

ETCS

– jednotný európsky systém zabezpečenia jazdy vlakov

Úvod

Pre zvýšenie konkurencieschopnosti železničnej dopravy s inými druhmi dopravy pristúpila Európska únia k riešeniu interoperability európskeho železničného systému.

Základným dokumentom, ktorý určuje podmienky na dosiahnutie interoperability európskeho železničného systému, je smernica Európskeho parlamentu a Rady 1996/48/ES pre vysokorychlostné trate a smernica 2001/16/ES pre konvenčné trate. Obidve tieto smernice boli v minulom roku novelizované smernicou 2004/50/ES. Uvádzané smernice požadujú, aby jednotlivé štáty uzákonili požiadavky na interoperabilitu v súlade s dokumentom Technická špecifikácia interoperability, ktorý definuje jednotné technické požiadavky pre oblasť infraštruktúry, vozidlového parku, údržby vozidiel, energie, prevádzky a riadenia.

Základ interoperability európskeho železničného systému tvorí projekt jednotného európskeho systému na riadenie železničnej dopravy ERTMS (European Rail Traffic Management System), ktorého súčasťou je:

- projekt ETCS (European Train Control System), ktorý sa zaoberá riešením jednotného európskeho systému zabezpečenia jazdy vlakov; jeho úlohou je zaistenie interoperability v oblasti železničnej zabezpečovacej techniky, formou zastrešujúceho systému schopného komunikovať s národnými zabezpečovacími systémami a jednotným spôsobom vyjadrovať podmienky na jazdu vlaku rušňovodičovi;
- projekt EIRENE (European Integrate Railway Radio Enhanced Network), ktorý sa zaoberá riešením systému GSM-R (globálneho systému mobilnej komunikácie pre železničné aplikácie);
- projekt ETML (European Traffic Management Layer), ktorý sa zaoberá riešením riadenia prevádzky na európskych koridoroch z nadnárodného hľadiska.

Systém ERTMS/ETCS

Systém ERTMS/ETCS sa skladá z dvoch častí:

- **stacionárnej** – umiestnenej na trati; základnou funkciou stacionárnej časti systému ERTMS/ETCS je získavanie aktuálnych dát z relevantných zabezpečovacích zariadení, ich spracovanie a prenos (spolu s časovo nepremennými informáciami) do mobilnej časti systému ERTMS/ETCS;
- **mobilnej** – umiestnenej na hnacom vozidle; základnou funkciou mobilnej časti systému ERTMS/ETCS je vykonávanie dozoru nad jazdou vlaku na základe informácií vymieňaných so stacionárnou časťou systému ERTMS/ETCS.

Hlavnou úlohou stacionárnej časti systému ERTMS/ETCS je vygenerovanie oprávnenia na jazdu vlaku a jeho odovzdanie, spolu s ostatnými požadovanými dátami (statický rýchlostný profil, sklonový profil atď.), mobilnej časti systému ERTMS/ETCS.

Hlavnou úlohou mobilnej časti systému ERTMS/ETCS je bezpečné kontrolovanie neprekročenia medzných parametrov jazdy vlaku (rýchlosť, prejdenú vzdialenosť) na základe prijatých dát zo stacionárnej časti systému ERTMS/ETCS.

Stacionárna časť systému ERTMS/ETCS

Stacionárnu časť systému ERTMS/ETCS môže tvoriť [1]:

