



**ПРОЕКТ ЗА РАЗШИРЕНИЕ НА МЕТРОТО В СОФИЯ,  
ТРЕТА МЕТРОЛИНИЯ - "БУЛ. „БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ" -  
БУЛ. "ВЛАДИМИР ВАЗОВ" - ЦЕНТРАЛНА ГРАДСКА ЧАСТ -  
ЖК "ОВЧА КУПЕЛ", ПЪРВИ ЕТАП –  
ОТ КМ 4+320 ДО КМ 4+950 С ЕДНА МЕТРОСТАНЦИЯ**

**ТОМ 5: ИЗИСКВАНИЯ НА ВЪЗЛОЖИТЕЛЯ  
ТЕХНИЧЕСКИ СПЕЦИФИКАЦИИ  
ЧАСТ 5.7: КОНТАКТНА МРЕЖА**



**РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

**СТОЛИЧНА ОБЩИНА - „МЕТРОПОЛИТЕН” ЕАД**

---

**ПРОЕКТ ЗА РАЗШИРЕНИЕ НА МЕТРОТО В СОФИЯ,  
ТРЕТА МЕТРОЛИНИЯ - "БУЛ. „БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ" -  
БУЛ. "ВЛАДИМИР ВАЗОВ" - ЦЕНТРАЛНА ГРАДСКА ЧАСТ -  
ЖК "ОВЧА КУПЕЛ", ПЪРВИ ЕТАП –  
ОТ КМ 4+320 ДО КМ 4+950 С ЕДНА МЕТРОСТАНЦИЯ**

---

---

**ТОМ 5: ИЗИСКВАНИЯ НА ВЪЗЛОЖИТЕЛЯ  
ТЕХНИЧЕСКИ СПЕЦИФИКАЦИИ**

**ЧАСТ 5.7: КОНТАКТНА МРЕЖА**

### Списък на съкращенията

A	Ампер
AC	Променлив ток
DC	Прав ток
V	Волт
kV	Киловолт
kVA	Киловолт-ампер
kW	Киловат
mm	Милиметър
MC	Метростанция
No	Номер
KPY	Комплектна разпределителна уредба
CpH	Средно напрежение
HH	Ниско напрежение
п/ст	Подстанция
ТПС	Тяговопонизителна станция
ПС	Понизителна станция
PY	Разпределителна уредба
CH	Собствени нужди
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
EN	Европейски норми
IEC	Международна електротехническа комисия
ISO	Международна организация по стандартизация
БДС	Български държавен стандарт
ДВ	Държавен вестник

### Списък на определенията

<b>Контактна мрежа</b>	Проводник или шина, с които контактува токоприемника на подвижния състав, носещо въже, обратен проводник, заземителен проводник, мълниезащитно въже, фидери, фундаменти, опорни конструкции, както и устройства за захранване, контрол и защита.
<b>Контактен проводник</b>	Неизолиран проводник или шина на въздушната контактна линия, който осигурява контакт с пантографа.
<b>Бързопрекъсвач</b>	Прекъсвач във верига DC с време на действие $5 \div 10$ ms
<b>Заземяване</b>	Свързване на корпуси на съоръжения и метални не тоководещи части към земята, с цел обезопасяване
<b>Защита срещу директен допир</b>	Защитата, с която се предотвратяват поражения от електрически ток поради допиране или опасно приближаване до части под напрежение
<b>Защита срещу индиректен допир</b>	Защитата, с която се предотвратяват поражения от електрически ток поради възникване на опасни напрежения на част, която нормално не се намира под напрежение
<b>Интервал на движение</b>	Времето между два следващи се влака
<b>Ниско напрежение</b>	Напрежение до 1000V
<b>Разпределителна уредба</b>	Комплексно устройство, състоящо се от превключватели и прекъсвачи и свързаното с тях оборудване, като контролни и защитни устройства и измервателни съоръжения.
<b>Средно напрежение</b>	Напрежение $1 \div 35$ kV
<b>Тяговопонизителна станция</b>	Токоизправителна и понижаваща станция

