



Получена: 20.12.2019 г.

Приета: 22.01.2020 г.

ИНСТАЛАЦИИ ЗА ПОЖАРОГАСЕНЕ НА ЖП ТУНЕЛ 2 ПО ЛИНИЯТА ВИДИН – МЕДКОВЕЦ

Ж. Нейкова¹

Ключови думи: жп тунел, инсталация за пожарогасене с вода, инсталация за пожарогасене с пяна, пожарни струйници, пожарни хидранти

РЕЗЮМЕ

Проектът за инсталациите за пожарогасене на жп Тунел 2 по линията Видин – Медковец е изпълнен по съвременните европейски регламенти в областта на жп строителството. Инсталациите за пожарогасене са проектирани съгласно нормативната уредба в Република България и след съгласуване със заинтересованите институции в строителството и експлоатацията на жп линията и с ГД „Пожарна безопасност и защита на населението“. Коментирани са някои изисквания, които са в допълнение на разписаните в документите.

1. Въведение

Проектът на жп Тунел № 2 е част от Технически проект на жп участък Видин – Медковец по проект: Проектиране и строителство на железопътна линия Видин – София, част от европейската железопътна мрежа. Проектът е съфинансиран от Европейския съюз по Оперативна програма „Транспорт“. Чрез този проект развитието на транспортната инфраструктура в България получава ново измерение, отразено в [9, 10].

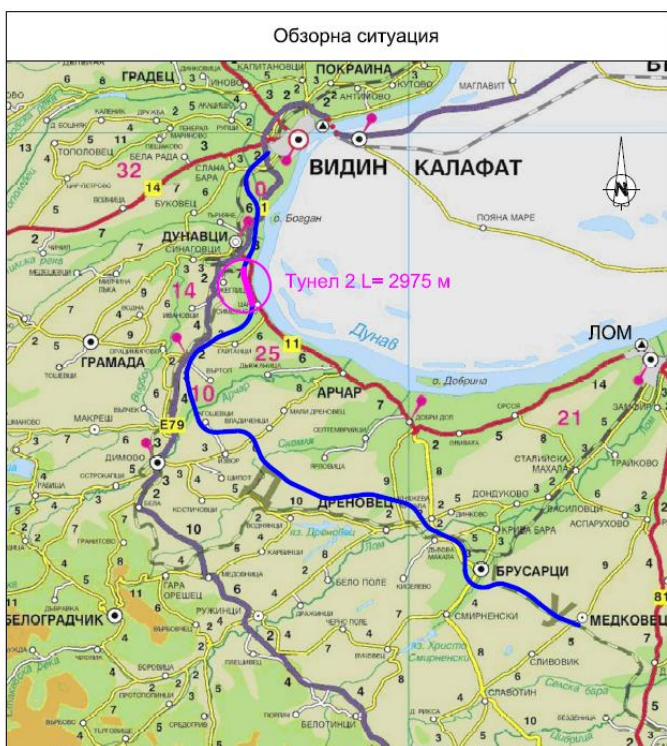
Последните жп тунели в България с дължина над 2000 m са построени при други социално-икономически условия през 1951 г. и това са еднопътен Тунел № 7 (Козница) с дължина 5812,16 m в междугарието Копривщица – Стряма и еднопътен Тунел № 3 (Гълъбец) с дължина 3034,00 m в междугарието Долно Камарци – Мирково. И двата са по линията Илиянци – Карлово – Зимница – Карнобат – Синдел.

¹ Жани Нейкова, доц. д-р инж., факултет „Пожарна безопасност и защита на населението“, Академия на МВР, бул. „Ал. Малинов“ № 1, 1715 София, e-mail: jany_bg@mail.bg

Новопроектираният жп Тунел № 2 се намира в района на с. Медковец, общ. Медковец, обл. Монтана, като на km 135+675 трасето пресича височинно препятствие в междугарието Срацимир – Видбол на участъка Видин – Медковец по жп линията Видин – София. Тунел № 2 е еднопътен. Проектът е съобразен с изискванията на съвременните нормативни документи, валидни за България и Европейския съюз [12, 15]. Противопожарните изисквания са съгласно в Наредба Из-1971 [13].