- Traťová elektronická jednotka LEU – generuje správy, ktoré sú odovzdávané prepínateľnou balízou mobilnej časti systému ERTMS/ETCS; tieto správy sú vytvárané na základe aktuálneho stavu železničných zabezpečovacích zariadení (napríklad aktuálneho návěstného znaku návěstidla, ku ktorému sa vlak približuje).
- Rádiobloková centrála RBC – riadiaci elektronický systém, ktorý na základe informácií o aktuálnom stave železničných zabezpečovacích zariadení a komunikácie s mobilnou časťou systému ERTMS/ETCS vypracúva správy na riadenie vlakov, ktoré sa nachádzajú v oblasti vybavenej ETCS L2, resp. ETCS L3; na komunikáciu medzi vlakom a RBC sa využíva rádiová komunikačná sieť GSM-R.
- Euroslučka (ďalej len slučka) – špeciálna slučka, ktorá umožňuje líniový prenos informácií o aktuálnom návěstnom znaku najbližšieho návěstidla v smere jazdy vlaku zo stacionárnej časti systému ERTMS/ETCS na jeho mobilnú časť; používa sa pri systémoch ERTMS/ETCS L1 najmä tam, kde treba poskytovať informácie s dostatočným predstihom alebo na dlhom úseku, v ktorom vlak spravidla zastavuje (napríklad staničná koľaj pred odchodovým návěstidlom).
- Doplnková rádiojednotka – umožňuje rovnako ako slučka dodatočný prenos informácií o aktuálnom návěstnom znaku najbližšieho návěstidla v smere jazdy vlaku zo stacionárnej časti systému ERTMS/ETCS na jeho mobilnú časť.
- Eurobalíza (ďalej len balíza) – základný technický prostriedok bodového prenosu dát zo stacionárnej časti na mobilnú časť, ktoré sú nutné na zaistenie bezpečnej jazdy vlaku; balíza umožňuje preniesť na vlak napríklad informácie o polohe vlaku, o jazdnej ceste, ciele jazdy vlaku, o trvalom a dočasnom obmedzení rýchlosti, o sklonových pomeroch na trati, oprávnenie na jazdu, informácie o vzdialenosti k nasledujúcej balíze alebo skupine balíz; z funkčného hľadiska rozdeľujeme balízy na:
 - neprepínateľné – prenášajú časovo nepremenné dáta, ktoré sú v balíze trvalo uložené; napájanie balízy tohto typu sa uskutočňuje vysokofrekvenčným signálom z anténovej jednotky, ktorá je súčasťou mobilnej časti systému ERTMS/ETCS, pri prechode hnacieho vozidla nad balízou;
 - prepínateľné – prenášajú časovo premenné dáta, ktoré sa menia podľa aktuálnej prevádzkovej situácie, a to prostredníctvom traťovej elektronickej jednotky LEU.

Zoskupenie balíz po dvoch a viac (maximálne osem balíz) v osi koľaje za sebou umožňuje:

- prenos väčšieho počtu informácií;
- opakovaním prenosu telegramu z viacerou balíz dosiahnuť väčšiu spoľahlivosť prenosu;
- vyhodnotenie smeru jazdy vlaku (ak sa v koľajisku nachádza len jedna balíza, smer jazdy vlaku je určený na základe predchádzajúcej skupiny balíz).

Konkrétne použitie uvádzaných technických prostriedkov stacionárnej časti systému ERTMS/ETCS je podmienené požadovanou aplikačnou úrovňou riešenia.

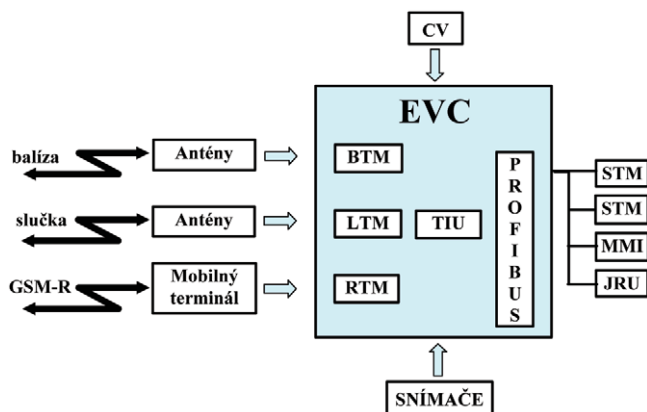
Podľa vybavenia traťovej časti systému ERTMS/ETCS možno rozlišovať tieto aplikačné úrovne:

- L1 – 1. aplikačná úroveň (označovaná ako ERTMS/ETCS L1);
- L2 – 2. aplikačná úroveň (označovaná ako ERTMS/ETCS L2);
- L3 – 3. aplikačná úroveň (označovaná ako ERTMS/ETCS L3);
- LC – aplikačná úroveň pre vedľajšie trate (označovaná ako ERTMS/ETCS LC).

Mobilná časť systému ERTMS/ETCS

Technické riešenie mobilnej časti systému ERTMS/ETCS (skladba stavebných modulov) musí zodpovedať požadovanej aplikačnej úrovni prevádzky, t. j. požadovanému počtu funkcií, ktoré má tento systém vykonávať, a stupňu previazanosti na existujúce zabezpečovacie zariadenia.