### Списък на нормите

1. Наредба No 4 от 2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти (ДВ, бр. 51 от 2001 г.); публ., БСА, бр.5 от 2001 г.  
Закон за камарите на архитектите и инженерите в инвестиционното проектиране (Обн. ДВ. бр.20 от 4 Март 2003г., изм. ДВ. бр.65 от 22 Юли 2003г., изм. ДВ. бр.77 от 27 Септември 2005г., изм. ДВ. бр.30 от 11 Април 2006г., изм. ДВ. бр.79 от 29 Септември 2006г., изм. ДВ. бр.59 от 20 Юли 2007г., изм. ДВ. бр.13 от 8 Февруари 2008г., изм. ДВ. бр.28 от 14 Април 2009г., изм. ДВ. бр.15 от 23 Февруари 2010г.)
2. Закон за авторското право и сродните му права (обн., ДВ, бр. 56 от 29.06.1993 г., изм., бр. 63 от 5.08.1994 г., изм. и доп., бр. 10 от 27.01.1998 г., бр. 28 от 4.04.2000 г., доп., бр. 107 от 28.12.2000 г., изм. и доп., бр. 77 от 9.08.2002 г., , изм., бр. 28 от 1.04.2005 г., бр. 43 от 20.05.2005 г., бр. 74 от 13.09.2005 г., изм. и доп., бр. 99 от 9.12.2005 г., изм., бр. 105 от 29.12.2005 г. )
3. Закон за устройство на територията (обн. ДВ, бр.1 от 2001г.;изм. и доп., бр.41 и 111 от 2001г., бр.43 от от 2002г., бр.20,65 и 107 от 2003г.,бр.36 и 65 от 2004г., бр.28,76,77,88,94,95,103 и 105 от 2005г.,бр.29,30,34,37,65,76,79,82,106 и 108 от 2006г.бр.41,53,61,от 2007 г.,бр.33,43,50,54,69,98 и 102 от 2008 г., бр.6,17,19,80,92,93 от 2009 г., бр.15,41,50,54 и 87 от 2010 г., бр.19,35,54, и 80 от 2011 г. бр.29,32,39,45,47,53,77 и 82 от 2012 г.)
4. Закон за енергетиката (обн., ДВ, бр. 64 от 1999 г.; изм., бр. 1 от 2000 г.; изм. и доп., бр. 108 от 2001 г., бр. 30, 65 и 74 от 2006 г.)
5. Закон за енергийната ефективност (обн. ДВ. бр.98 от 14 Ноември 2008г., изм. ДВ. бр.6 от 23 Януари 2009г.)
6. Закон за техническите изисквания към продуктите (ДВ, бр. 86 от 1999 г.); публ., БСА, бр.11 от 2000 г.
7. Закон за здравословни и безопасни условия на труд (обн., ДВ, бр. 124 от 1997 г.; изм., бр. 86 от 1999 г., бр. 64 и 92 от 2000 г. и бр. 25 от 2001 г., бр. 18 и 114 от 2003г., бр. 70 от 2004г., бр. 76 от 2005г., бр. 33, 48, 102 и 105 от 2006г. )
8. Закон за националната стандартизация (ДВ, бр. 55 от 1999 г.; изм., бр. 108 и 112 от 2001 г. и бр. 13 от 2002 г.); публ. без изм., БСА, бр.11 от 2000 г.
9. Наредба № ІЗ-1971 от 29 10 2009 Г. За строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар; В сила от 05.06.2010 г.; Обн. ДВ. бр.96 от 4 Декември 2009г., попр. ДВ. бр.17 от 2 Март 2010г.
10. Наредба No 2 за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд при извършване на строителни и монтажни работи (обн. ДВ, бр. 37 от 2004 г.; попр. Бр. 98 от 2004г., изм. бр.102 от 2006г.)
11. Наредба № 3 от 9.06.2004 г. за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии (обн. ДВ, бр. 90 и 91/2004 г.)
12. Наредба No 3 от 31 юли 2003 г. за съставяне на актове и протоколи по време на строителството (Обн., ДВ, бр. 72 от 15.08.2003 г.; изм., бр. 37 от 04.05.2004 г.; изм. и доп., бр. 29 от 07.04.2006 г.)
13. Наредба № 3 от 18 септември 2007 г.за технически правила и нормативи за контрол и приемане на електромонтажните работи
14. Наредба No 3 от 2001 г. за минималните изисквания за безопасност и опазване на здравето на работещите при използване на лични предпазни средства на работното място (ДВ, бр. 46 от 2001 г.)
- 15.

16. Наредба No 4 от 1995 г. за знаците и сигналите за безопасност на труда и противопожарна охрана (ДВ, бр. 77 от 1995 г.); публ., БСА, бр.6 от 1997 г.
17. Наредба No 4 от 1998 г. за оценка на въздействието върху околната среда (обн., ДВ, бр. 84 от 1998 г.; изм., бр. 68 от 2001 г.); публ. без изм., БСА, бр.7-8 от 1998 г.
18. Наредба No 6 от 2001 г. за разрешаване ползването на строежите в Република България (ДВ, бр. 54 от 2001 г.); публ., БСА, бр.7-8 от 2001 г.
19. Наредба No 7 от 1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване (обн., ДВ, бр. 88 от 1999 г.; изм., бр. 48 от 2000 г. и бр. 52 от 2001 г.)
20. Наредба No 8 от 1999 г. за правила и норми за разполагане на технически проводи и съоръжения в населени места (ДВ, бр.72/1999 г.); публ.БСА, бр.1/2000г.
21. Наредба No 9 от 1991 г. за пределно допустимите нива на електромагнитните полета в населени територии и определяне на хигиенно-защитни зони около излъчващи обекти (обн., ДВ, бр. 35 от 1991 г.; попр., бр. 38 от 1991 г.; изм. и доп., бр. 8 от 2002 г.)
22. Наредба No 12 за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд при извършване на товарно-разтоварни работи (обн. ДВ, бр. 11 от 2006 г.)
23. Наредба за съществените изисквания и оценяване на съответствието за електромагнитна съвместимост (приета с ПМС No 203 от 2001 г., ДВ, бр. 77 от 2001 г.)
24. Правилник за защита на съобщителните линии от опасни и смущаващо електромагнитно влияние на електропроводни линии и за допустимите минимални сближения (издание на МТСГ, 1970 г.; изм. и доп., ИБТ на МТСГ, бр.4 от 1994 г.)



