

VYUŽITÍ GEODAT ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY PRO POTŘEBY EVROPSKÉHO VLAKOVÉHO ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU ETCS

Václav KUDĚLKA¹

¹ AŽD Praha s.r.o., Žirovnická 2/3146, 106 17, Praha, Česká republika
Kudelka.Vaclav@azd.cz

Abstrakt

V příspěvku jsou diskutovány možnosti využití geografických dat železniční infrastruktury pro systém ETCS a prakticky i pro vlaková zabezpečovací zařízení obecně. První část příspěvku pojednává o aktuálně implementovaném evropské vlakovém zabezpečovacím systému – ERTMS/ETCS. Uvádí se stručný popis vlastností a funkcionality systému ve vztahu k využití geodat, aktuální stav a výhled jeho implementace v České republice. Další část uvádí aktuálně dostupné i připravované datové sady, se zaměřením na železniční infrastrukturu ČR. Formu, dostupnost a garantovanou přesnost, úplnost a aktuálnost těchto datových sad. V závěrečné části příspěvku jsou diskutována možná řešení nasazení různých datových a výpočetních modelů pro potřeby vlakových zabezpečovacích systémů. Dále využitelnost geodat při pasportizaci objektů železniční infrastruktury a jejich uplatnění při použití technologie BIM.

Abstract

The paper discusses the possibilities of using the railway infrastructure geo-graphical data for ETCS and also the train security devices in general. The first part of the paper deals with the currently implemented European Rail Traffic Management System - ERTMS/ETCS. Brief description of the system's features and functionality in relation to the use of geodata, current state and outlook of its implementation in the Czech Republic is presented. The next part presents the currently available and prepared data sets, focusing on the railway infrastructure of the Czech Republic. The form, availability and guaranteed accuracy, completeness, and timeliness of these datasets. The final part of the paper discusses possible solutions for the deployment of various data and computational models for the needs of train secure systems. Furthermore the use of geodata in the passporting of the railway infrastructure objects and their application during the usage of BIM technology.

Klíčová slova: geodata železniční infrastruktury; systém ETCS; zabezpečení železniční dopravy; vlakový zabezpečovací systém/zabezpečovač

Keywords: geodata of railway infrastructure; System ETCS; Railway signalling; Train Control System

1 ÚVOD

V současné době není k dispozici žádná implementace geodat do systému evropského vlakového zabezpečovače ETCS (European Train Control System). Tento systém přitom potřebuje ke své činnosti informace (tzv. konfigurační data) o vzdálenostech na železniční infrastruktuře s příslušnou přesností. Ideálním předpokladem je, že geodata umožní stanovit geometrickou přesnost v topologických strukturách kolejiště typu kolejový úsek, staniční kolej, prostorový oddíl v řádech decimetrů. Tento předpoklad by umožnil optimalizaci výpočtu vzájemné vzdálenosti v ose koleje. Dále by geodata mohla sloužit například k pasportizaci objektů železniční infrastruktury s navázáním na technologii BIM.

2 SYSTÉM ERTMS/ETCS

Systém ETCS tvoří jednu ze dvou součástí evropského systému pro řízení provozu v železniční dopravě ERTMS (European Rail Traffic Management System). Mimo ETCS doplňuje systém ERTMS ještě GSM-R (Global System for Mobile Communications for Railway), tedy globální systém pro mobilní komunikaci v rámci železniční dopravy (Palumbo, 2014).