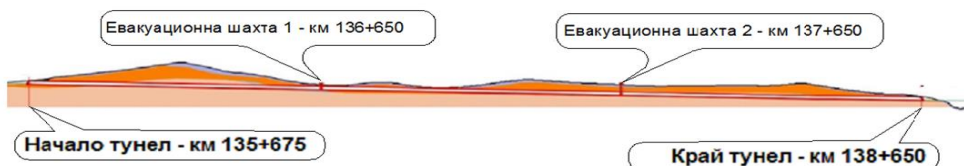
2. Обзорна информация

На следващата фигура е представена обзорна информация за ситуационното местоположение на Тунел № 2.



Фиг. 1. Ситуация на Тунел № 2

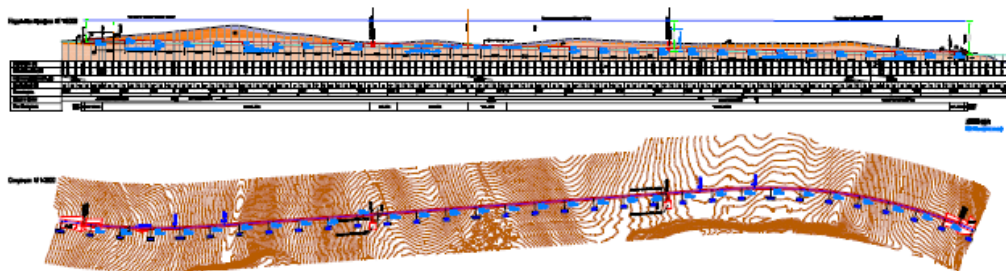
Дължина на Тунел № 2
L= 2975 m



Фиг. 2. Надлъжен профил на Тунел № 2

Таблица 1. Характеристики на Тунел № 2

Вид на тунела	Еднопътен
Дължина	2975 m
Начало тунел	km 135+675
Край тунел	km 138+650
Евакуационна шахта 1	km 136+650.00
Евакуационна шахта 2	km 137+650.00
Разстояние от начало тунел до евакуационна шахта 1	975 m
Разстояние от край тунел до евакуационна шахта 2	1000 m
Разстояние между евакуационна шахта 1 и евакуационна шахта 2	1000 m
Кота релса начало тунел	128,156 m надм. вис.
Кота релса край тунел	84,939 m надм. вис.
Денивелация начало край тунел	43,217 m



Фиг. 3. План, вертикален разрез и напорна линия на Тунел № 2

При Тунел № 2 са предвидени два противопожарни пункта – в началото и в края на тунела. На площадката в началото на тунела (km 135+675) са предвидени:

- резервоар за противопожарни нужди с обем 200 m³, с две камери;
- площадков противопожарен водопровод;
- надземен хидрант DN100 за PN 16 с два извода С, тип щорц и един извод В, тип щорц;
- резервоар за воден разтвор на пенообразувател;
- противопожарна помпена станция за осигуряване на вода и вода с пенообразувател за противопожарния тръбопровод по протежение на Тунел № 2;
- технически помещения.

На площадката в края на тунела (km 138+700) са предвидени:

- резервоар за противопожарни нужди с обем 200 m³, с две камери;
- площадков противопожарен водопровод;
- надземен хидрант DN100 за PN 16 с два извода С, тип щорц и един извод В, тип щорц;

- противопожарна помпена станция за площадковия тръбопровод;
- резервоар за воден разтвор на пенообразувател;
- изгребна яма за отпадната вода от дренажната система на тунела.

3. Противопожарни инсталации

Предвижда се в тунела да се осигурят следните гасителни инсталации: инсталация за пожарогасене с вода и инсталация за пожарогасене с пена.

3.1. Инсталация за пожарогасене с вода

За да се осигури пожарната безопасност на тунела, ще бъдат изградени:

- Противопожарни пунктове или т.нар. „Безопасни зони“, извън всеки от порталите на тунела. Противопожарните пунктове ще са оборудвани с мрежа за водоснабдяване: минимум 800 l/min в продължение на 2 часа, като на всеки противопожарен пункт е предвидено наличие на противопожарен резервоар с обем $V_{\min} = 200 \text{ m}^3$.
- Инсталация за пожарогасене с вода в тунела, включваща:
 - Противопожарен тръбопровод от тръби ПЕВП по протежение на тунела за PN 16 с диаметър DN 140, положен в бетона и зарит с бетон.
 - Тръбопровод от стоманени тръби с диаметър Ф75, свързани с противопожарния тръбопровод, с изводи със съединители тип „Щорц“ с диаметър Ф75 за свързване с противопожарни шлангове Ф75, разположени в метални шкафове на всеки 100 m по дължината на тунела.
- Открита площадка в близост до противопожарния пункт с минимална площ от 500 m².
- Противопожарни помпени станции за подаване на вода/воден разтвор на пенообразувател към пожарните хидранти и към инсталацията за пожарогасене в тунела.
- Струйници със съединител тип щорц 75 mm с избираем дебит при налягане $P = 5,00 \text{ bar}$ и минимален дебит 200 l/min (3,33 l/s).