### Списък на стандартите

БДС 3215-91 или еквивалентен	Въжета и оплетки медни гъвкави.
БДС 401-93 или еквивалентен	Знак предупредителен за опасно напрежение
БДС EN 1866:2000 или еквивалентен	Подвижни пожарогасители
БДС EN 50286:2001 или еквивалентен	Защитни облекла за електрическа изолация при работа по уредби ниско напрежение
БДС EN 60529:2001 или еквивалентен	Степени на защита, осигурени от обвивката. (IP код)
БДС EN 60695-1-1 или еквивалентен	Изпитване на опасност от пожар. Част 1: Ръководство за оценяване на опасността от пожар на електротехнически продукти. Раздел 1: Общо ръководство
БДС EN 60695-2-2+A1 или еквивалентен	Изпитване на опасност от пожар. Част 2: Методи за изпитване. Раздел 2: Изпитване с иглена горелка
БДС EN 60811 или еквивалентен	Материали за изолация и обвивка на електрически кабели.
БДС EN 60999-1:1999 или еквивалентен	Устройства за свързване. Изисквания за безопасност на винтови и безвинтови клемни устройства за електрическите медни проводници. Част 1: Общи изисквания и специфични изисквания за проводници от 0,5 мм <sup>2</sup> до 35 мм <sup>2</sup> .
БДС EN 61000 :1999 или еквивалентен	Електромагнитна съвместимост (EMC).
БДС EN 61210:2001 или еквивалентен	Устройства за бързо свързване на електрически медни проводници. Изисквания за безопасност.
БДС EN 61235:2001	Работа под напрежение
БДС IEC 60038+A1+A2: 2002 или еквивалентен	Стандартни напрежения на IEC
БДС IEC 60050 (161)+A1+A2: 2001 или еквивалентен	Международен електротехнически речник. Глава 161: Електромагнитна съвместимост.
БДС IEC 60196: 2002 или еквивалентен	Стандартни честоти на IEC
БДС ISO 554 или еквивалентен	Стандартизирани атмосферни условия за стабилизиране и/или изпитване. Изисквания..
EN 50119 или еквивалентен	Железопътна техника. Стационарни инсталации. Електрическа въздушна контактна мрежа

---

EN 50122-1 или еквивалентен	Железопътна техника. Стационарни инсталации. Част 1: Предписания за защита, свързани с електрическата безопасност и заземяването
EN 50122-2 или еквивалентен	Железопътна техника. Стационарни инсталации. Част 2: Предписания за защита срещу влиянието на паразитни токове, причинени от постояннотокови тягови железопътни системи
EN 50124-1 или еквивалентен	Железопътна техника. Координация на изолацията. Част 1: Основни изисквания. Изолационни разстояния през въздуха и изолационни разстояния по повърхността на изолацията за цялото електрическо и електронно обзавеждане
EN 50149 или еквивалентен	Железопътна техника. Стационарни инсталации. Електрическа тяга. Профилни контактни проводници от мед и медни сплави
EN 50152-1 или еквивалентен	Железопътен транспорт. Стационарни инсталации. Конкретни изисквания за променливотокови комутационни устройства
EN 50152-2 или еквивалентен	Железопътен транспорт. Стационарни инсталации. Конкретни изисквания за променливотокови комутационни устройства. Част 2: Еднофазни разединители, превключватели и заземителни превключватели за $U_m$ над 1 kV
EN 50163 или еквивалентен	Железопътна техника. Захранващи напрежения на тягови системи
EN 50206-2 или еквивалентен	Характеристики и изпитване. Част 2: Пантографи за метро и трамваи
EN 60383-1 или еквивалентен	Изолатори за въздушни електрически линии с номинално напрежение над 1 kV. Част 1: Керамични или стъклени изолаторни елементи за системи с променливо напрежение. Термини и определения, изпитвателни методи и критерии за приемане Забележка: отнася се и за изолатори в постояннотокови контактни мрежи.
EN 60865-1 или еквивалентен	Изчисляване на въздействията на токове на късо съединение DIN VDE 0100 (05.73) Изграждане на силови уредби с номинални напрежения до 1 000 V
EN 50162 или еквивалентен	Защита срещу корозия от случаен електрически ток от постояннотоковата електрическа система
EN 50423-1 или еквивалентен	Въздушни електрически линии за променлив ток, превишаващи 1 kV и до включително 45 kV. Част 1: Общи изисквания

