

ИЗСЛЕДВАНЕ НА БЪДЕЩО ХИБРИДНО НИВО 3 ЗА ЕВРОПЕЙСКИТЕ ЖЕЛЕЗНИЦИ

Ади Коруни, Ивайло Топалов, Борислав Бояджиев

koruni@abv.bg, ivo.topalov@gmail.com, bboiadjiev@vtu.bg

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”

гр. София, ул. „Гео Милев” 158

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *ERTMS, Hybrid Level 3, ETCS, GSM-R*

Резюме: *В доклада е описано настоящото състояние на Европейската система за управление на железопътния трафик (ERTMS), като акцентът е върху концепцията, предизвикателствата, вида на внедряването, ползите и възможностите, процеса на развитие, основните принципи и защита на влаковете, които се осигуряват от ERTMS хибридно ниво 3 (Hybrid Level 3).*

Изследването посочва предимствата на ERTMS хибридно ниво 3 като: Подобър капацитет на железопътния трафик; Намалени разходи; Подобрена гъвкавост и Повишена надеждност в сравнение с ETCS ниво 2. Специално внимание е обърнато на ETCS ниво 3 с подвижен блок-участък като едно от следващите поколения железопътни осигурителни системи, които в момента са подложени на пробни изпитвания, обещавайки по-добри показатели за разходи и надеждност.

Посочени са предизвикателствата и типовете реализации на ETCS ниво 3. Обсъдени са предимствата при движението или управлението на влак с фиксиран блок-участък. Проследен е сценарият на подвижния блок-участък, за да се покажат изискванията за времето забавяне на предаването. Разгледани са накратко ползите и възможностите от използването на хибридно ниво 3, за да се обяснят проблемите на безопасността в диаграмата за състоянието на участъците и необходимите мерки за защита от влакове, които не отчитат позицията и състоянието си.

1. Въведение

Европейската система за управление на железопътния трафик (ERTMS) е „основен европейски промишлен проект на ЕС“ за подобряване на транс-граничната оперативна съвместимост и уеднаквяване на осигурителната техника чрез създаване на единен общо-европейски стандарт за железопътна сигнализация с крайна цел за подобряване на конкурентоспособността на железопътния сектор [1].

❖ **Системата съдържа три основни елемента:**

✓ **GSM-R** - комуникационният елемент, съдържащ както гласова комуникация между управляваните превозни средства и диспечерите по линията, така и комуникация на данни за ETCS.

✓ **ETCS** (Европейска система за управление на трафика). Това е сигнализационният елемент на системата, който включва контрол на органите за управление, автоматична локомотивна сигнализация и автоматична блокировка.

✓ **ETML** (Европейски слой за управление на влаковете). Това е нивото на управление на трафика, предназначено да оптимизира движението на влаковете чрез „интелигентна“ интерпретация на разписанията и данните за движение на влаковете. То включва подобряване на управлението на подвижния състав в реално време и планиране на маршрута – гъвкаво управление на железопътния възел и доставка на оперативна информация до клиента и персонала.



Фиг. 1 Функционална структура на ERTMS

На фиг.1 е показана функционална структура на ERTMS и надграждането и върху съществуващите съвременни системи за влаков контрол с централизирано одалечено управление и връзка към един или няколко центъра за управление на трафика. Трябва да се отбележи, че функциите за управление на прелези трябва да се сведат до минимум главно до прелези в района на гарите – при движение на подвижния състав с ниска скорост, тъй като трасетата за и над 160км/ч понастоящем задължително се проектират и изграждат на две нива.

2. Концепция за ETCS ниво 3

ETCS ниво 3 по принцип е включено още в първите спецификации на ERTMS, но едва след като спецификациите бяха усъвършенствани достатъчно (базова линия 3), железниците започнаха сериозно да мислят за прилагане на ниво 3.

❖ ETCS ниво 3 се осъществява в 4 различни варианта [2]:

- Подвижен блок-участък без пътно оборудване за откриване на влак;
- Подвижен блок-участък с пътно оборудване за откриване на влак;
- Фиксиран виртуален блок-участък без пътно оборудване;
- Фиксиран виртуален блок-участък с пътно оборудване.

Концепцията на хибридно ниво 3 (HL3) е реализация, която допълва спецификациите на ERTMS базова линия 3, без да ги променя. HL3 значително намалява пътното оборудване в сравнение с ETCS ниво 2. Запазването на част от пътното оборудване на ETCS ниво 2 намалява недостатъците на „чистото“ ниво 3.

ETCS ниво 3 има допълнителна функционалност спрямо ETCS ниво 2, основаваща се на местоположението и на целостта на влака, което означава, че

пътните влакове могат да се движат безопасно, без наличието на пътно оборудване за установяване наличието на влак – релсови вериги или броячи на оси.