Водното количество при изтичане през струйник, поставен на хидравлично най-неблагоприятната точка, се определя по формулата:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH}, \text{ m}^3/\text{s}, \quad (1)$$

където Q е дебитът на струйника при определен еквивалентен диаметър на накрайника;

$$Q_{\min} = 3,33 \text{ l/s};$$

μ – е коефициент на дебита; $\mu = 0,94$;

ω – живото сечение на накрайника на струйника, през което става изтичането, m²;

g – земното ускорение, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;

H – напорът пред струйника в метри воден стълб. Минималният напор е избран да бъде 50 m в.ст. или 5,00 bar.

От посоченото равенство се определя дебитът на противопожарния струйник с диаметър $d_{стр.} = 13$ mm. При посочените стойности за водното количество се получава $Q = 3,90$ l/s.

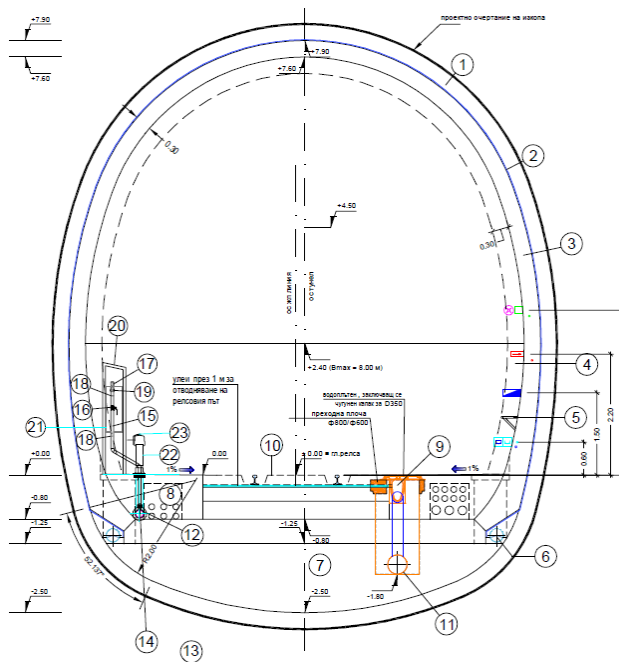
Съгласно утвърдения НКЖИ „План за действия при извънредни ситуации за Тунел № 2”, инсталацията за пожарогасене с вода е предвидена като сухотръбна. Тръбопроводите от тръби ПЕВП трябва да бъдат положени в бетона и зарити с бетон. Струйниците и шланговете ще бъдат преносими посредством специални колички (платформи), които могат да се придвижват в тунела. Същите ще се съхраняват в техническите помещения на противопожарните пунктове в началото и края на тунела.

Присъединяването на противопожарните шлангове към сухотръбната система със съединители тип щорц 75 mm се извършва в тунела на места, разположени на разстояния, не по-големи от 100 m, лесно достъпни и видими. Ще бъдат осигурени 5 бр. шланга с диаметър 75 mm и дължина 20 m всеки.

Връзката на съединител тип щорц 75 mm ще се осъществи със стоманени, поцинковани тръби $\Phi 3$ " вътре в стоманен шкаф с врата на панти, чупещо се безопасно стъкло и ключ. Монтажната разводка включва: два сферични крана, един автоматичен въздушник, дроселиращ регулир вентил и закрепващи скоби.

Транспортният тръбопровод трябва да бъде топлоизолиран с обвивка от полиетиленова (ПЕНП) пяна, покрита с метален кожух и положен в направената специално за целта траншея, като се фиксира със стоманени скоби на всеки 3 m.