---



## СЪДЪРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩА ЧАСТ .....</b>	<b>9</b>
1.1. Въведение .....	9
1.2. Обхват .....	9
1.3. Изисквания за проектиране .....	10
1.4. Опазване на околната среда, безопасност, хигиена на труда и пожарна безопасност.....	11
1.5. Работа и експлоатационна поддръжка.....	12
1.6. Комплектовка, специални инструменти и тестово оборудване .....	12
1.7. Обучение на експлоатационния персонал.....	12
1.8. Документация.....	13
<b>2. КОНТАКТНА МРЕЖА .....</b>	<b>14</b>
2.1. Въведение .....	14
2.2. Общи изисквания.....	15
2.3. Изисквания за проектиране и изпълнение .....	16
2.4. Контактна мрежа с въздушна контактна шина за подземни участъци .....	20

ИЗГОТВИЛ: чл.2 от ЗЗЛД  
.....  
/ИНЖ. М. МИХАЙЛОВА/

## **1. ОБЩА ЧАСТ**

### **1.1. Въведение**

#### **1.1.1. Кратко описание на електросистемите**

Настоящата техническа спецификация касае проектирането и изграждането на контактната мрежа на МС05 от третия метродиаметър в гр. София.

Тяговата система е с номинално напрежение 1500V DC.

Мрежата е с горно въздушно окачване и ще се изгради от проводник, вложен в метална шина в подземните участъци.

При нормален режим на работа на системата DC участъците се захранват от две съседни ТПС, които работят в паралел /двустранно захранване/. При аварийен режим на работа на системата DC съответният участък се захранва от едно ТПС /едностранно захранване/.

#### **1.1.2. Общи условия за изпълнение**

Изпълнителят отговаря за цялостното проектиране, изпълнение и функциониране на системата.

Изпълнителят трябва да включи всички разходи по координиране на проекта и изпълнението.

Изпълнителят да достави на собствени разходи цялото необходимо оборудване, според изискванията на станадартите, независимо дали е упоменато или не в тази спецификация, за да изработи една цялостна, безопасна, надеждна и функционираща контактна мрежа за Метродиаметъра.

### **1.2. Обхват**

Тази техническа спецификация определя целите, основните принципи и изискванията за разработката на договора , относно проектирането, доставки, монтаж, изпитания и приемане на контактната мрежа в метростанциите и тунелните участъци.

В обхвата на договора се включва проектирането, производството, проверката, доставката, монтажа, комплексните изпитания и приемане, обучение на персонала и документация за системата, отговаряща на изискванията на тази Спецификация, включително списъка с Норми и Стандарти, включен тук.

---

### 1.3. Изисквания за проектиране

#### 1.3.1. Общо

Изпълнителят е отговорен за проектирането на всички видове работи, така че заложените предварителни параметри и количества на оборудването да отговарят на експлоатационните изисквания за Метросистемите.

Предложените параметри и количества на оборудването, определени като необходими в процеса на проектиране, ще се демонстрират с проекта, който ще бъде предмет на одобрение от страна на Инженера.

#### 1.3.2. Основни изисквания и философия на проекта

Проектирането да се базира на изпитани технологии.

Оборудването, предложено от изпълнителя, трябва да е прилагано вече и да функционира надеждно в практиката минимум 2 години.

Философията на проекта трябва да покрива минимум следните критерии:

- Използване на съвременни технологии
- Доказан в практиката /Изпълнимост/
- Проектен живот на системите –минимум 35 години
- Ниски експлоатационни разходи
- Висока надеждност
- Ниски енергийни загуби
- Безопасност
- Пожарозащитеност
- Употреба на неразпространяващи горенето материали
- Опазване на околната среда

#### 1.3.3. Изисквания към оформянето на проектите

При изготвяне на проекта изпълнителят да има предвид изискванията на Наредба No 4 от 2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти.

Препоръчителни мащаби:

Работни чертежи и детайли, по които се изпълняват отделните видове СМР:

Ситуационно решение – М 1:500 и М 1:1000;

Разпределения, разреза, – М 1:50 и М 1:100;

Детайли – М 1:20, М 1:5 и М 1:1;

---

Други чертежи – в подходящ мащаб, в зависимост от вида и спецификата на обекта;

Съгласуваност на чертежите - Всяка проектна част задължително се съгласува от проектантите на другите проектни части.

Минимален обхват на проекта – съгласно отделните спецификации.

При проектирането да бъдат взети под внимание климатичните условия, изисквани за правилна работа на съоръженията/ температура, влажност и т.н/.