ETCS Ниво 3 се основава на обикновено радио комуникационно решение [3]. Положението на влака се отчита в Радио Блок център (RBC) поне на всеки пет секунди. Тази информация се основава на данните, получени от поредица монтирани по трасето Евробализи (Eurobalise). Полученото референтно положение се коригира чрез точна одометрия на влака, която изчислява изминатото разстояние от последните бализи.

Обобщената информация, изведена върху дисплея на машиниста дава „Разрешение за движение“ (Movement Authority – MA) на влак, като посочва докъде е разрешено движението. MA може да се даде на влак чрез осигурителната система посредством централно устройство, RBC, евробализа или шлейф (Euroloop). MA може да бъде с ограничение в пространството или във времето и пространството.

След получаване на MA влакът може да продължи в направлението си до посочена точка. MA позволява на влака да се придвижи до спиране при „Край на разрешението за придвижване“ (End Of Authority – EOA) на влака или да продължи след тази точка с ограничена скорост до „Границата на разрешение за придвижване“ (Limit of Authority – LOA) на влака – с намалена скорост и със специално разрешение за движение [4].

3. Предиизвикателства и видове реализации от ETCS ниво 3

Ниво 3 изисква влаковете да бъдат оборудвани с допълнителна функционалност – за наблюдение на целостта на влаковете (Train Integrity Monitoring – TIM). Целта на функцията TIM е да информира пътното оборудване на ETCS, че влакът е цял по отношение на отчетената дължина, осигурявайки сигурност в местоположението на опашката на влака и че влакът не се е скъсал от предишното съобщено положение [5].

Монтирането на ETCS и система TIMS е скъпо предиизвикателство, така че хибридно ниво 3 трябва да се справя с различна конфигурация на влакове. Но за влаковите композиции с променлив подвижен състав (товарните влакове) все още нямат разработена такава надеждна работеща TIMS система [6].

Хибридно Ниво 3 използва ограничено количество бализи за позициониране по релсовия път [5]. Цялата концепция на ETCS ниво 3 разчита изцяло на условието, че по релсовия път се знае по всяко време позицията и състоянието на целостта на всяко возило, които физически присъстват в зоната, която се контролира. Проблемът е, че на практика това условие не винаги може да бъде изпълнено. Когато няма връзка возилото вече не се вижда от пътното оборудване и дори ако пътното оборудване помни последното съобщено положение на возилото и зоната, като няма гаранция, че то ще остане в тази зона. Возилото може да се движи и без разрешение [5]. Безопасността ще се основава само на оперативни процедури.

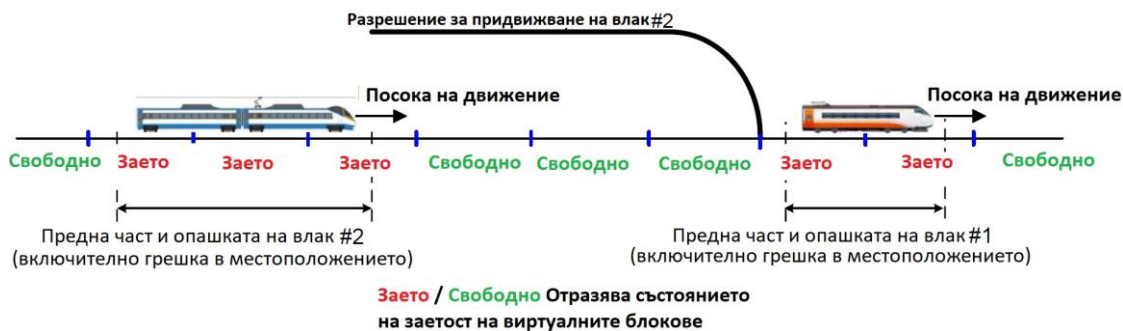
❖ Видовете от ETCS ниво 3, които са на различни нива на завършеност от гледна точка на дефиниция и развитие, са:

- Насложено;
- Хибридно;
- С Виртуален блок-участък;
- С Подвижен блок-участък.

От тях Хибридно ниво е най-завършено и е дефинирано подробно [5]. Другите са по-слабо развити и затова са обхванати само на концептуално ниво, надграждайки разбирането, получено при дефиницията на хибридно ниво 3.

4. Подвижен и фиксиран блок-участък

Понятието Хибридно ниво 3, както е определено в момента, използва тъй наречените „Фиксирани виртуални блок-участъци“. (Фиг. 2) [6].