Hlavný modul mobilnej časti systému ERTMS/ETCS tvorí centrálny počítač EVC, ktorý vykonáva všetky funkcie nevyhnutné na kontrolu rýchlosti vlaku (obr. 1).



Obr.1 Architektúra mobilnej časti ERTMS/ETCS

Ďalšie stavebné moduly, ktoré môže mobilná časť systému ERTMS/ETCS obsahovať, majú tento význam:

- TIU – jednotka modulu merania času, rýchlosti a prejdenej vzdialenosti; údaje z tejto jednotky majú pre činnosť systému ERTMS/ETCS zásadný bezpečnostný význam, pretože sú potrebné na výpočet rýchlostných kriviek;
- BTM – prenosový modul balízy; zaisťuje napájanie antény a spracúva dáta prenášané z balízy;
- LTM – prenosový modul slučky; spracúva dáta prenášané zo slučky;
- RTM – prenosový modul pre rádio; spracúva dáta prenášané komunikačnou sieťou GSM-R;
- STM – špecifický prenosový modul; zaisťuje dozor nad jazdou vlaku na trati, vybavenej pôvodným národným systémom vlakového zabezpečovača;
- MMI – zobrazovací a ovládací modul; zobrazuje rušňovodičovi údaje potrebné na bezpečné riadenie jazdy vlaku (napríklad aktuálnu rýchlosť vlaku, povolenú rýchlosť vlaku, priebeh rýchlostného profilu) a súčasne prostredníctvom tohto modulu zadáva rušňovodič potrebné dáta do systému a ovláda celý systém;
- JRU – modul, ktorý zaisťuje hodnoverný záznam relevantných prevádzkových informácií;
- CV – technický prostriedok, ktorý bezpečne zisťuje celistvosť vlaku; je umiestnený na vlaku;
- SNÍMAČE – technické prostriedky, ktoré umožňujú snímanie doplnkových údajov nutných na kontrolovanie jazdy vlaku (napríklad meranie aktuálnej rýchlosti vlaku);
- PROFIBUS – vlaková zbernica; zaisťuje komunikáciu medzi modulmi.

Vlak sa môže pohybovať po jazdnej ceste len vtedy, keď prijme platné povolenie na jazdu, ktoré sa na vlak prenáša balízou, slučkou alebo rádiom. Toto povolenie môže vydať staničné alebo traťové zabezpečovacie zariadenie alebo rádiobloková centrála RBC.

V prvých dvoch prípadoch sa prenos uskutočňuje len v čase, keď sa vlak nachádza nad bodovými prenosovými prostriedkami (balízou, slučkou). Rádiom možno povolenie na jazdu vysielat kedykoľvek, a to buď na základe žiadosti z vlaku, alebo inicializáciou staničných (traťových) zariadení. Inicializácia môže byť riadená udalostne alebo cyklicky. Povolenie na jazdu vlaku je ohraničené priestorovo alebo priestorovo a časovo. Prijatím platného povolenia na jazdu má vlak povolený pohyb do určitej vzdialenosti. Ak nedosiahne túto polohu do určitého času (daného prípadným časovým ohraničením), vlak musí zastaviť a povolenie na jazdu zanikne.

Povolenie na jazdu umožňuje vlaku jazdu s nulovou alebo nenulovou cieľovou rýchlosťou. Prítom povolenie na jazdu vlaku s nenulovou cieľovou rýchlosťou môže byť odovzdané na vlak, iba ak je za cieľovým miestom pripravená ďalšia jazdná cesta minimálne na zábrdnú vzdialenosť, ktorá je odvodená z predchádzajúcej cieľovej rýchlosti.

Súčasne s povolením na jazdu alebo samostatne môžu byť na hnačie vozidlo prenášané aj ďalšie dáta opisujúce trať pred vlakom (rýchlostné limity, sklony, príkazy a pod.). Aby bola kontrola jazdy vlaku úplná, treba zaisťiť, že všetky dáta budú odovzdané včas. Na prenos týchto dát možno použiť ľubovoľné prenosové prostriedky – balízy, slučky alebo rádio. Fixné dáta môžu byť vopred zadané do pamäte mobilnej časti systému ERTMS/ETCS.