*При противоречие между идейния проект и техническата спецификация, приоритетно да се съблюдават изискванията на спецификацията.*

#### **1.4. Опазване на околната среда, безопасност, хигиена на труда и пожарна безопасност**

Пренасянето на съоръженията, товаренето и разтоварването да става с освидетелствани подечни съоръжения. Този вид работи да се извършва при спазване Правилниците и инструкциите за подечни съоръжения и укрепване на товарите.

Разтоварването и монтажа да се извършва от специализирана бригада, инструктирана за този вид дейност и ползваща изправни и отговарящи на товара помощни съоръжения. Изпълнителят да осигури ползването на изправни инструменти, стълби, платформи и др. при извършване на монтажа.

Да се осигури общо и локално осветление в местата на работа.

Заваръчните работи да се извършват от освидетелствани специалисти, като се ползва защитно облекло, маска и пожарогасители.

Да се ползват изправни обезопасени електрифицирани инструменти, шнурове и др. с изправна изолация.

Ежедневните инструктажи за базопасността и безопасните методи на работа да се провеждат от квалифициран персонал на Изпълнителя за всички изпълнители, независимо дали са преки служители на Изпълнителя или подизпълнители.

Изпълнителят да поддържа чистота на работната площадка по всяко време, чрез назначаването на специален екип по чистотата на Обекта. Екипът да е снабден с подходящо облекло и инструменти, както и с подходящи контейнери за съхранение на отпадъчните материали

Да се осъществява постоянен надзор на работното място и достъпът да е ограничен до онези служители, които участват в работите.

### **1.5. Работа и експлоатационна поддръжка**

Да бъдат осигурени монтажни и експлоатационни инструкции на Български език.

Оборудването да бъде съпроводено с гаранции от производителя.

Гаранционните срокове текат от деня на издаване на разрешение за ползване на строежа.

Минималните гаранционни срокове на изпълнени строителни и монтажни работи да съответстват на изискванията на Закона за устройство на територията.

### **1.6. Комплектовка, специални инструменти и тестово оборудване**

Изпълнителят трябва да осигури комплектовка, специални инструменти и оборудване за тестови изпитания в следния минимален обем :

- Елементи – 5% от доставката, идентични с преобладаващите.
- Контактен проводник – 5% от общата дължина за обекта.
- Контактна шина – 5% от общата дължина за обекта.
- Апаратура за тестване и настройка. Тестващата апаратура да бъде придружена с необходимите инструкции за работа с нея, както и софтуер за обслужващите програми.

### **1.7. Обучение на експлоатационния персонал**

Преди окончателното приемане на обекта изпълнителя трябва да запознае, обучи и тренира експлоатационния персонал с действието и начина на експлоатация на контактната мрежа.

Да разясни на експлоатационния персонал всички процедури, необходими за правилното и безопасно функциониране

Необходимата документация за обучение да бъде представена в 2 екземпляра на хартиен носител и на CD, на български език.

Обучението може да се приеме за завършено едва когато служителите на Възложителя докажат и получат неговото одобрение, че са придобили нужните познания, за да експлоатират системата безопасно и ефективно.

## **1.8. Документация**

Цялата документация, изготвена и представена от Изпълнителя да бъде на български език.

Изпълнителят следва да осигури оперативни ръководства и ръководства за експлоатация за ползване от контролиращия и експлоатационния технически персонал на Възложителя.

Да се представят характеристиките, класификациите и експлоатационните ограничения и особености на оборудването. Ръководствата за експлоатация да съдържат указания за работа в нормални и в аварийни условия.

## 2. КОНТАКТНА МРЕЖА

### 2.1. Въведение

Захранването на подвижните състави с електроенергия в този метродиаметър ще става посредством въздушна контактна мрежа.

Контактната мрежа е проводник на плюсовия потенциал в метросистемата и получава захранване от плюсовата шина на токоизправителите.

Минусовия потенциал се подава към ходовата релса чрез кабелна връзка с минусовата шина на токоизправителите. През търкалящите се колооси на вагоните минусовия потенциал се подава на двигателите.

Въздушната контактна мрежа обхваща:

- опорни конструкции и всички компоненти, които се използват за опора, странично водене или изолиране на проводниците.
- всички въздушни контактни проводими елементи на мрежата, обратен проводник, заземителен проводник, фидери.
- устройства за захранване, контрол и защита, монтирани на опорните конструкции

Контактната мрежа има следните характеристики:

- Въздушно окачване на контактната система
- Контактни линии за работна скорост до 100 km/h
- Токоснемане чрез два вдигнати пантографа на влакове с по два двойни вагона, на къси разстояния.
- Номинално напрежение 1,5 kV DC.
- Минимален радиус на крива 250 m
- Максимален наклон 4,5%
- Опори и конзоли за окачване с разделно натягане на контактните проводници и на носещите въжета.

Контактният проводник да бъде меден. Профилът и сечението му да бъдат избрани така, че да отговарят на изисквания в тяговите изчисления токов пренос.

