

---

## **ГРАФИЧЕН ИНТЕРФЕЙС ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МЕСТОПОЛОЖЕНИЕТО НА INFILL БАЛИЗИТЕ В СИСТЕМАТА ETCS НИВО 1 В УСЛОВИЯТА НА БДЖ**

**Ташко Николов, Георги Ганчев**  
[tan@tu-sofia.bg](mailto:tan@tu-sofia.bg), [gantchev\\_g@yahoo.com](mailto:gantchev_g@yahoo.com)

**Технически университет – София  
БЪЛГАРИЯ**

*Ключови думи: ETCS, infill бализа, главен сигнал, графичен интерфейс*

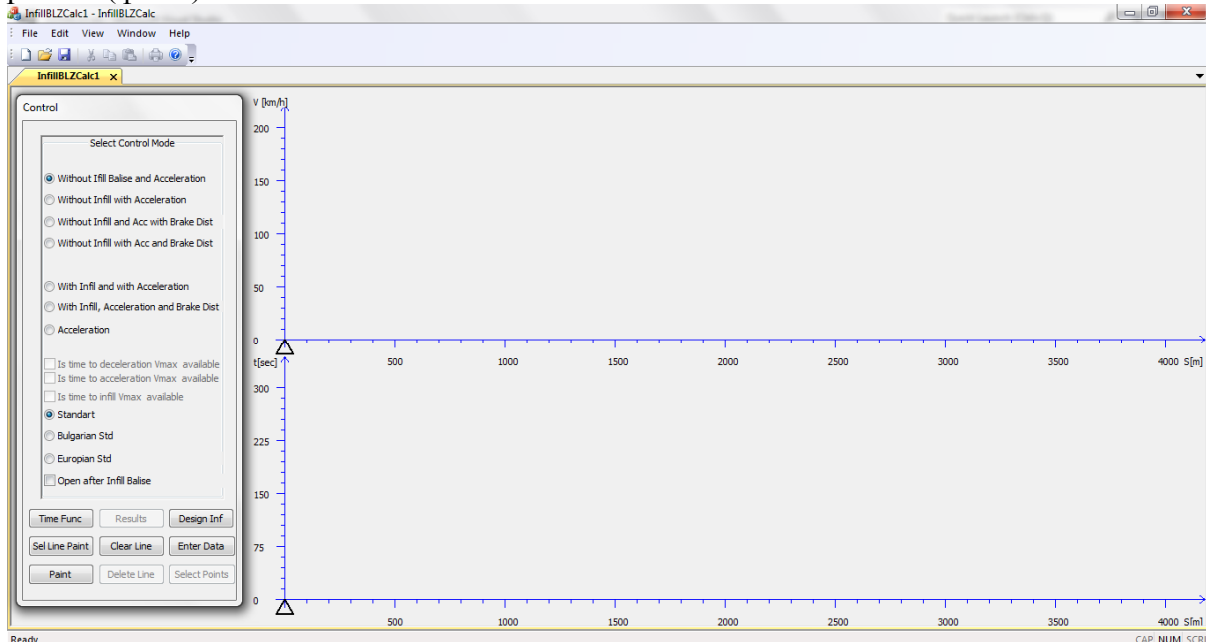
*Резюме: За автоматично регулиране движението на влаковете и по-голяма безопасност в железопътния транспорт, последните години в Европа и българските железници се използва система ETCS (Европейска система за контрол на влаковете) ниво 1 с т.н. infill бализи. Разстоянието от infill бализата до съответния главен сигнал е спорно и зависи от много параметри и е различно за различните ж. п. администрации. За да бъде определено най-целесъобразното място на разположение на infill бализата при условията на БДЖ, е разработен програмен продукт за автоматично изчисляване на местоположението на infill бализата на базата на разнообразни входни данни. Изчисляват се и многообразни помощни данни, които са полезни за проектирането на участъка, където ще бъде разположена infill бализата. Продуктът е снабден с графичен интерфейс, който улеснява работата с него и визуализацията на данните. Предмет на настоящата статия е описание на цитирания по-горе графичен интерфейс и резултатите от работата с него.*