Вътрешно очертание на
еднопътен тунел в права



Фиг. 4. Вътрешен разрез на Тунел № 2 в права

Всеки противопожарен шкаф от стоманена ламарина се състои от: стойка на противопожарен шланг с ъглов кран 3"; дроселиращ регулир вентил; поставка за шланга; сферичен кран 3" и тръбен присъединител – редуктор 3"–3" щорц; преносим струйник със съединител тип щорц 75 mm и дебит най-малко 200 l/min при налягане $P = 5$ бар с три възможности на вида на струята.

Шибърни кранове Ду 125 ще бъдат монтирани на главния противопожарен тръбопровод пред всеки противопожарен шкаф. Шибърният кран Ду 125 е с вертикален шпиндел и обсадна тръба със стойка за отваряне и затваряне на крана. Всеки кран ще бъде снабден с индикатор, с цел предотвратяване на грешно използване.

На фиг. 4 е представен вертикален разрез на Тунел № 2 при противопожарен шкаф.

Дросел регулир-вентил ще бъде монтиран по посока на потока във всеки противопожарен шкаф с цел да се осигури необходимото налягане на всеки струйник, независимо от налягането в подаващия тръбопровод, като по този начин се избегне ненужно голяма консумация на вода и се запази водният резерв.

На високите точки на главния тръбопровод и във всеки противопожарен шкаф ще бъдат монтирани автоматични въздушници. В най-ниските точки на основния тръбопровод ще бъдат монтирани шибърни кранове с ръчно затваряне и заключване, позволяващи пълното източване на противопожарната система. Системата трябва да осигурява работа най-малко на 4 струйника едновременно, работещи за време, не по-малко от 120 минути със свободен напор от 5,0 bar при най-неблагоприятно разположение струйник в съответствие с Регламент на ЕС № 1303/14 [15]. Възстановяването на необходимите водни количества за пожарогасене ще става чрез подвозване с водоноски, както е описано в плана за действия при извънредни ситуации за Тунел № 2.

3.2. Инсталация за пожарогасене с пяна

В същия „План за действия при извънредни ситуации за Тунел № 2“ е предвидено да се използва въздушно-механична пяна на основата на алкохолостойчив пенообразувател за пожарогасене на полярни ЛЗТ и ГТ [7, 8]. Пенообразувателят ще се съхранява в два бр. резервоари с обем от 3000 литра всеки, които ще бъдат поставени, както следва: 1) в сухата камера към резервоара за водно пожарогасене, в същото помещение, в което са и помпите, в началото на тунела; и 2) вкопан до водната камера на резервоара в края на тунела. Върху люка на втория резервоар за пенообразувател ще бъде монтирана шахта, в която ще има извод за пълнене DN150 mm на цистерната с пенообразувател и извод DN125 със СК DN125 и щорцов накрайник DN125 за присъединяване на противопожарен автомобил.

За получаване на точна концентрация на пенообразуващ разтвор в помпена станция вход тунел се предвижда монтиране на дозатор за дозирането от 3%-ен разтвор на пенообразувателя и тръбна разводка [3]. Пенната инсталация задължително трябва да бъде защитена срещу замръзване, чрез поддържане на необходимата температура в помещението от +5 °C. Според Регламент № 1303/14 [15] е необходимо минимално осигуряване от 800 l/min в продължение на два часа, което представлява воден обем от 96 m³. При 3%-ен разтвор на пенообразувател следва да бъде осигурен минимум 3 m³ пенообразувател.

За инсталацията за пожарогасене с пяна ще се използва същото сухотръбие, което се използва и за водното пожарогасене във вътрешността на тунела. Всички тръбопроводи за вода и за пенообразувател са проектирани, хидравлично оразмерени и монтирани в съответствие с БДС EN12845 [1]. Минималният проектен дебит е отнесен към хидрав-

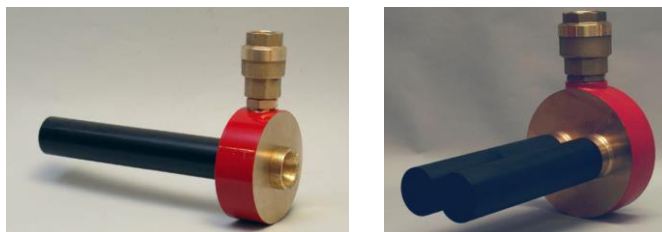
лично най-отдалечената площ или зона на защита. Дебитът на струите за пенно пожарогасене трябва да е най-малко 200 l/min. По това условие инсталацията за пожарогасене с пяна се препокрива с инсталацията за пожарогасене с вода. След гасенето тръбопроводът следва да се източи и промие с чиста вода посредством предвидените спирателни кранове в най-ниските точки на същия. Металните тръбопроводи за пенообразуващ разтвор трябва да бъдат обработени с корозионно устойчиви материали и покрития.