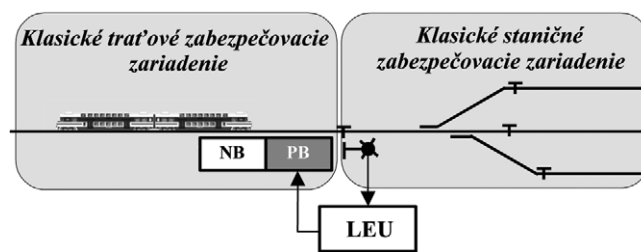
Na základe dát opisujúcich trať pred vlakom, dát charakterizujúcich vlak a povolenia na jazdu možno určiť pre každú polohu vlaku jeho maximálnu rýchlosť. Za predpokladu znalosti okamžitej polohy a okamžitej rýchlosti vlaku možno rozhodnúť, či sa vlak pohybuje v bezpečných hraniciach alebo ich už prekročil a podľa potreby rozhodnúť o nutných zásahoch do ďalšej jazdy vlaku.

Aplikačné úrovne systému ERTMS/ETCS

Charakteristika systému ERTMS/ETCS L1

Systém ERTMS/ETCS L1 je určený ako doplnok klasického staničného a traťového zabezpečovacieho zariadenia, ktoré riadi jazdu vlaku konvenčným spôsobom. Trať je navyše doplnená bodovými prenosovými prostriedkami - balízami, resp. skupinou balíz, prostredníctvom ktorých vlak získava všetky relevantné dáta. Balízy sú súčasne využité ako referenčný bod na výpočet vzdialenostných informácií a na určenie smeru jazdy vlaku. Z uvedeneho vyplýva, že systém ERTMS/ETCS L1 predstavuje vlakové zabezpečovacie zariadenie s bodovým prenosom dát. Balízy sú umiestnené v návestných bodoch (obr. 2).

Činnosť systému ERTMS/ETCS L1 vyžaduje nasadenie neprepínateľných balíz NB (na prenos časovo nepremenných informácií) aj prepínateľných balíz PB (na prenos časovo premenných informácií). Prepínateľné balízy PB sú cez rozhranie, ktoré je tvorené traťovou elektronickou jednotkou LUE, pripojené ku klasickému zabezpečovaciemu zariadeniu (informácia o aktuálnom návestnom znaku najbližšieho hlavného návestidla v smere jazdy vlaku sa vysielajú z prepínateľnej balízy PB na mobilnú časť systému ERTMS/ETCS L1). Aplikačná úroveň 1 nevyžaduje obojsmerný prenos informácií. Nevýhody vlakových zabezpečovacích zariadení



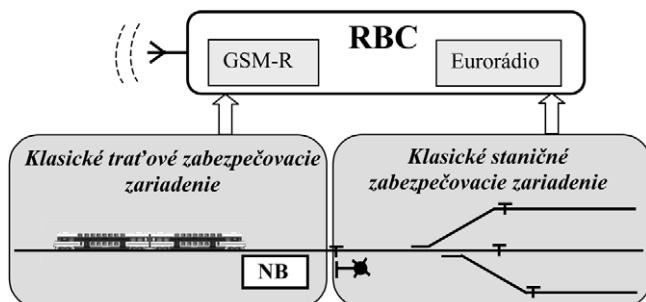
Obr.2 Blokovo schéma traťovej časti systému ERTMS/ETCS L1

ní s bodovým prenosom dát, najmä nutnosť znižovania rýchlosti pri jazde vlaku k návestidlu s návestou „Stoj“ aj vtedy, ak sa na tomto návestidle návestný znak zakazujúci jazdu vlaku zmenil na návestný znak dovoľujúci jazdu vlaku, možno čiastočne eliminovať doplnením stacionárnej časti systému ERTMS/ETCS o technické prostriedky (jedna alebo viac prídavných prepínateľných infillbalíz, euroslučka pokrývajúca celý úsek pred návestidlom alebo len jeho časť, infillrádio) na prenos doplnkovej informácie, tzv. funkcia Infill, ktoré umožňujú aktualizáciu prenosu návestného znaku na mobilnú časť systému ERTMS/ETCS.

Charakteristika systému ERTMS/ETCS L2

Systém ERTMS/ETCS L2 je tiež určený pre aplikácie na tratiach s klasickým staničným a traťovým zabezpečovacím zariadením. Tento systém predstavuje vlakové zabezpečovacie zariadenie s rádiovým prenosom informácií medzi stacionárnou a mobilnou časťou systému ERTMS/ETCS cez komunikačnú sieť GSM-R (obr. 3).