### **1. ВЪВЕДЕНИЕ**

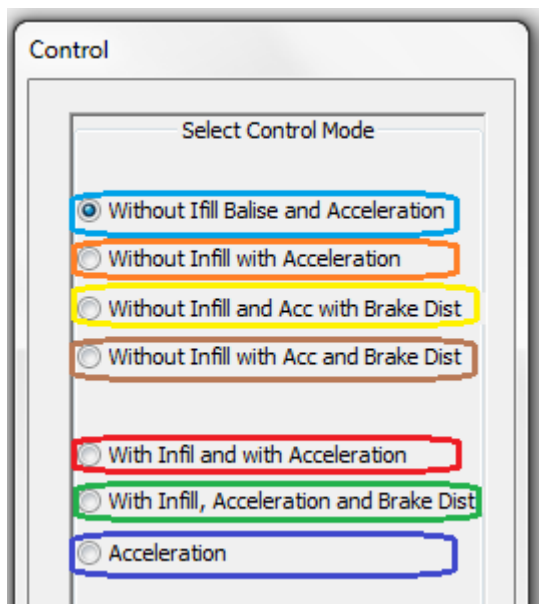
Разработеният от авторите и описан в [1] и [2] математически модел за определяне на местоположението на използваните в железопътния транспорт т.н. infill бализи, позволява да се оптимизира тяхното местоположение, като се пести време за излишно спиране и ускоряване. Това се постига чрез обемни изчисления при определени гранични условия и разнообразни входни данни като максимална скорост, допустимо ускорение, скорост на приближение на затворен сигнал и други такива. Местоположението на infill бализата между предупредителния сигнал и входния сигнал е спорно и зависи от скоростите, с които влакът преминава предупредителния сигнал и е различно за различните ж. п. администрации. За да бъде определено най-целесъобразното място на разположение на infill бализата при условията на БДЖ, е разработен програмен продукт за автоматично изчисляване на местоположението на infill бализата на базата на разнообразни входни данни. Продуктът е снабден с графичен интерфейс, който улеснява работата с него и визуализацията на данните. Създадена е възможност за въвеждане на многообразни помощни данни, които са полезни за проектирането на даден участък, където ще бъде разположена infill бализата. Предмет на настоящата статия е описание на цитирания по-горе графичен дизайн и резултатите от работата с него.

## 2.НАЧАЛЕН ЕКРАН.

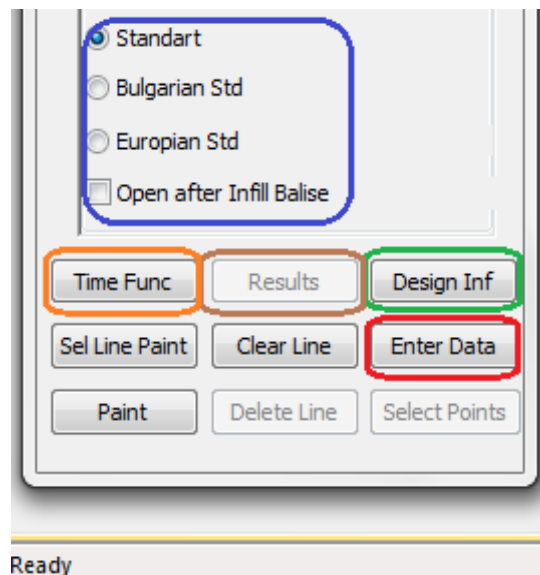
При стартиране на програмата се появява началния екран, който съдържа две координатни системи, на които се изобразяват функциите  $V = f(s)$  (зависимост на скоростта на движение на влака  $V$  от пътя  $s$  – разстоянието между предупредителния сигнал и входния сигнал и зависимост  $t = f(s)$  между времепътуването  $t$  от пътя  $s$ ). Началният екран (фиг.1) съдържа панел за контрол, от който се избира режима на работа (фиг.2).



Фиг.1 Начален екран на графичния интерфейс.



