

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 9: Strojírenství, hutnictví a doprava

ETCS

European Train Control System

Vojtěch Chvojka

Praha

Praha 2020

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 9: Strojírenství, hutnictví a doprava

ETCS

European Train Control System

Autoři: Vojtěch Chvojka

Škola: Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola dopravní,
Praha 1, Masná 18

Kraj: Praha

Konzultant: Mgr. Kulíšková Jarmila

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracovala samostatně a použila jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne ...5.3.2020 Vojtěch Chvojka.....

ANOTACE

Má práce pojednává o jednotném evropském vlakovém zabezpečovači ETCS.

Práce je rozdělena do několika hlavních bloků. Nejprve popisují jednotlivé technické části, kde popisují jednotlivé technické prvky ETCS.

V následující části popisují jednotlivé aplikační úrovně ETCS.

A v závěru se zmiňují o zavádění ETCS na tratě.

KLÍČOVÁ SLOVA

ETCS, železniční zabezpečovač, zavádění ETCS, aplikační úrovně ETCS

ANNOTATION

My work discusses the single European ETCS train signaller. The work is divided into several main blocks. First, I describe the individual technical parts where I describe the individual technical elements of ETCS. The following section describes the individual application levels of ETCS. And finally, I mention the introduction of ETCS on the line.

KEYWORDS

ETCS, train control system, ETCS deployment, ETCS application levels

OBSAH

1	Úvod.....	7
2	Co je to ETCS?.....	8
3	Technické části.....	9
3.1	Trat'ová část.....	9
3.1.1	Eurobalíza.....	9
3.1.2	LEU.....	11
3.1.3	RBC.....	11
3.2	Vozidlová část.....	13
3.2.1	EVC.....	13
3.2.2	JRU.....	14
3.2.3	DMI.....	14
3.2.4	BTM.....	15
3.2.5	STM.....	15
4	Úrovně ETCS.....	16
4.1	ETCS L0.....	16
4.2	ETCS LNTC.....	16
4.3	ETCS L1.....	16
4.4	ETCS L2.....	17
4.5	ETCS L3.....	18
4.6	ETCS LC.....	18
5	Zavádění ETCS.....	19
5.1	Zavádění v ČR.....	19
6	Závěr.....	20
7	Zdroje.....	

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Eurobalíza	10
Obrázek 2: Anténa pro komunikaci s balízami	10
Obrázek 3: RBC centrála.....	11
Obrázek 4: Vysílací věž sítě GSM-R	12
Obrázek 5: Centrální počítač	13
Obrázek 6: Záznamová jednotka	14
Obrázek 7: Displej DMI	14
Obrázek 8: ETCS Level 1	16
Obrázek 9: ETCS Level 2	17
Obrázek 10: ETCS Level 3	18

1 ÚVOD

Moje práce je o evropském železničním zabezpečovacím systému ETCS. Toto téma jsem si vybral kvůli mé zálibě v železnici a také kvůli předmětu Zabezpečovací technika, kde se zabýváme také zabezpečením na železnici. V práci popisuji jednotlivé technické části umístěné, jak na trati, tak na železničních vozidlech. Dále pal také jednotlivé aplikační úrovně ETCS. Nakonec zavádění ETCS jak ve světě, tak v České republice

2 CO JE TO ETCS?

ETCS (European Train Control System) je jednotný evropský vlakový zabezpečovač.

Časem by měl nahradit 20 různých národních zabezpečovacích systémů po celé Evropě. Tím by vznikla možnost vést vlaky po celé Evropě bez výměny hnacích vozidel. To se muselo doposud dělat v příhraničních stanicích, protože sousedící státy prostě nemají společný zabezpečovač a mnohé lokomotivy jsou vybaveny pouze zabezpečovači státu, kde jsou registrované.

Nejdříve se počítá se zavedením ETCS na vysokorychlostních tratích, nebo na důležitých trans evropských koridorech. V budoucnu se počítá i s instalací na vedlejších tratích.

Od ETCS se očekává, že jeho instalací dojde ke snížení nákladů na údržbu tratí, zvýšení propustnosti tratí a zvýšení maximální rychlosti.

3 TECHNICKÉ ČÁSTI

Technické vybavení ETCS se dá rozdělit na dvě podskupiny, a to Traťová a vozidlová část.

3.1 Traťová část

Traťová část je pevně nainstalovanou součástí traťového zabezpečovače ETCS. Čím vyšší je aplikační úroveň ETCS tím více klesá počet instalovaných zařízení. Nejdůležitější z nich jsou uvedeny níže.