Informácie o polohe vlaku, voľnosti koľajových úsekov a pod., ktoré sú potrebné na činnosť systému ERTMS/ETCS L2, sa získavajú prostredníctvom výstroja klasických staničných a traťových zabezpečovacích zariadení. Na základe týchto informácií vysiela rádiobloková centrála RBC cez eurorádio a komunikačnú sieť GSM-R jednotlivým vlakom povolenie na jazdu spolu s ďalšími informáciami. Odpadá tak dodatočná kabelizácia k prepínateľným balízam. Časovo nepremenné informácie môžu byť prenášané rádiovým kanálom, resp. neprepínateľnou balízou NB alebo oboma spôsobmi. Neprepínateľné balízy NB slúžia ako referenčný bod na určenie vzdialenostných dát pre vlak a na určenie smeru jazdy vlaku. V prípade potreby možno použiť balízy aj ako obojsmerné.

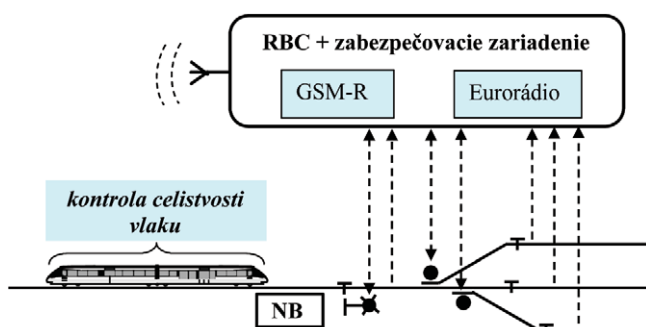


Obr.3 Bloková schéma traťovej časti systému ERTMS/ETCS L2

Použitie úrovne systému ERTMS/ETCS L2 umožňuje vylúčenie klasických svetelných návestidiel na trati z prevádzky.

Charakteristika systému ERTMS/ETCS L3

Systém ERTMS/ETCS L3 predstavuje vlakové zabezpečovacie zariadenie s rádiovým prenosom informácií medzi stacionárnou a mobilnou časťou systému ERTMS/ETCS cez komunikačnú sieť GSM-R. Jazda vlakov je riadená rádioblokovou centrálou RBC, do ktorej sú integrované funkcie zabezpečovacích zariadení (obr. 4).



Obr.4 Bloková schéma traťovej časti systému ERTMS/ETCS L3

Za predpokladu, že vlak bude vybavený technickým prostriedkom na bezpečnú kontrolu celistvosti vlaku, môže sám vlak cez komunikačnú sieť GSM-R bezpečne hlásiť svoju polohu a tým odpadá potreba klasických zariadení na detekciu vozidiel (za predpokladu rovnakého vybavenia, ako má aplikačná úroveň 2). Povolenie na jazdu vlaku sa vysiela z RBC cez eurorádio a cez komunikačnú sieť GSM-R. Neprepínateľné balízy NB slúžia predovšetkým ako referenčné lokalizačné body.

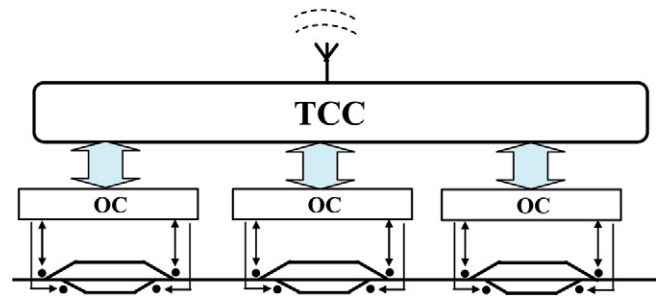
Aplikačná úroveň 3 vyžaduje obojsmerný prenos informácií medzi traťovou a mobilnou časťou systému ERTMS/ETCS. Ak je použitá táto aplikačná úroveň, zaniká potreba existencie pevných traťových oddielov a tým aj svetelných návestidiel.

Systém ERTMS/ETCS L3 umožňuje riadenie jazd vlakov v pohyblivých priestorových oddieloch.

Charakteristika systému ERTMS/ETCS LC

Systém ERTMS/ETCS LC predstavuje vlakové zabezpečovacie zariadenie s rádiovým prenosom informácií medzi stacionárnou a mobilnou časťou systému ERTMS/ETCS cez komunikačnú sieť GSM-R, ktorý je určený pre aplikácie na vedľajších tratiach (obr. 5).