В надземните участъци контактните линии ще се изпълняват от меден проводник, а в подземните – от въздушна релса.

Токоснемането се осъществява от токоприемник (пантограф) в горната част на вагона.



---

Контактната мрежа е секционирана конструктивно преди перона по посока на движението, така че да се образуват четири захранващи зони към всяка ТПС.

Всяка от тези четири зони получава захранване от две съседни ТПС, работещи в паралел.

Секционирането осигурява селективно изключване при повреда или претоварване само на засегнатата зона.

#### 2.1.1. Обхват

В тази глава са включени изискванията към електрическите и механичните параметри на контактната мрежа.

### 2.2. **Общи изисквания**

#### 2.2.1. Основни изисквания

- Висока експлоатационна надеждност на системата.
- Висока ефективност.
- Безопасен пренос на електроенергия и непрекъсваемо подаване на електрозахранване от контактната линия на пантографа.
- Устойчивост на климатични условия, като вятър, обледяване и други атмосферни условия.
- Устойчивост на корозия.
- Ниско износване на контактния проводник.
- Включване на естетични и подходящи за градския пейзаж аспекти в проектирането и изграждането.
- Включване на изисквания за опазване и защита на околната среда .
- Ниски разходи за експлоатация и поддръжка през целия срок на работа.

#### 2.2.2. Електрически изисквания

- Токопреносна способност не по-малка от максималните стойности на токовете в тяговите изчисления.
- Устойчивост на изчислените токове на късо съединение.
- Стабилно напрежение на захранващата система.
- Изолация на елементите съобразно критериите за защита.

- Индуктивна, капацитивна, галванична изолация.
- Устойчивост на корозия от блуждаещи токове.
- Защита от токови удари и свръх напрежения и потенциали.

#### 2.2.3. Изисквания за безопасност

- Защита от електрически удар в резултат на директен и индиректен контакт.
- Да се спазват изискванията за якост при електрически и механични натоварвания.
- Съответствие на стандартите.

#### 2.2.4. Изисквания за опазване на околната среда

- Съобразяване на ландшафта, защита на природата.
- Естетични изисквания
- Електрическа и електромагнитна съвместимост

#### 2.2.5. Специфични изисквания на възложителя

Контактната линия трябва да има нетокопроводящи елементи за секционирание, задължително преди началото на метростанцията, така че да се образуват четири захранващи зони към всяка ТПС. Всяка от тези четири зони ще се захранва паралелно от две съседни ТПС.

### 2.3. **Изисквания за проектиране и изпълнение**

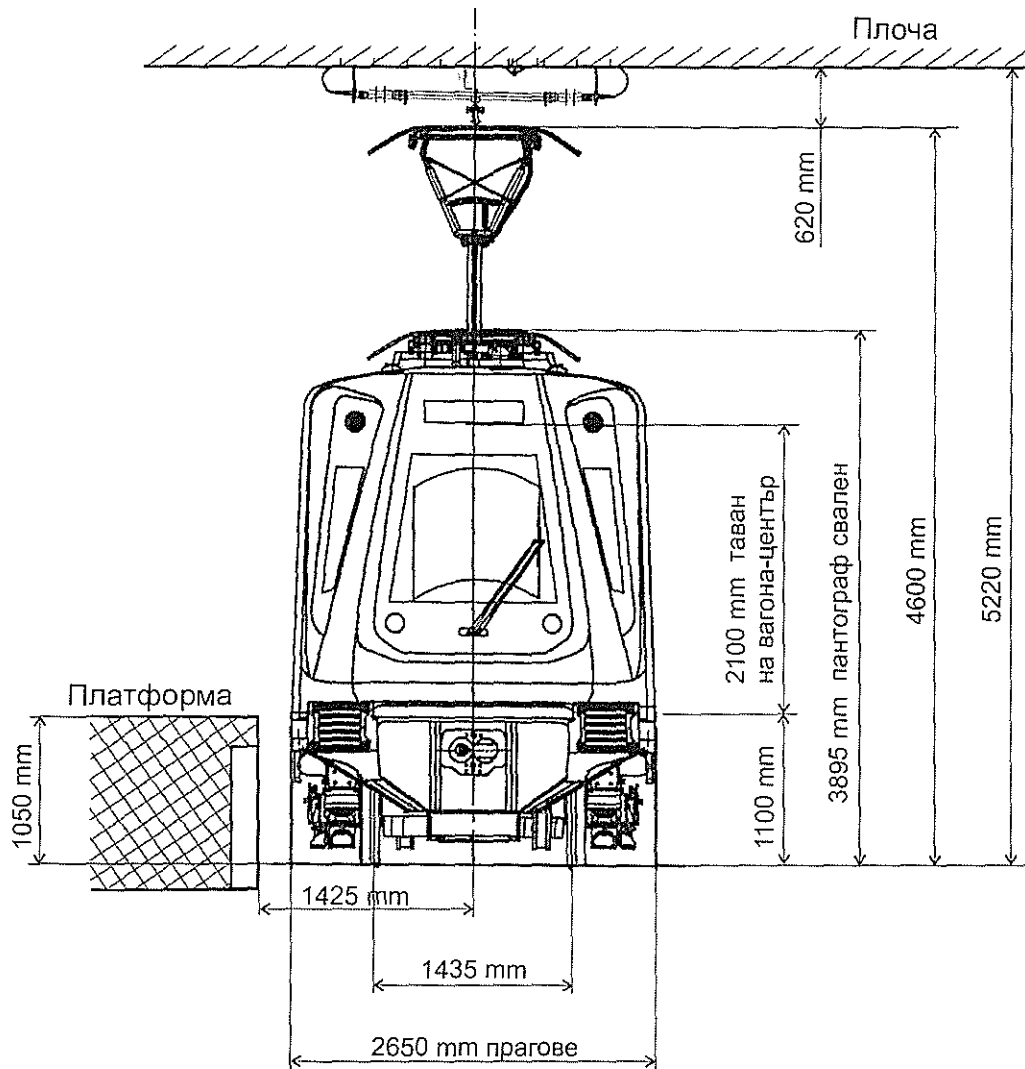
#### 2.3.1. Изчисления на натоварванията и токовете на к.с. в система DC.