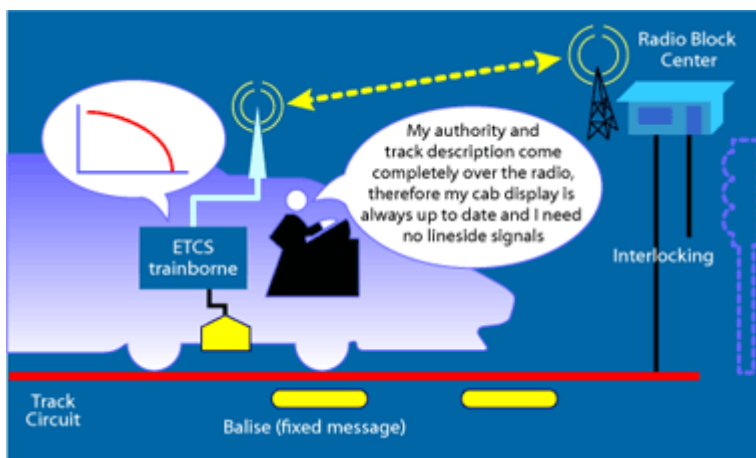
Jedná se o systém s úplnou kontrolou rychlosti vlakové soupravy. V případě tohoto systému se do budoucna počítá s tím, že se stane prvním evropským interoperabilním vlakovým zabezpečovačem. Prakticky by to tedy znamenalo nahrazení 20 národních vlakových zabezpečovacích systémů v jednotlivých evropských zemích. Systém ETCS by tedy umožnil vedení vlakových souprav napříč Evropou bez potřeby měnit hnací vozidlo na hranicích evropských států (Vašátko, 2004).

Systém ETCS využívá k přenosu informací mezi tratí a vozidlem tři konkrétní traťové subsystémy, konkrétně se jedná o Eurobalízu, Smyčku (Euroloop) a Euroradio. Následná míra provázání ERTMS/ETCS s ostatními stacionárními zabezpečovacími systémy (typicky se staničními a traťovými zab. syst.) rozděluje systém ERTMS/ETCS na tři základní aplikační úrovně L1, L2 a L3 (Ouředníček, 2004). Balíza je bodový prvek, který je umístěn mezi kolejnicemi. Slouží k přenosu informací, i prostorových - pomocí tzv. PR (Position Report), pomocí elektromagnetického pole. Její napájení je realizováno vysokofrekvenčním signálem, který je vysílán z antény umístěné na hnacím vozidle vlaku.



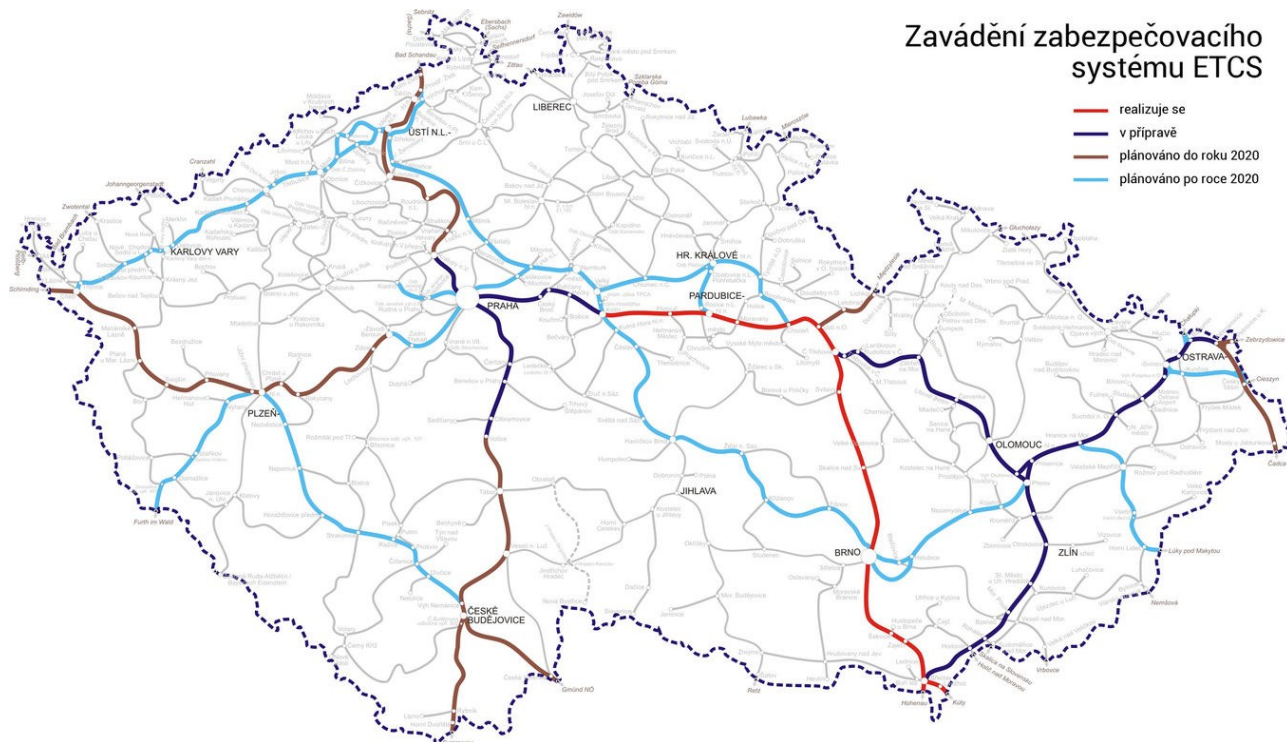
Obr. 1 Balíza umístěná na trati (zdroj: vde8.de)