3.1.1 Eurobalíza

Eurobalíza, neboli balíza, je základní prostředek ETCS pro přenos informací do vozidla. Využívá bodového přenosu informací. Balíza je ploché konstrukce, ve které se nachází anténa a balízovou elektronickou jednotku (BEU). Při průjezdu vozidla nad balízou dojde prostřednictvím antény na vozidle k napájení balízy energií elektromagnetického pole. Tato energie je vysílána po celou dobu, kdy vlak projíždí nad balízou. Balíza odešle do antény vozidla informace ve formě tzv. eurotelegramu (telegramu).

Balízy se používají buď pevné nebo přepínatelné. Pevná balíza v podobě permanentního magnetu vysílá konstantní informaci a je využívána pouze k popisu tratě. Přepínatelná balíza je připojena na traťovou elektronickou jednotku LEU, která umožňuje měnit obsah telegramu podle situace na trati.

Balízy se umísťují mezi kolejnice, v balízových skupinách umístěných u hlavního návěstidla. Balízová skupina se skládá z jedné nebo až osmi balízách.



Obrázek 1: Eurobalíza



Obrázek 2: Anténa pro komunikaci s balizami

3.1.2 LEU

Trat'ová elektronická jednotka LEU generuje telegramy, které jsou předány balízou na vozidlovou část systému ETCS. Tyto telegramy jsou vytvářeny na základě návěstního znaku na hlavním návěstidla. LEU jednotka je umístěna v blízkosti hlavního návěstidla, nebo může být i společná pro jedno kolejové zhlaví. Jednotka LEU společně s balízou tvoří základní část pro systém ETCS L1.

3.1.3 RBC

Radiobloková centrála (RBC) generuje oprávnění k jízdě na základě informací získaných z běžných zabezpečovacích zařízení. Oprávnění je předáno pomocí Eurorádia a komunikační sítě GSM-R na konkrétní vlak. RBC dokáže přesně identifikovat konkrétní vlak ve své oblasti.



Obrázek 3: RBC centrála



Obrázek 4: Vysílací věž sítě GSM-R

3.2 Vozidlová část

Vozidlová část je technické vybavení ETCS umístěné na vozidle. Všechny vozidla určená pro zabezpečovací zařízení ETCS musí být vybaveny certifikovanými palubními systémy. Ty nejdůležitější jsou uvedeny níže.

3.2.1 EVC

European Vital Computer (Centrální počítač) je hlavní řídicí jednotka ETCS. Je propojen s ovládacími prvky lokomotivy pro regulaci rychlosti, všemi zařízeními strojvedoucího a lokalizačními senzory pro určení polohy vlaku.



Obrázek 5: Centrální počítač

3.2.2 JRU

Juridical Recording Unit (Záznamová jednotka) je součástí EVC pro zaznamenávání úkonů strojvedoucího, signálů návěstidel a poruch lokomotivy.



Obrázek 6: Záznamová jednotka

3.2.3 DMI

Driver Machine Interface je standardní rozhraní pro strojvedoucího. Je založeno na dotykových displejích připojených k ETCS a GSM-R. Jsou zde zobrazována potřebná data o vlaku (rychlost, délka, váha, brzdná křivka atd.). Součástí jsou ovládací prvky, specifická pro typ vlaku.



Obrázek 7: Displej DMI

3.2.4 BTM

Balise Transmission Module (Přenosový modul balízy) slouží k přenosu telegramů z balíz. Vysílá neustále signál o kmitočtu 27 MHz k balízám a přijímá telegramy v pásmech 3,9 a 4,5 MHz od balíz.

3.2.5 STM

Specific Transmission Module (STM) je zařízení které zajišťuje zabezpečení vlaku na tratích, kde není použito ETCS.

4 ÚROVNĚ ETCS

ETCS se dělí na několik aplikačních úrovní.