Фиг.2 Панел за контрол



Фиг. 3 Панел за контрол

С радио бутоните се избира режим на четране на функциите  $V = f(s)$  и  $t = f(s)$  - **Without Infill Balise and Acceleration** – режим на работа, в който се изчислява и визуализира само кривата на спиране; **Without Infill with acceleration** – режим на работа, в който се изчисляват и визуализират само кривите на спиране и ускорение;

**Without Infill Balise and Acc with Brake Dist** – режим на работа, в който се изчислява и визуализира само кривата на спиране в участък, в който влакът се движи със скоростта, с която преминава предупредителния сигнал; **Without Infill with Acc with Brake Dist** – режим на работа, в който се изчисляват и визуализират само кривите на спиране и ускорение в участък, в който влакът се движи със скоростта, с която преминава предупредителния сигнал; **With Infill and with Acceleration** – режим на работа, в който се изчисляват и визуализират кривите на спиране, ускорение, infill ускорение и съответно линейните участъци; **With Infill, Acceleration and Brake Dist** – режим на работа, в който се изчисляват и визуализират само кривите на спиране и infill ускорение в участък, в който влакът се движи със скоростта, с която преминава предупредителния сигнал; **Acceleration** – режим на работа, в който се изчислява и визуализира само кривата на ускорение.

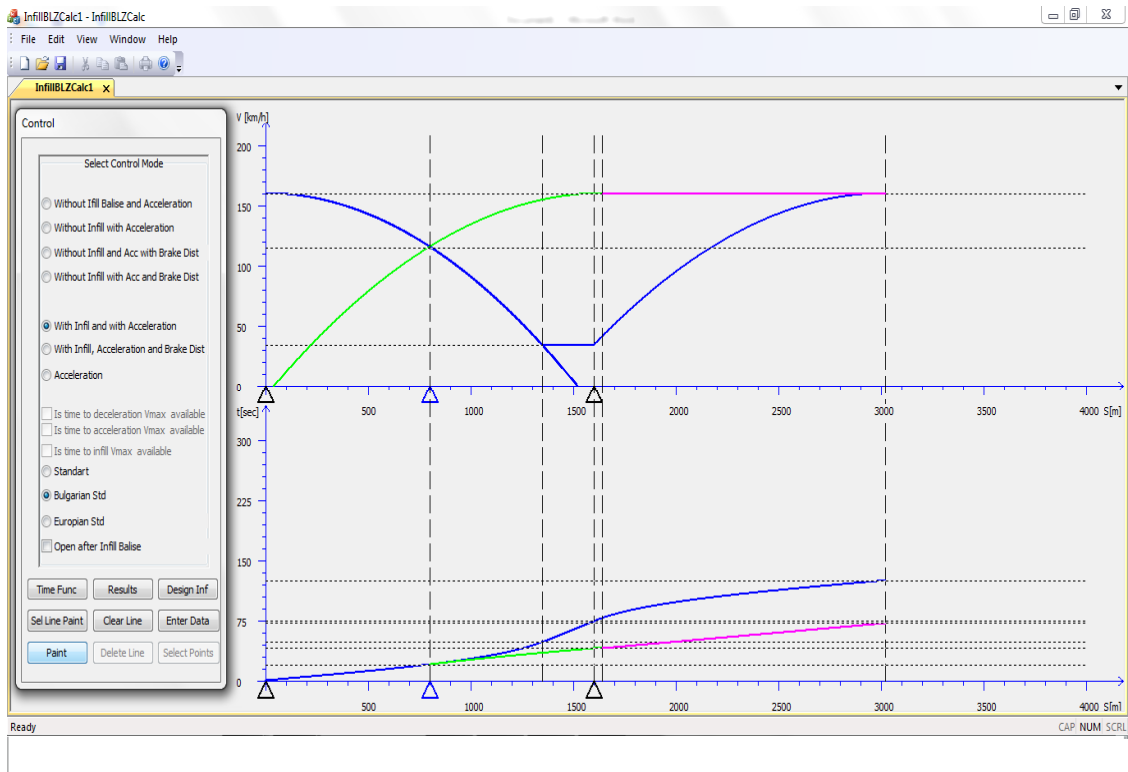
### 3. ИЗЧИСЛЯВАНЕ И ЧЕРТАНЕ НА ГРАФИКИ ПРИ ФИКСИРАНА ПОЗИЦИЯ НА INFILL БАЛИЗАТА. ЗАДАВАНЕ НА ВХОДНИ ДАННИ.