V České republice se aktuálně implementuje aplikační úroveň L2 systému ETCS. Princip spočívá v tom, že systém ERTMS/ETCS je v roli nadstavby nad již vybudovaným národním železničním zabezpečovacím zařízením. Pro přenos provozních informací je zde použita síť GSM-R a balízy slouží k určení polohy vozidel v kolejových úsecích (topologické elementy železniční infrastruktury). V aplikační úrovni L2 provádí dohled nad vlakem tzv. RBC (rádiobloková centrála). RBC vytváří díky informacím ze stávajících zabezpečovacích zařízení oprávnění k jízdě (MA), které následně prostřednictvím sítě GSM-R posílá zpět do vlaku. Důležitým faktem je, že L2 umožňuje smíšený provoz jak vlaků se systémem ETCS tak i bez něj (Ouředníček, 2004).



Obr. 2 ERTMS/ETCS L2 (zdroj: ertms.net)

Aktuální stav implementace systému ERTMS/ETCS (aplikační úroveň L2) je zobrazen níže (Obr. 3). Červeně vyznačené traťové úseky znamenají, že zde již probíhá testovací provoz tohoto systému. Na trati Břeclav – Otrokovice – Přerov – Hranice n. M. – Ostrava – Petrovice u Karviné (st. hranice) probíhá výstavba systému ETCS opět aplikační úrovně L2.



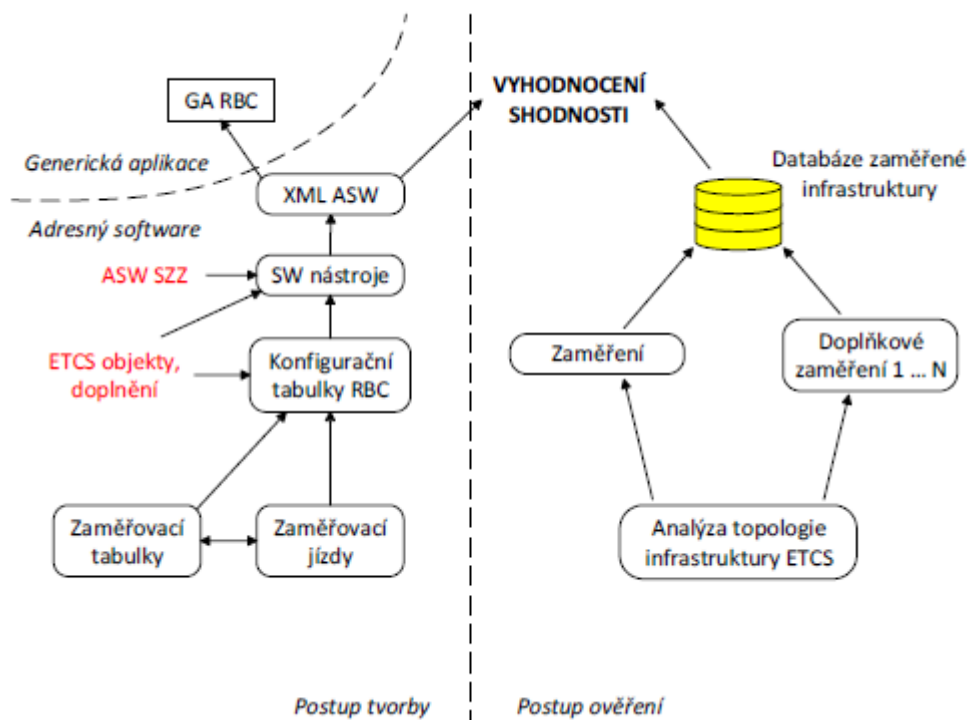
Obr. 3 Zavádění ETCS v České republice (zdroj: Ministerstvo dopravy)