4.1 ETCS L0

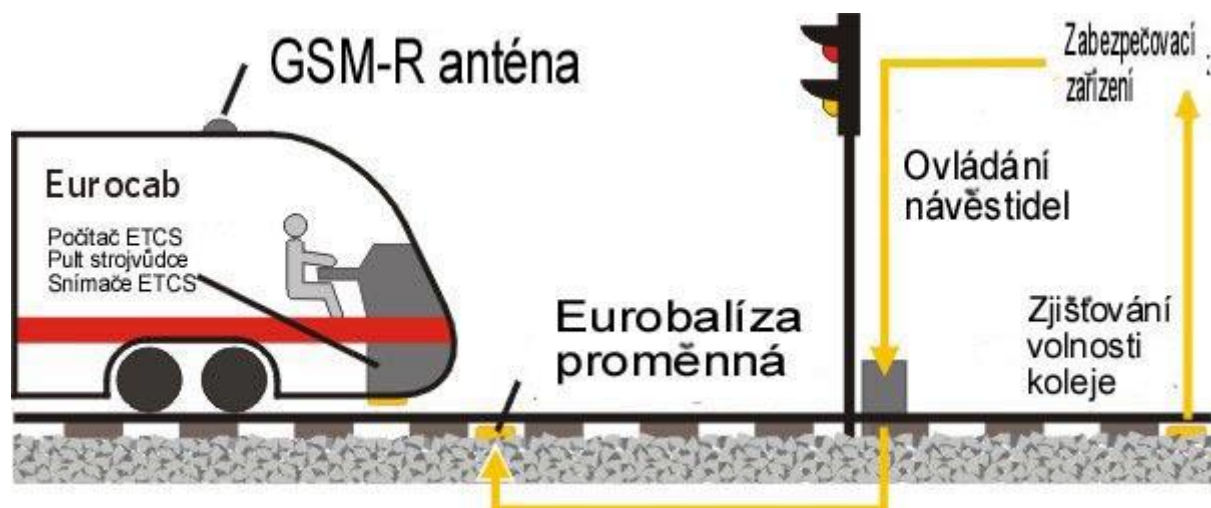
Aplikační úroveň ETCS L0 je nejjednodušší aplikační úrovní. Železniční vozidlo vybavené zabezpečovačem ETCS se pohybuje po trati, bez jakéhokoliv zabezpečovacího zařízení. ETCS na lokomotivě tak hlídá pouze její maximální rychlost.

4.2 ETCS LNTC

Aplikační úroveň, která se využívá na tratích, kde je použit národní zabezpečovač. Zařízení ETCS přijímá informace o návěstidlech z národního zabezpečovače pomocí STM.

4.3 ETCS L1

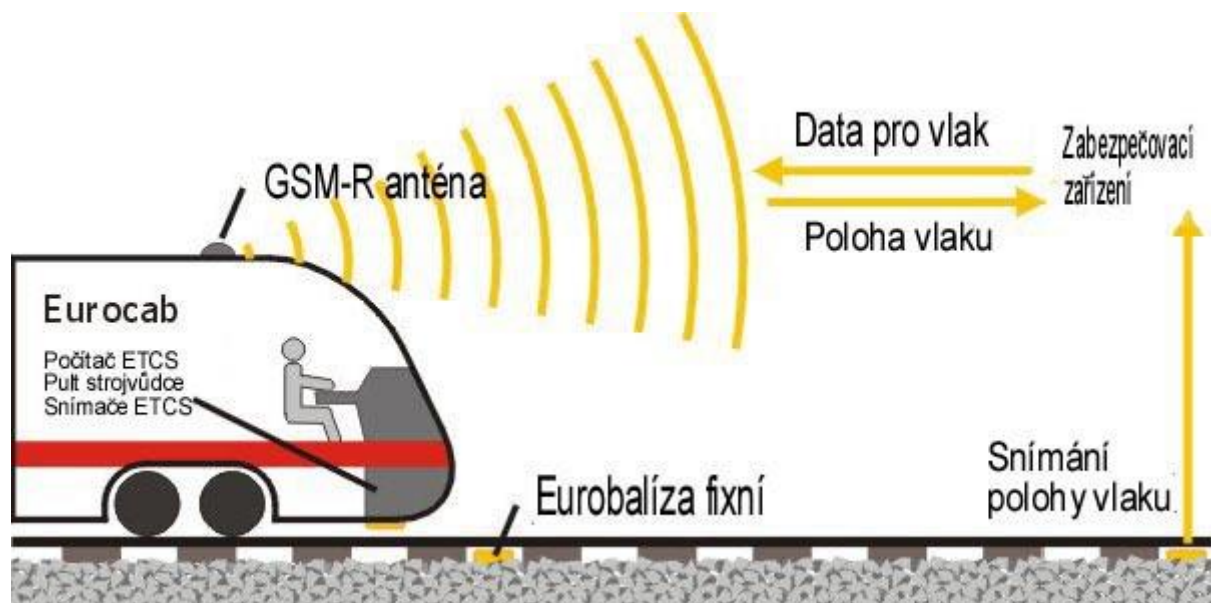
ETCS L1 je umístěno na tratích vybavenými přepínatelnými eurobalízami. Pracuje na principu bodového zabezpečovače, ale s rozdílem, že balízy předávají informace o následujícím traťovém úseku (maximální rychlost, sklonové poměry atd.).