Фиг. 2 Система с фиксирани виртуални блок-участъци



Фиг. 3 Система с подвижни блок-участъци

В сравнение с подвижните блок-участъци (Фиг. 3), фиксираните виртуални блок-участъци имат по-малко влияние върху съществуващите системи по железопътната линия като RBC, центровете за контрол на трафика, както и върху експлоатационните процедури.

5. Сценарий на подвижен блок-участък

Влакът е оборудван с устройство за местоположение (Location Unit – LU) и бордово устройство (On-Board Unit – OBU), докато RBC е компонент на пътното оборудване (Фиг. 4) [7]. LU получава местоположението на влака от спътниците на Европейската глобална навигационна спътникова система (GNSS) и изпраща това местоположение, както и целостта на влака до OBU, което от своя страна изпраща тази информация на RBC, който от своя страна го изпраща до центъра за управление на движението и до OBU заедно с ограниченията на скоростта и конфигурацията на маршрута, като посочва пространството, в което влакът може да пътува безопасно. Въз основа на разстоянието за безопасност с предхождащи влакове, RBC изчислява МА, като комуникира със съседни RBC и използва знанията си за позициите на стрелките и на други влакове (начална позиция и на опашката) и комуникира със система за управление на маршрута (Route Management System – RMS). В посочените сценарий се абстрахираме от RMS и комуникация между съседни RBC, защото ние считаме според регламента от неговата спецификация за функционален интерфейс [8], че в даден момент един влак е в комуникация с един RBC. До тези физически компоненти съществуват две времеви ограничения.

❖ OBU трябва да спазва:

- Местоположението се актуализира непрекъснато на всеки 5 секунди и
- МА трябва непрекъснато да се актуализира в рамките на 10 секунди.



Фиг. 4 Преглед на ERTMS железопътна сигнализация с подвижен блок-участък

Ако OBU не получи МА в рамките на 10 секунди от предишното МА, OBU трябва да подаде команда за екстрено спиране [9].

6. Заключение

Комбинацията от GPS/GSM-R за определяне местоположението на влака и детекция откъм релсовия път осигурява информацията за откриване на влаковете и защита срещу рисковете от неидентифицирани возила по железния път.

Възможността за използване на съществуващото пътно оборудване за установяване наличието на влак в концепцията на Хибридно ниво 3 носи редица предимства, когато няма налична информация за скъсвания на влака или целостта на влака не е известна. Хибридно ниво 3 позволява движението на смесен подвижен състав с и без контрол на целостта, управлява и сценарии за места, където има скрит влак или който извършва маневри. Експлоатационните правила, разработени за ниво 2 могат да се използват и в хибридно ниво 3 с минимална промяна.

7. ЛИТЕРАТУРА:

- [1] <https://uic.org/IMG/pdf/eu-ertms-en.pdf>
- [2] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X17301833>
<https://nmacedo.github.io/pubs/STTT19.pdf>
- [3] https://www.eurailpress.de/fileadmin/user_upload/SD_1_2-2018_Bartholomaeus_ua.pdf
- [4] http://www.ertms.be/sites/default/files/2018-03/16E0421A_HL3.pdf
- [5] <https://irse.nl/resources/170314-ERTMS-L3-The-gamechanger-from-IRSE-News-Issue-232.pdf>
- [6] https://eprints.soton.ac.uk/421697/1/ERTMS_L3_Hybrid.pdf
- [7] https://www.era.europa.eu/sites/default/files/activities/docs/appendix_a_ope_tsi_v5_en.pdf
- [8] https://openportal.isti.cnr.it/data/2019/406686/2019_%20406686.postprint.pdf

INVESTIGATION ON THE FUTURE HYBRID LEVEL 3 FOR EUROPEAN RAILWAYS

Adi Koruni, Ivaylo Topalov, Borislav Boyadjiev

*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

Key Words: *ERTMS, Hybrid Level 3, ETCS, GSM-R*

Abstract: *Report describes the current state of the European Rail Traffic Management System (ERTMS), focusing on the concept, challenges, type of implementation, benefits and opportunities, development process, basic principles and protection of trains protected by ERTMS Hybrid Level 3.*

The study points out the advantages of ERTMS hybrid level 3 such as: Better traffic capacity; reduced costs; improved flexibility and increased reliability compared to ERTMS level 2. Special attention is paid to ETCS Level 3 moving block, as one of the next generations of railway signaling systems, which are currently being tested, promising better cost and reliability indicators.

The challenges and types of implementations of ETCS level 3 are indicated, the advantages of the movement or management of a train with a fixed block are discussed. The scenario of the moving block was tracked to show the requirements for transmission delay. The benefits and possibilities of using hybrid level 3 are briefly discussed to explain the safety issues in the section condition diagram and the necessary protection measures against not reporting position and condition trains.