Пускането на гасителните инсталации с пяна ще става ръчно посредством бутони в началото и края на тунела, показани в проекта за ел. инсталацията. Ще бъдат монтирани по два бутона: един за гасене с вода и втори – за гасене с пяна.

3.3. Оборудване

3.3.1. Дозатори за пяна

Дозаторът BFZ се инсталира между два фланеца за PN 16. Произвежда се в типоразмери от 1½" до 8" (от DN 40 до DN 200). Дозаторът работи на принципа на струйната помпа. В зависимост от необходимия дебит, налягане, концентрация на разтвора и кратност, дозаторът се оборудва с точния отвор на входа.



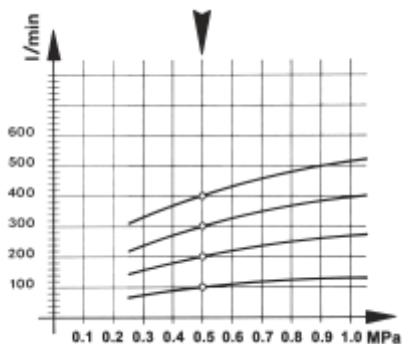
Фиг. 5. Дозатори за пяна BFZ

3.3.2. Противопожарни струйници

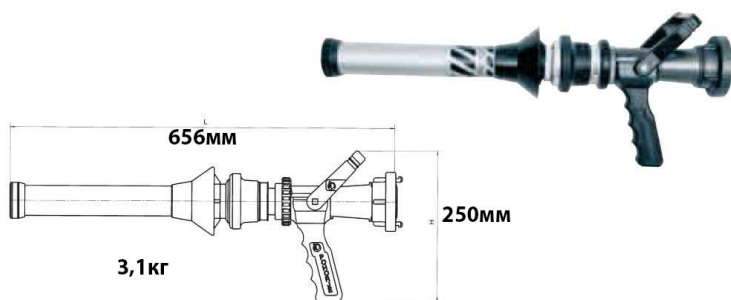
Предвижда се използването на ръчен противопожарен струйник TURBOMATIC [4, 5], който гаси със следните видове струи: плътна струя, разпръсната струя, водна завеса и пяна. При използването на пяна се изисква монтиране на пенна насадка. Дебитът може да се коригира по време на работа до 100, 200, 300 или 400 l/min при налягане 0,5 МРа. А ако е монтирана пенната насадка, работният дебит е 200 l/min.



Фиг. 6. Ръчен струйник TURBOMATIC



Фиг. 7. Каталогна дебитна крива на ръчен струйник TURBOMATIC



Фиг. 8. Ръчен струйник TURBOMATIC с пена наставка

4. Хидравлично оразмеряване

Хидравличното оразмеряване на пожарогасителната инсталация е извършено при следните предпоставки: минимален сумарен дебит 800 l/min при четири едновременно действащи струйника; свободен напор пред струйника 5,00 bar; дължина на шланговата линия 100 m; диаметър на шланговете $\Phi 75$ mm; време за гасене 120 min; вид на тръбите – ПЕВП с DN 140, дължина на тунела 2975 m; денивелация начало-край тунел – 43,22 m. Съпротивлението на шланговете е взето от [11]. Изчисляването на загубите от триене по дължина на тръбопровода на пожарогасителната инсталация е извършено съгласно стандарта БДС EN 12845 [1], чрез прилагане на формулата на Хазен-Уйлямс:

$$p = \frac{6,05 \cdot 10^5}{C^{1,85} d^{4,87}} LQ^{1,85}, \quad (2)$$

където p са загубите от триене в bar;

Q – дебитът през тръбата в l/min;

L – дължината на тръбата в m;

d – средният вътрешен диаметър на тръбата в mm;

C – константата в зависимост от типа на материала на тръбата.