Jednou z dôležitých podmienok na aplikáciu tejto úrovne je vzájomná kompatibilita jednotlivých aplikačných úrovní ERTMS/ETCS, t. j. možnosť jazdy vlakov vybavených mobilnou časťou systému ERTMS/ETCS LC po tratiach vybavených stacionárnou časťou systému ERTMS/ETCS úrovne L1, L2 alebo L3 a naopak, možnosť jazdy vlakov vybavených mobilnou časťou ERTMS/ETCS L2 alebo L3 na tratiach vybavených stacionárnou časťou systému ERTMS/ETCS LC.



Obr.5 Bloková schéma traťovej časti systému ERTMS/ETCS LC

Predpokladá sa, že mobilná časť systému ERTMS/ETCS LC bude vybavená rovnakým výstrojom ako mobilná časť systému ERTMS/ETCS L3. Tiež sa predpokladá funkčne podobné vybavenie stacionárnej časti ERTMS/ETCS LC ako pre úroveň L3, ale s minimálnym počtom balíz. Základnú časť tvorí riadiace dopravné centrum TCC, z ktorého sa riadi jazda vlakov a posunujúcich dielov v riadenej oblasti. Riadiace dopravné centrum TCC obsahuje rádioblokovú centrálu RBC, do ktorej sú integrované v potrebnom rozsahu funkcie staničného a traťového zabezpečovacieho zariadenia a súčasne disponuje aj funkciami diaľkového ovládania zabezpečovacích zariadení. Ovládače vonkajších objektov OC tvoria bezpečné rozhranie medzi TCC a vonkajšími objektmi (napríklad prestavníkmi, výkolajkami, pricestným zabezpečovacím zariadením). Komunikácia medzi TCC a OC je možná buď po existujúcich pevných vedeniach, alebo cez rádiovú sieť GSM-R.

Kooperácia ERTMS/ETCS s existujúcimi systémami

Minimálne na prechodné obdobie je nutné, aby na tratiach vybavených zariadeniami ERTMS/ETCS bola dovolená prevádzka vlakov vybavených len existujúcim národným systémom vlakového zabezpečovacieho zariadenia. Túto funkciu zaisťuje modul označovaný ako STM. Jeho úlohou je prijímať z existujúceho ná-

rodného systému informácie a transformovať ich do formátu ERTMS/ETCS. To umožní, aby činnosť ďalších častí systému ostala zachovaná tak, ako keby prijímali dáta zo systému ERTMS/ETCS.

Keď jednu alebo viac informácií nutných na úplnú funkciu systému ERTMS/ETCS nemožno odvodiť z informácií národného systému, treba použiť tieto opatrenia:

- do modulu STM zadať bezpečnú hodnotu chýbajúcej informácie;
- trať doplniť ETCS balízou, ktorá bude prenášať chýbajúcu informáciu.

Zámery ŽSR v oblasti aplikácie ERTMS/ETCS

ŽSR v súčasnosti realizujú projekt modernizácie trate Bratislava - Púchov, ktorého súčasťou je aj aplikácia systému ETCS L1. Nasaďenie systému ERTMS/ETCS L1 na sieť ŽSR predpokladá [2]:

- doplnenie systému ERTMS/ETCS L1 doplnkovými balízami; v úseku Bratislava - Púchov sa uvažuje o riadení jazdy vlakov automatickými hradlami s absolútnym významom návěstí „Stoj“ a so samostatnými predzvestami; pritom oddielové a vchodové návěstidlá vrátane samostatných predzvestí budú mať vždy dvojicu balíz, riadenú elektronickou jednotkou LEU, pripojenou na príslušné návěstidlo alebo predzvešť;
- zaistenie pokračovania jazdy vlakov v prípade dosiahnutia konca úseku dovolenej jazdy s čo najnižším vplyvom na plynulosť dopravy a pri zachovaní čo najvyššej bezpečnosti takým spôsobom, aby v prípade, že vlak na konci dovolenej jazdy nezastaví na balíze a nemôže preto prijímať informácie pre ďalšiu jazdu, mohol pokračovať v jazde na koniec dovolenej jazdy, ak sa na príslušnom hlavnom návěstidle rozsvieti povolujuca návěst,
- určovanie parametrov pre jazdu vlaku z návestného znaku návěstidla; preto majú informácie na displeji mobilnej časti ERTMS/ETCS L1 význam návěstí; táto koncepcia umožňuje:
 - riadiť jazdu vlakov, ktoré nie sú vybavené mobilnou časťou ERTMS/ETCS podľa návěstidiel umiestnených od seba na zábrzdňú vzdialenosť, ktorá zodpovedá maximálnej traťovej rýchlosti 120 km/h;
 - riadiť jazdu vlakov, ktoré sú vybavené mobilnou časťou ETCS; tieto vlaky môžu ísť rýchlosťou vyššou, ako je maximálna traťová rýchlosť uvažovaná pri stanovení zábrzdnej vzdialenosti, ak to umožňujú konštrukčné vlastnosti trate; v tomto prípade sa potrebné informácie zobrazujú na displeji mobilnej časti ERTMS/ETCS L1.