На началния (главен) екран се избира режим на изчисляване и чертане на графики, според поставената задача. Режимът на работа се избира от радио - бутоните на контролния панел. Чрез бутон “Enter Data” на контролния панел (фиг.3) се появява екран за въвеждане на потребителски данни (фиг.4). В зависимост от избрания режим се попълват съответните полета за максимална скорост, с която влакът преминава предупредителния сигнал, максимална скорост на ускорение, прицелна скорост, разстояние между предупредителния и входния сигнали, местоположение на infill бализата, максимално ускорение на спиране и ускоряване, защитно разстояние преди и след infill бализата, цвят и дебелина на изчертаване на различните функции от графиката, показани на фиг.5.

The screenshot shows a dialog box titled "Enter Data (with/without) Infill Balise Acceleration/Deceleration curves". It contains the following fields and options:

- Enter Velocity MAX Deceleration(Warning Signal) [km/h]: 0 km/h
- Enter Distance to Main Signal [m]: 0 m
- Enter Brake Distance after Warning Signal: 0
- Enter Velocity MAX Acceleration [km/h]: 0 km/h
- Enter the Max Acc to Vmax for acc (0-5): 0 sec/m<sup>2</sup>
- Enter the Position of Infill Balise [m]: 0 m
- Enter Max Velocity Acceleration for Infill [km/h]: 0 km/h
- Enter the Max Acc to Vmax for Infill (0-5): 0 sec/m<sup>2</sup>
- Enter Vmin Dec: 5 km/h Time to Vmax acc: 0 sec
- Enter dist after Main Sig: 10 m Time to Vmax infill: 0 sec
- Enter dist before Main Sig: 5 m
- Dec/Acc:  Bold,  Solid
- Dec/Acc Color:  Blue,  Green,  Cyan,  Magenta,  Red,  Yellow
- Infill Color:  Blue,  Green,  Cyan,  Magenta,  Red,  Yellow
- Line Seg Color:  Blue,  Green,  Cyan,  Magenta,  Red,  Yellow

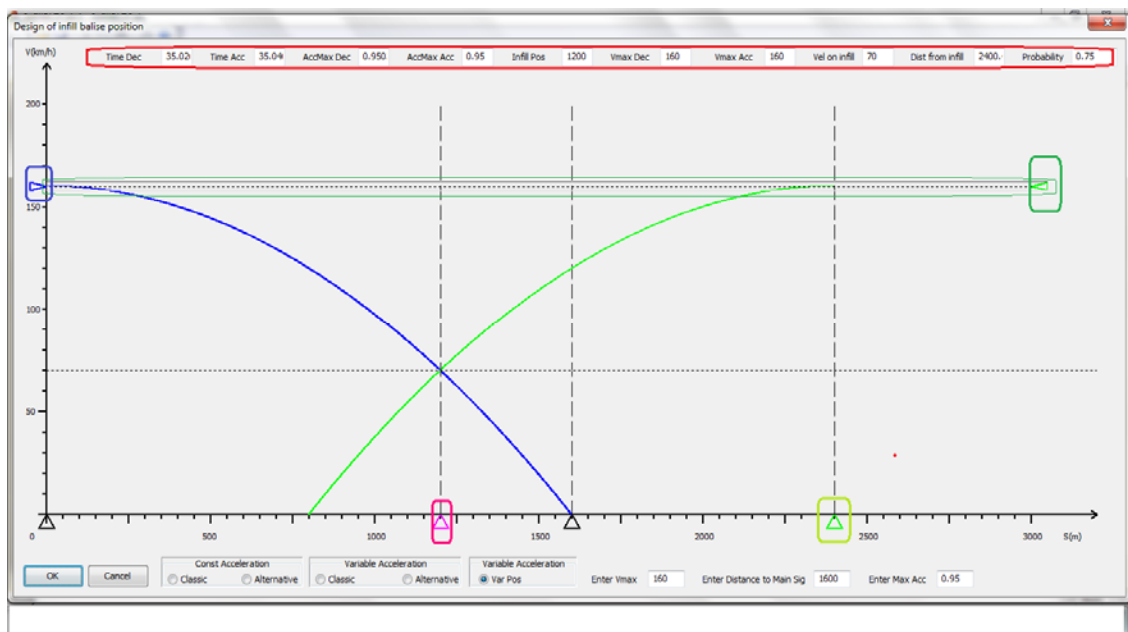
Фиг. 4 Екран за въвеждане на потребителски данни