Obrázek 8: ETCS Level 1

4.4 ETCS L2

ETCS L2 pracuje na rozdíl od ETCS L1 s pevnými balízami, které předávají informace týkající se polohy vlaku. Vozidlová část RTCS získává informace o ujeté vzdálenosti od poslední balízy neustále prostřednictvím snímačů otáček na nápravách. U této aplikační úrovni nejsou potřeba návěstidla.

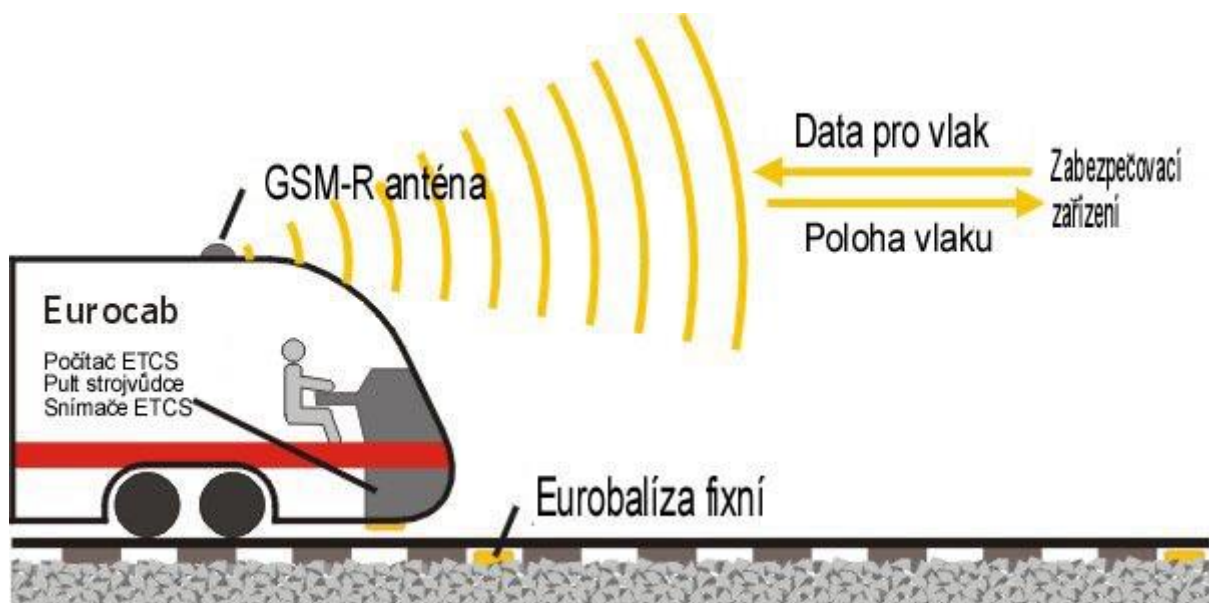


Obrázek 9: ETCS Level 2

4.5 ETCS L3

Hlavním rozdíle oproti ETCS L2 je změna lokalizace vlaku. Ta je prováděna průběžně rádiovými prostředky. Tato úroveň umožňuje zrušení traťových oddílů a nahrazení pohyblivými oddíly. To znamená, že volnost vlakové cesty se sleduje neustále, podle zábrzdě vzdálenosti, druhu vlaku a rychlosti vlaku. Toto řešení umožňuje zvýšit propustnost tratí.

Bezpečná detekce celistvosti vlaku pro soupravy se svěšenými vozů je zatím pouze ve stádiu výzkumů, takže tato aplikační úroveň nemůže být uvedena do provozu. Jediná možnost, kde by se dala tato aplikační úroveň použít je na tratích, kde se pohybují pouze ucelené soupravy.



Obrázek 10: ETCS Level 3

4.6 ETCS LC

ETCS LC (ETCS Low Coast) je varianta ETCS určená pro vedlejší tratě, protože je mnohem levnější. Tato aplikační úroveň pracuje na stejném principu jako ETCS L3, ale je omezen počet balízy. Balízy jsou tak použity pouze v obvodech kolejových dopravních rozvětvením.

5 ZAVÁDĚNÍ ETCS

Jako první bylo ETCS zavedeno zkušebně již v roce 1999 na trati Vídeň-Budapešť.