Záver

Systém ERTMS/ETCS L1 sa v súčasnosti považuje na Slovensku za prechodné riešenie, ktoré bolo vyvolané tým, že v čase prípravy modernizácie trate Bratislava - Púchov nebolo možné uvažovať na ŽSR s reálnym termínom ukončenia budovania siete GSM-R.

Použitím slučiek na prenos doplnkových informácií možno eliminovať aj obmedzenia, ktoré sú dôsledkom používania bodové-

ho prenosu informácií - nemožnosť okamžitej zmeny riadiacich informácií, obmedzenie súčasných jazdných ciest ochrannou dráhou, nízka cieľová rýchlosť na konci dovolenej jazdy, možnosť jej zvýšenia iba za cenu kratšej užitočnej dĺžky koľají.

Cieľom ŽSR je napojenie rozhodujúcich tratí na medzinárodnú sieť konvenčných tratí a dosiahnutie interoperability v súlade so smernicou EÚ č. 2001/16. V ďalších postupných krokoch sa uvažuje s vybudovaním siete GSM-R; úvodný projekt v úseku Bratislava - Nové Zámky je v štádiu prípravných prác. Tento projekt je zatiaľ pozastavený z finančných dôvodov, ale podnikajú sa kroky na zabezpečenie jeho financovania, ako aj jeho skorého rozšírenia na trať Bratislava - Žilina. V tejto súvislosti sa tiež uvažuje s implementáciou ERTMS/ETCS L2 na trati Kúty - Bratislava - Nové Zámky (Štúrovo). V závislosti od budovania siete GSM-R sa bude v ďalších stavbách modernizácie rozhodovať o postupe v implementácii ETCS.

Cieľovým zámerom ŽSR v oblasti ERTMS je dosiahnutie interoperability na konvenčných tratiach v súlade so smernicou 2001/16 EC.

Na porovnanie Česká republika i Poľsko plánujú aplikovať na svojej železničnej sieti iba systém ERTMS/ETCS L2 [3], [4].

Literatúra

- [1] VIŠNOVSKÝ, K.: Technické řešení stacionární části systému ERTMS/ETCS v úrovni L1, L2, LC. Medzinárodná konferencia „Aplikace ERTMS/ETCS v ČR“, Pardubice, 2004.
- [2] DOHNALÍK, B.: Zámery ŽSR v oblasti aplikácie ERTMS/ETCS. Medzinárodná konferencia „Aplikace ERTMS/ETCS v ČR“, Pardubice, 2004.
- [3] KUNHART, M., OUŘEDNÍČEK, J.: Systém ERTMS/ETCS a přizpůsobení stávající železniční zabezpečovací infrastruktury v ČR pro jeho aplikaci. Medzinárodné sympóziu Žel 2004, Žilina, 2004, s. 135 - 144.
- [4] BIAŁOŃ, A., MIKULSKI, J.: ERTMS application for Railways Polish. Medzinárodné sympóziu Žel 2005, Žilina, 2005, s. 186 - 193.
- [5] Architektúra ERTMS.
<http://www.ertms.com/architecture.html>

doc. Ing. Jiří Zahradník, PhD.

doc. Ing. Karol Rástočný, PhD.

**Katedra riadiacich a informačných systémov
Elektrotechnická fakulta Žilinskej univerzity v Žiline
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
Tel.: 041/513 33 09
e-mail: jiri.zahradnik@fel.utc.sk
karol.rastocny@fel.utc.sk**