3 NASAZENÍ GEODAT V SYSTÉMU ETCS

Hlavním východiskem při nasazení geodat v systému ETCS je možnost využití geometrického prvku linie jakožto prostorovou lokalizaci osy koleje. Linie osy koleje je projektovaná ve zvoleném souřadnicovém systému. Pro potřeby železniční infrastruktury ČR je globálně zvolen systém S-JTSK Krovak East North. Tento systém je zvolen na základě předpisů Správy železniční geodézie SŽDC. V případě, že je linie lokalizována ve vybraném souřadnicovém systému, je již možné díky výpočetnímu modelu, který byl implementován v konfiguračním nástroji RBC, provádět vybrané operace včetně výpočtů vzdáleností v linii osy koleje.

Nasazení geodat pro konfiguraci RBC je vhodné právě díky vysoké přesnosti. Kilometrické údaje v hektometrech pro kolejové úseky jsou v případě RBC totiž nepoužitelné. Samozřejmostí je předpoklad existence takovýchto geodat. Ideální geometrická přesnost je řádech decimetrů.

Jelikož se pohybujeme ve sféře zabezpečovacích systému pro železniční dopravu, je nutné při řešení polohy vozidla dodržovat například dvojí ověření dané prostorové informace při pohybu vozidla mezi jednotlivými kolejovými úseky. Jedná se o postup tvorby a postup ověření. V případě postupu tvorby se jedná o adresný software stávajících zabezpečovacích systémů stanic (stavědla). V druhém případě – tedy postupu ověření, lze již nasadit geodata, například ve formě databáze zaměřené infrastruktury, tedy i linií osy koleje. Geodata jsou již s garantovanou geometrickou přesností. Jako základ ověření je použit diverzní přístup, jsou tedy použity odlišné postupy a SW nástroje, data než v postupu tvorby adresného SW (upraveno dle Bubeník, 2016). Vyhodnocení shodnosti je tedy provedeno jednak pomocí již známých konfiguračních parametrů na řešené železniční infrastruktuře a na straně ověřovacího postupu s využitím geodatabáze, naplněnou daty s garantovanou geometrickou přesností (Obr. 4).



Obr. 4 Blokové schéma tvorby a ověření adresného SW rádioblokové centrály (Bubeník, 2016)

Ověření prostorové konzistence a garantované přesnosti na poskytnutých geodatech lze provést například pomocí modelování průjezdního profilu vozidla nad linií osy koleje s využitím kontroly umístění tzv. námezníků. Jedná se o nepřenositelné návěstidlo, které upozorňuje na dvě sbíhající se koleje. Námezníky zajišťují, že nedojde ke kolizi průjezdních profilů vozidel na sbíhajících se kolejích. Všechny analyzované objekty by měly mít garantovanou přesnost (Obr. 5).



Obr. 5 Kontrola průjezdních profilů vozidel pomocí námezníků (garantovaná přesnost)

4 DATOVÉ SADY ZAMĚŘENÉ NA ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURU ČR

Jelikož geodata železniční infrastruktury ČR jsou velice specifickou datovou sadou, je její poskytování problematičtější než u jiných geodat. ČÚZK na svém geoportálu poskytuje v rámci směrnice INSPIRE datovou sadu pro téma dopravní sítě – vrstva železnic TN_RAIL, obsah je harmonizován podle prováděcích pravidel této směrnice. Rozsah zdrojových dat vycházejících ze ZABAGEDu je aktualizován každé 3 roky (ČÚZK, 2017). Bohužel tato datová sada není zcela vhodná pro potřeby systému ETCS. Důvodem je její nízká geometrická přesnost a hlavně detailnost popisu jednotlivých objektů v rámci železniční infrastruktury. Například staniční a traťové koleje jsou silně generalizovány. Zcela schází dílčí dataset, který by zahrnoval vnější prvky zabezpečovacích zařízení, včetně prostorové polohy (návěstidla, námezníky, izolované styky kolejových úseků, sklonovníky, stavební polohy jazyků výhybek apod.). Datová sada TN_RAIL je tedy vhodná spíše pro informativní popis a představu o obecnějším umístění železniční infrastruktury v rámci České republiky.