V červenci 2009 rozhodla Evropská komise, že na všech projektech financovaných Evropskou unií, které zahrnují modernizaci nebo zavádění nového traťového zabezpečovacího zařízení, musí být použito ETCS.

Na následujících koridorech by se mělo ETCS instalovat přednostně, protože se jedná o důležité evropské koridory:

- Koridor A: Rotterdam – Duisburg – Basilej – Genoa
- Koridor B: Naples – Bologna – Innsbruck – Mnichov – Berlín – Stockholm
- Koridor C: Antwerp – Strasburg – Basilej
- Koridor D: Valencia – Barcelona – Lyon – Turín – Miláno – Trieste – Lubjana – Budapešť
- Koridor E: Drážďany – Praha – Vídeň – Budapešť – Constanta
- Koridor D: Aachen – Duisburg – Hanover – Magdeburg – Berlín – Poznaň – Varšava – Bělorusko

5.1 Zavádění v ČR

V roce 1995 předložili ČD návrh studie pro zavedení ETCS ve zkušebním režimu na trati Praha-Drážďany. Česká strana však nedokázala reagovat na administrativní požadavky od EU, a tak nakonec od projektu odstupují.

V současné době není na žádné trati v ČR ETCS zavedeno, ale SŽDC ve své tiskové zprávě z června 2019 slibuje, že do příštího roku bude ETCS zavedeno v úseku mezi Prahou-Uhřetěvesí a Voticemi. SŽDC si od tohoto řešení slibuje větší bezpečnost a plynulost dopravy v tomto úseku.

ETCS je již, však nainstalováno na některých vozidlech ČD. Konkrétně jsou to elektrické jednotky Pendolino, jedna lokomotivy řady 362, jedna lokomotiva řady 151 a na jedné elektrické jednotce CityElefant.

6 ZÁVĚR

Evropský vlakový zabezpečovač ETCS je určitě úspěšný projekt a čeká ho jistě dlouhá budoucnost. Ve své práci jsem se vás snažil seznámit se základními technickými prostředky ETCS a jednotlivými aplikačními úrovněmi.

7 ZDROJE

Zdroje obrázků

1. Obrázek 1: SZDC. SZDC [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: <https://www.szdc.cz/documents/50004227/79033801/Eurobal%C3%ADza%20ETCS/616eca8e-6bfe-4b73-9890-713b61364896>
2. Obrázek 2: SPORER, Petr. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/European_Train_Control_System#/media/Soubor:Snimac_etcs.jpg
3. Obrázek 3: KITTELBERGER, Dirk. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://en.wikipedia.org/wiki/European_Train_Control_System#/media/File:Thales_RBC_Hardware_3.13752_b_1E_HG.jpg
4. Obrázek 4: NEZNÁMÝ. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://en.wikipedia.org/wiki/File:GSM-R_Base_Station_Abergavenny.jpg
5. Obrázek 5: PETERS.. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Etcs471042_04_cpu.jpg
6. Obrázek 6: PETERS.. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Etcs471042_05_jru.jpg
7. Obrázek 7: MADELIEFJE13. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DMI_STM_PZB_Bombardier.jpg
8. Obrázek 8: PETERS.. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/European_Train_Control_System#/media/Soubor:Etcs_l1cs.jpg
9. Obrázek 9: PETERS.. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/European_Train_Control_System#/media/Soubor:Etcs_l2cs.jpg
10. Obrázek 10: PETERS.. *Wikipedia* [online]. [cit. 2.12.2019]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/European_Train_Control_System#/media/Soubor:Etcs_l3cs.jpg

Literatura

1. *Deutsche Bahn Netz* [online]. 2019 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z:
<https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de>
2. FERFECKI, Lukáš. *Vlakový zabezpečovací systém ETCS* [online]. Pardubice, 2010 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z:
https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/36927/FerfeckiL_Vlakovy%20zabezpecovaci_PM_2010.pdf;jsessionid=E614D3A991538298FCF504E83A57A833?sequence=1 Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Ing. Pavel Mazač.
3. MIROSLAV, Vostruha. *Ekonomický dopad zavedení ETCS v železniční dopravě* [online]. Pardubice, 2019 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z:
https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/73123/VostruhaM_EkonomickyDopad_VM_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera.
4. *ÖBB Infrastruktur* [online]. 2019 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z:
<https://infrastruktur.oebb.at/en/>
5. *ÖBB Infrastruktur* [online]. 2019 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z:
<https://www.szdc.cz/>