Фиг. 5. Функции на пътя  $s(t)$ , скоростта  $v(t)$  и ускорението  $a(t)$  от времето.

#### 4. ИЗЧИСЛЯВАНЕ И ИЗЧЕРТАВАНЕ НА ПОЗИЦИЯТА НА INFILL БАЛИЗАТА ПО РАЗЛИЧНИ МЕТОДИ.

На Контролния панел чрез бутон "Design Inf" на екрана се появява прозорец "Design of a infill balise position".



фиг.6 Крива на спиране и ускорение

Както се вижда от начертаната графика, на екрана са изобразени кривата на спиране и кривата на ускорение. Позицията на infill бализата  $\Delta$  е изчислена по класическия метод за параболата. Параболите са изчислени и изобразени според началните входни данни. В горната част на екрана са изобразени полета (червено) с някои изходни данни:

**Time Dec** – времето, за което влакът изминава разстоянието от предупредителния сигнал до infill бализата [s], **Time Acc** – времето, за което влакът изминава разстоянието от infill бализата до точката, в която достига максималната зададена скорост [s], **AccMax Dec** – максимално ускорение при спиране [ $m/s^2$ ], **AccMax Acc** – максимално ускорение при ускоряване [ $m/s^2$ ] **Infill Pos** – позиция на infill бализата (разстояние от предупредителния сигнал) [m] **Vmax Dec** – скоростта, с която влакът влиза на предупредителния сигнал [km/h], **Vmax Acc** – скоростта, която влакът достига при ускорение след infill бализата [km/h], **Vel on infill** – скоростта, която влакът достига върху infill бализата [km/h], **Dist from infill** – разстоянието между infill бализата и точката, където влакът се е ускорил до максимална скорост [m], **Probability** – вероятността, показанието на входния сигнал да се смени преди влакът да е достигнал infill бализата.

Даденият метод има четири степени на свобода. Промяна на позицията на infill бализата  $\Delta$ , промяна на позицията на край на ускорението  $\Delta$ , промяна на скоростта при влизане на предупредителния сигнал  $\Delta$  (0 ÷ 210), промяна на максималната скорост на ускорение  $\Delta$  (0 ÷ 210). Тези промени се извършват плавно, като веднага се изчисляват и отразяват в полетата за изходни данни изброени по – горе. Интерфейсът за извършване на тези промени е графичен, което дава по – добра възможност за онагледяване(фиг.6).

## 5. ИЗБОР НА СЦЕНАРИЙ.

От различни съображения разстоянието между infill бализата и входния сигнал в системата на НКЖИ се определя да е 400м, при което времепътуването от предупредителния сигнал до infill бализата трябва да е равно на това между infill бализата и входния сигнал. Съпадението обаче е случайно, защото изискването на НКЖИ идва от условията за видимост на сигналите – 400м. Логиката е да не се „притиска“ машинистът да спира след като вижда отворен сигнал. С направените подолу изследвания се цели от една страна да се установи дали infill бализата въобще може да отговори на очакванията за ефективност и от друга, ако тя наистина допринася за положителен резултат, то къде трябва да се разположи, за да има най-голяма полза от нея. Изследвани са следните сценарии:

5.1. Прицелната точка на спирачната крива е на самия прицелен сигнал. Това е основния случай, който служи само за сравнение, защото е неприложим по различни причини, най-вече заради точността на измерване на разстоянието. За нашите изследвания този сценарий ще се нарича „Standart“;

5.2. Прицелната точка на спирачната крива е на 5% преди прицелния сигнал. С това се цели да се преодолеят неточностите при измерване на пътя, които се дължат на скоростомера, износването на колелата, влошена адхезия към пътя и др. Поради факта, че влакът може да спре прекалено рано (около 75м преди входен сигнал), се въвежда скорост на приближение на затворен сигнал, която в България е прието да е 40km/h. Действителната скорост на приближение обаче е 34km/h (-3km/h за кривата на аварийно спиране и -3km/h за служебно спиране). За нашите изследвания този сценарий ще се нарича „BG Standart“;

5.3. Прицелната точка на спирачната крива е след прицелния сигнал. В много железопътни администрации е прието, че не е фатално подминаването на затворен сигнал с определено разстояние от порядъка между 10м и 50м. Практически това се получава, когато сигналът се измести с това разстояние преди края на контролирания участък. Това предотвратява ненужното по-ранно спиране на влака както е във втория сценарий. За нашите изследвания този сценарий ще се нарича „European Std“.

Чрез описания по-горе продукт са получени множество графични функции, което дава възможност да се сравняват отделните сценарии.

Статистическите резултати се представят както в табличен вид, така и автоматично могат да бъдат запазени в Ексел-ски файл (фиг. 7).

VE/PARAM	WARNING SIG	END BREAK DIST	INFILL BALISE POS	START INFILL ACC	START BG	END BG	MAIN SIG	END
ance	0	358	800	800	1377	1600	1600	
eration Velocity	140	358	120	120	34	34	34	
l Velocity						34	34	
l Velocity			120	120				
Seg Velocity							160	
eration Time	0	9	21	20	49	72	72	
eration Time						72		0
l Time			20	20				
Seg Time								39

Фиг.7 Табличен вид на получените резултати

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продуктът дава възможност за много гъвкаво определяне местоположението на infill бализата, съобразено с конкретната ситуация и изискванията на техническото задание. Изчисляват се редица статистически данни, на базата на които може да се направи сравнителна оценка на икономическия и техническия ефект от различни решения и сценарии в конкретна ситуация.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Nikolov T.A., Ganchev G.I., Software model for optimization of infill balise location in ETCS, level 1 in rail transport, Sofia, ICEST June 2015
- [2] Nikolov T.A., Ganchev G.I., Positioning the infill balise before entry signals – benefit or ineffective cost?, EURO-ZEL 2015, June 2015, Žilina, SK

# GRAPHICAL USER INTERFACE FOR DETERMINING THE LOCATION OF THE INFILL BALISES IN THE SYSTEM OF ETCS LEVEL 1 IN THE CONDITIONS OF BDZ

**Tashko Nikolov, Georgi Ganchev**  
[tan@tu-sofia.bg](mailto:tan@tu-sofia.bg), [ganchev\\_g@yahoo.com](mailto:ganchev_g@yahoo.com)

*Technical University – Sofia*  
**BULGARIA**

**Key words:** ETCS, infill balise, main signal, graphical user interface

**Abstract:** For automatic regulation of train traffic and greater safety of railway transport, in recent years in Europe and in Bulgarian railways the system ETCS (European Train Control System) level 1 with the so-called infill balises is used. The distance from the infill balise to the respective main signal is disputable and depends on a number of parametres, as it differs among the various railway administrations. In order to determine the most appropriate place of locating the infill balise in the conditions of BDZ, a software product is developed for automatic calculation of the infill balise location based on various input data. Multiple ancillary data are also calculated, as they are helpful for designing the section in which the infill balise will be located. The product is equipped with a graphical user interface, facilitating the work with it and the data visualization. Subject of this article is a description of the aforementioned graphical user interface and the results from the work with it.