Další poskytovatelé datových sad pocházejí z řad různých geodetických společností, které se zaměřují na mapování jednak železničního svršku tak i venkovních prvků zabezpečovacích zařízení. Zde je nutné si objednat předem potřebný traťový úsek k zaměření na základě zpracovaných požadavků, včetně geometrické přesnosti. Problém ovšem bývá v tom, že je nutné zaměřovat celou trať opakovaně, jedná se totiž o geodetickou zakázku, uživateli tedy není poskytnuta již hotová datová sada na rozdíl od TN_RAIL. Časová aktualizace zde tedy závisí na požadavcích objednatele.

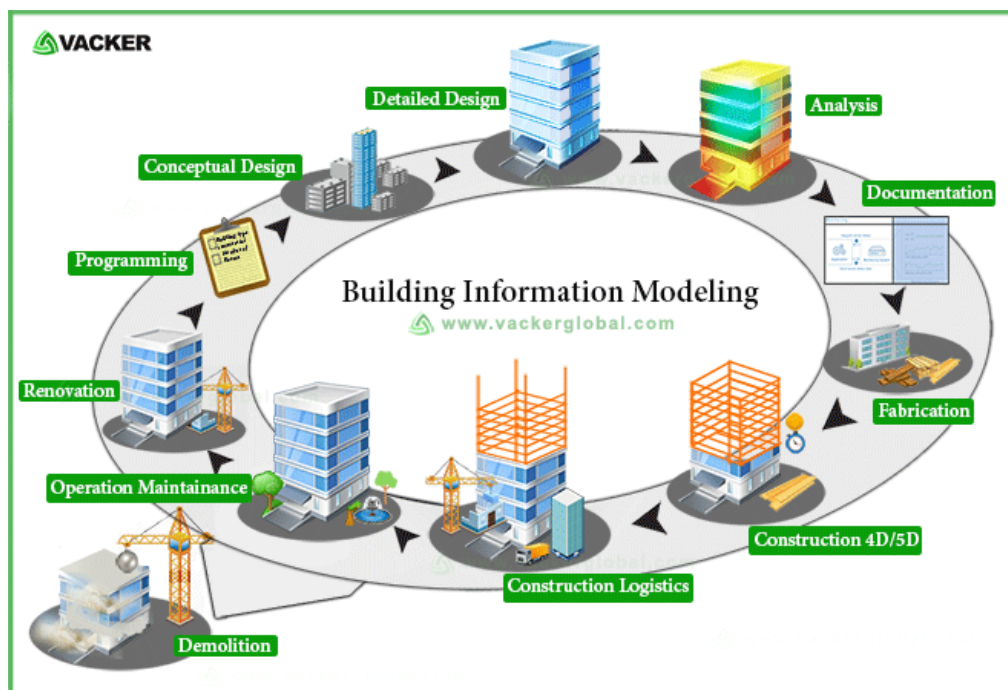
Poslední organizací, která se zabývá tvorbou geodat železniční infrastruktury je Správa železniční geodézie SŽDC s. o. Její data nejsou veřejně dostupná, slouží k pasportizaci a správě státního majetku, který má SŽDC v režii. Vykonávanou geodetickou činností je mimo jiné určování prostorové polohy koleje, železniční bodové pole a staničené tratí (SŽDC, 2018). Aktualizace a přesnost vyplývá z konkrétních požadavků uvnitř organizačních struktur SŽDC.