Изпълнителят трябва да направи изчисления на токовете във веригите +DC, които да послужат за избора на съоръжения, апаратура и адекватни настройки на релейните защиты.

Данните за подвижния състав да се предоставят от фирмата-доставчик, като се имат предвид и следните изисквания:

Работното напрежение на двигателите трябва да бъде	$U_n = 1500 \text{ V}$
Максимално допустимото напрежение на конт. проводник	$U_{max} = 1800 \text{ V}$
Минимално допустимо напрежение	$U_{min} = 1000 \text{ V}$

Размерите на влака са дадени на фиг. 5.7.1:



ФИГ. 5.7.1.

Минималното време в час “пик” между два последователно движещи се състава ще бъде 180s.

Време за престой на МС05 – 30s.

Резултатите от тяговите електрически и механични разчети да се представят на Възложителя и одобрят преди изготвянето на проектите. Разчетите да съдържат графична визуализация на резултатите.

За гарантиране сигурността на движението на метроваковете и избягването на възможни аварии е необходимо да се спазва изискване за запазване на работоспособността на мрежата при откъчане на две съседни опори. Това да се доказва

със статични механични изчисления в процеса на проектирането и трябва да се предвиди в цената, включително и при изпълнението на тяговата мрежа.

При завършване на обекта, да се представят протоколи за комплексно изпитване на монтираната на обекта контактна мрежа, като форма на сертифициране на мрежата преди пускането ѝ в експлоатация (доказване на параметрите посочени в стандартите от тръжната техническа спецификация). Тъй-като предвижданата максимална скорост е над 80км/ч, измерванията да се направят със специализирана тестова апаратура за динамични изпитания на токоснемането. Тестовото сертифициране трябва да се предвиди в цената.

### 2.3.2. Изчисления на фидерите

Разположението и разстоянието между тяговите станции/фидерни точки/ зависят от топографията на трасето, разстоянието между спирките, използвания подвижен състав и такта на движение.

Изчисленията за определяне максималния ток на даден фидер, да се базират на предположението, че във фидерната зона се движи максималния брой влакове за зададеното пиково интервално време.

В нормален режим на работа на системата DC, всеки сектор се захранва от две ТПС, които работят в паралел (двустранно захранване).

При типичен аварийен режим на работа на системата DC съответният участък се захранва от една ТПС (едностранно захранване).

Линейното съпротивление на кабелите ( $\Omega/\text{km}$ ) за сечението заложено в проекта за съответния сектор, да се вземе от производителя.

Данните за линейното съпротивление на контактния проводник и ходовата релса трябва да се предоставят от съответния производител.

Захранващите точки на контактната мрежа се изпълняват чрез разединители, които се управляват ръчно или чрез моторно задвижване. Разединителят се дефинира като секционна точка.

Захранването се прекъсва чрез бързодействащ прекъсвач в секционния фидерен панел на ТПС.

Кабелната връзка към разединителя се монтира на стената на тунела чрез скоби.

Кабелите да са с висока гъвкавост /шлангови/.

### 2.3.3. Електрическо разделяне на контактния проводник

Контактната мрежа е разделена на секции, съобразно изискванията на стандартите за безопасна експлоатация.

Електрическото разделяне на фидерни секции може да се изпълни по два начина: чрез електрическо разделяне, чрез изолирано застъпване или чрез монтаж на секционен изолатор.

Секционният изолатор се използва за осигуряването на превключваема надлъжна връзка с отдалечени фидерни секции по време на работа, чрез разединители. Работните токове на разединителите са между 2000 А и 4000 А. Разединителите се управляват ръчно или чрез моторно задвижване.