Изчислените загуби на напор са на стойност $\sum P = 3,78$ bar. Скоростта на протичане на водата е $v = 1,29$ m/s, времето за достигане на водата до края на тръбопровода в тунела е 38 min.

В началото на тунела е предвидена помпена станция за създаване на минимално необходимия напор на противопожарните струйници и пеногенератори. Стойността на напора е определена на 7,46 bar. При тези параметри действащият напор в тръбопровода ще варира от 7,46 bar в началото на тунела до 11,40 bar в неговия край. Напорната линия е показана на фиг. 3.

Направена е проверка за хидравличен удар в тръбопровода. Допълнителното налягане е на стойност 41,13 m (4,11 bar). При това максималното работно налягане в тръбите ще е не по-високо от $11,40 + 4,11 = 15,52$ bar, което е по-ниско от номиналното налягане на тръбите от 16 bar.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 12845:2015, Стационарни пожарогасителни инсталации. Автоматични спринклерни инсталации. Проектиране, монтиране и поддържане.
2. БДС EN 671-2:2012, Стационарни противопожарни инсталации. Инсталации с маркуч. Част 2: Инсталации с плосък маркуч (шланг).
3. БДС EN 13565-1: 2003 + A1:2008, Стационарни пожарогасителни инсталации. Инсталации с пяна. Част 1: Изисквания и методи за изпитване на съставни части.
4. БДС EN 15182-1: 2007+ A1, Струйници с ръчно насочване за използване при пожар. Част 1: Общи положения.
5. БДС EN 15182-2: 2007+ A1, Струйници с ръчно насочване за използване при пожар. Част 2: Струйници PN 16 с регулируеми дебит и форма на струята.
6. БДС EN 14384: 2005, Надземни пожарни хидранти колонков тип.
7. БДС EN 1568-1:2008, Пожарогасителни вещества. Пенообразуватели. Част 1: Изисквания за пенообразуватели за пяна със средна кратност за повърхностно прилагане при несмесващи се с вода течности.
8. БДС EN 1568-2:2008, Пожарогасителни вещества. Пенообразуватели. Част 2: Изисквания за пенообразуватели за пяна с висока кратност за повърхностно прилагане при несмесващи се с вода течности.
9. *Зафирова, М.* Значението на комбинирания транспорт за развитието на транспортната инфраструктура в България. // Механика Транспорт Комуникации, том 17, брой 3, 2019 г., статия № 1843.
10. *Зафирова, М.* Създаване на динамичен модел за управление на изпълнението на инфраструктурни обекти. // Механика Транспорт Комуникации, том 17, брой 3, 2019 г., статия № 1844.
11. *Идельчик, И. Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Москва, 1975.
12. Наредба № 55 от 29 януари 2004 г. за проектиране и строителство на железопътни линии, железопътни гари, железопътни прелези и други елементи от железопътната инфраструктура. ДВ, бр. 18 от 5.03.2004 г.
13. Наредба Из-1971 от 29 октомври 2009 г. за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар, издадена от министъра на вътрешните работи и министъра на регионалното развитие и благоустройството. ДВ, бр. 96 от 4.12.2009 г., в сила от 5.06.2010 г.
14. *Нейкова, Ж.* Противопожарно водоснабдяване на жп тунел „Владая”. Сб. докл. VIII-ма научна конференция с международно участие „Гражданската безопасност 2017”, стр. 190 – 195, Издателство на Академията на МВР.

15. Регламент на ЕС № 1303/14 относно техническата спецификация за оперативна съвместимост по отношение на „безопасността в железопътните тунели“ на железопътната система на Европейския съюз.

FIRE FITTING INSTALLATIONS IN RAILWAY TUNNEL ON THE VIDIN – MEDKOVEC RAILWAY

J. Neikova¹

***Keywords:** railway tunnel, fire fitting installations with water and foam, fire cassette, fire hydrant*

ABSTRACT

The design of fire fitting installations in railway Tunnel 2 on the Vidin – Medcovec railway is designed according to the European regulations in the field of railway constructions. The fire fitting installations are designed according to the Bulgarian regulations and standards after coordination with stakeholders and the General Directory “Fire Safety and Civil Protection”. The paper also discusses some additional requirements.

¹ Jany Neikova, Assoc. Prof. Dr. Eng., Academy of MI, 1 Al. Malinov Blvd., Sofia 1715, e-mail: jany_bg@mail.bg