5 MODELOVÁNÍ, PASPORTIZACE A BIM S VYUŽITÍM GEODAT ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY

Pro analytické zpracování se nabízí využití přímo vektorového modelu konkrétního traťového úseku. Vektorová reprezentace by již měla mít garantovanou geometrickou přesnost. Není tedy nutné se zabývat ověřováním konkrétní geometrickou přesností pro daný vektorový model. Rastrová data vzhledem k přísným bezpečnostním požadavkům na vlakové zabezpečovače a systém ETCS není vhodné pro určení vzdáleností a polohy vlaku v topologii kolejiště používat. Z hlediska výpočetního modelu je nutné zvolit takový model, který dodrží požadavky na úroveň zabezpečení pro konkrétní vlakový zabezpečovač (tedy i systém ETCS). Požadavky na úroveň zabezpečení jsou označovány jako SIL (Safety Integrity Level), a jsou v nich zahrnuty 4 úrovně podle požadované bezpečnosti (IEC, 2018).

Pasportizace a propojení s BIM (Building Information Modeling) je dnes zajímavým trendem pro správu železniční infrastruktury. Pasporty jako takové lze vyvodit z atributové složky popisu geodat železniční infrastruktury. Záleží však na požadavcích při pořizování geodat a také na přístupu pořizovatele. Všeobecně by konkrétní pasport mohl obsahovat například sloupce trakčního vedení železniční napájecí soustavy, jejich přesnou geoprostorovou lokalizaci. Například údaje o tom, kdy proběhla poslední revize atd. Další variantou využití pasportizace by mohl být právě pasport vnějších prvků zabezpečovacích zařízení, tedy návěstidel, izolovaných styků atd. Atributy jako úhel natočení návěstidla, typ, datum poslední revize/výměny svítilen by mohly usnadnit práci údržby.

Metoda BIM je proces vytváření a správy dat o objektu nejen při jeho projektování, ale i v rámci jeho výstavby/tvorby a následném provozování výsledného díla (Číhal, 2016). V rámci železniční infrastruktury České republiky a systému ETCS by mohla sloužit například jako podpůrný nástroj pro kontrolu stavu balíží, generování dokumentace zpětně dle požadavků přístupujících osob. Vhodné by bylo nasazení této metody na centralizaci úložiště železničních geodat atributovou i prostorovou složkou, následné propojení s GIS, možnosti aktualizace pomocí geoinformačních technologií přímo z terénu, pomocí například mobilních GIS aplikací propojených právě i s BIM. Schéma obecné funkcionality BIM je uvedeno na Obr. 6.



Obr. 6 BIM – celkový náhled na procesy v případě výstavby budovy (zdroj: Vacker Global)

LITERATURA

BUBENÍK, Michal. Ověření adresné komunikace RBC ETCS. Pardubice, 2016. Diplomová práce. DFJP, Univerzita Pardubice.

ČÍHAL, Robert. K několika novinkám metodiky popisu drah jako součásti území státu. Praha, 2016. Příspěvek. GIVS 2016, CAGI.

ČÚZK - INSPIRE. ČÚZK [online]. Praha: ČÚZK, 2017 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(dc4k10kgadexzububfabyinii\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=INSPIRE_Dop_site&side=INSPIRE_dSady&menu=417&head_tab=sekce-04-gp](http://geoportal.cuzk.cz/(S(dc4k10kgadexzububfabyinii))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=INSPIRE_Dop_site&side=INSPIRE_dSady&menu=417&head_tab=sekce-04-gp)

IEC (Welcome to) - International Electrotechnical Commission [online]. Geneva: IEC, 2018 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <http://www.iec.ch/index.htm>

OUŘEDNÍČEK, Jan. Systém ERTMS/ETCS, některé aspekty jeho aplikace na železniční infrastrukturu v ČR. Ostrava, 2004. Příspěvek. VŠB-TUO Ostrava.

PALUMBO, Maurizio. The ERTMS/ETCS signalling system [online]. 2014 [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: http://www.railwaysignalling.eu/wp-content/uploads/2014/08/ERTMS_ETCS_signalling_system_MaurizioPalumbo1.pdf

SŽG Olomouc. SŽDC [online]. Praha: SŽDC, 2012 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/onas/organizacni-jednotky-szdc/szg-olomouc/cim-se-zabyvame.html>

VAŠÁTKO, Jaroslav. Význam ERTMS/ETCS pro ČD z hlediska EU. In: Etc.cz [online]. 2004 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://www.etc.cz/etc2004/prezentace.html>