### 2.3.4. Обратни вериги в системите с въздушна контактна мрежа

Обратните тягови токове от подвижния състав до шината в подстанцията се предават чрез ходовите релси. За да се подобри проводимостта на системата, ходовите релси са електрически взаимосвързани чрез релсови връзки.

Използват се гъвкави кабели или проводници за връзките с точките за обратен тягов ток.

За да се предотвратят токови утечки, ходовите релси са изолирани спрямо земя.

- Резервна дължина контактен проводник – 5% от общата дължина за обекта.

### 2.3.5. Защити в контактната мрежа

За защита от пренапрежение във фидерните точки се използват вентилни отводи.

Защитата от опасни потенциали между релсите и земя става чрез използване на искрови предпазители. В случай на опасен потенциал между релса и земя (например поради скъсан контактен проводник), искровият предпазител пробива и по този начин осигурява ниско съпротивление между релса и земя.

За защита на пътниците и персонала от опасни потенциали между релсите и земя в обществените зони /пероните/, се монтират шкафове с окъсители в ТПС /шкаф176/, чиито параметри са описани в частта „Електрически системи и инсталации”.

## 2.4. Контактна мрежа с въздушна контактна шина за подземни участъци

### 2.4.1. Общи положения

За подземните участъци се предвижда въздушна контактна шина. Същата да има следните качества:

- солидна конструкция на съединенията с допълнителни направляващи жлебове;
- виброустойчивост на съединенията чрез комбинацията от направляващи жлебове и застопоряващи елементи на болтовете;
- високо допустимо натоварване по ток на съединенията;
- използване на екструдирани секции и монтажни елементи с дълъг живот;

Електро техническите параметри на мрежата трябва да са съобразени с EN 50124-1 или еквивалентен:

Номинално напрежение /kV/	Максимално допустимо напрежение /kV/	Минимално напрежение на изолацията /kV/	Импулсно напрежение /kV/
1.5	1.8	1.8	18

Отстоянията между подвижни компоненти на въздушната линия и строителни съоръжения или железопътни превозни средства да се съобразят с EN 50119 или еквивалентен.

Тъй като въздушната контактна шина се счита (съгласно стандарта), че не е подложена на скъсване, за разлика от контактния проводник, не е необходимо изпълнението на зона на скъсан проводник.

Може да се използва контактен профил от алуминий /типА/, с вложен контактен проводник.

Минимални технически параметри за система с контактни шини тип А:

Ток на късо съединение	45 kA/1s
Околна температура	$-30^{\circ}\text{C} \leq t_0 \leq 40^{\circ}\text{C}$
Максимална температура на проводника	90°C
Стандартно разстояние между опорите	от 6 до 12 m
Напречно сечение на контактната шина без контактен проводник	2 300 mm <sup>2</sup>

Материал на контактната шина	Алуминий
Контактен проводник	тип АС съгласно EN 50149 или еквивалентен
Максимално допустима дължина на 1/2 участък	до 500 m

Носещият профил с контактния проводник ще бъде закрепен за тавана на тунела. Максималното отклонение на контактната мрежа спрямо оста на коловозите да се съобрази с топографията на пътя, скоростта на движение и вида на пантографа.

Съединителните планки на шината да се предвиждат в местата, където огъващият момент е нула.

Компонентите на контактната мрежа трябва да могат да провеждат увеличения ток от нагряването във електрическите връзки без да се деформират.

Предвиждат се твърди точки, предотвратяващи преместването на мрежата. Между твърдите точки ще бъдат изпълнени дилатации.

Фидерите се закрепват за въздушните контактни релси с фидерни скоби с медни профили.

За фидерни кабели се използват специално силно гъвкави шлангови кабели.

#### 2.4.2. Електрически параметри на линията

Номинално напрежение	1 500 V DC
Допустим толеранс на номиналното напрежение	+20% – 30%
Допустим продължителен ток	1 067 A

Преходите към други контактни мрежи се осъществяват с успоредни участъци. Контактната мрежа е разделена на фидерни секции, за да се осигури селективност, възможност за разединяване, спазването на необходимите електрически параметри и безопасно тягово електрозахранване.

Фидерните секции да бъдат електрически изолирани една от друга с помощта на секционни изолатори в контактния проводник и шината. Това позволява фидерните



секции да захранват или да замостват (напречно и надлъжно съединение).

Комутационният процес се извършва чрез прекъсвач, разположен в ТПС.

Кабелите и едностранните фидерни секции може да се превключват с разединители - ръчно или дистанционно чрез управляван механизъм с електродвигател.

За защита срещу пренапрежение във фидерните точки де се монтират вентилни отводи.

Работният ток се връща през релсите. Релсовите съединения трябва да бъдат заварени или свързани чрез подходящи релсови връзки. Системата от обратни проводници трябва да бъде резервирана.