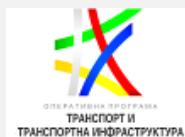


МТИТС  
2014-2020

Инвестираме във Вашето бъдеще



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ  
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ;  
КОХЕЗИОНЕН ФОНД



„МЕТРОПОЛИТЕН“ ЕАД



**ПРОЕКТИРАНЕ И СТРОИТЕЛСТВО НА РАЗШИРЕНИЕ НА МЕТРОТО В СОФИЯ, ЛИНИЯ 3, ЕТАП III – УЧАСТЪК ПОД БУЛ. „ВЛАДИМИР ВАЗОВ“ ОТ КМ 4+340,00 ДО КМ 1+280,00 С ТРИ МЕТРОСТАНЦИИ ПО ОБОСОБЕНИ ПОЗИЦИИ**

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

**ЧАСТ 5.9: ТРАНСПОРТНО-КОМУНИКАЦИОННА СИСТЕМА**



МЕТРОПОЛИТЕН ЕАД  
2019 г.

**ПРОЕКТИРАНЕ И СТРОИТЕЛСТВО НА РАЗШИРЕНИЕ НА  
МЕТРОТО В СОФИЯ, ЛИНИЯ 3, ЕТАП III – УЧАСТЪК ПОД БУЛ.  
„ВЛАДИМИР ВАЗОВ“ ОТ КМ 4+340,00 ДО КМ 1+280,00 С ТРИ  
МЕТРОСТАНЦИИ ПО ОБОСОБЕНИ ПОЗИЦИИ**

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

**ЧАСТ 5.9: ТРАНСПОРТНО-КОМУНИКАЦИОННА СИСТЕМА**

## СЪДЪРЖАНИЕ:

Списък на съкращенията .....	3
1. Въведение.....	7
2. Задължителни за изпълнение изисквания на Възложителя .....	8
3. Интерфейси с другите системи .....	10
4. Особени изисквания за проектиране .....	10
5. Особени изисквания за изпълнение.....	11
6. Система за управление на мрежата (NMS – Network Management System) .....	14
7. Интерфейси за Ethernet свързаност .....	17
8. Приемателни тестове и резервни части .....	18
9. Кабелна инфраструктура .....	18
10. Резервни части .....	20

## СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

AC	Alternating Current/ Променлив ток
CCTV	Closed-CircuitTelevision/Система за видеонаблюдение
CWDM	Conventional/CoarseWavelength-DivisionMultiplexing/ Конвенционално мултиплексиране чрез използване на различни дължини на вълната
DC	Direct Current/Постоянен ток
DIN	DeutschesInstitutfürNormung/ Немски институт за стандартизация
EMC	Electromagnetic Compatibility/ Електромагнитна съвместимост
GUI	GraphicalUserInterface/ Графичен потребителски интерфейс
IEC	International Electrotechnical Commission/ Международна електротехническа комисия
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers / Институт за електро и електронни инженери
IGMP	InternetGroupManagementProtocol / Тип комуникационен протокол
IK код	International Mechanical Protection/ Степен на механична защита
IP	Internet Protocol/Интернет протокол
IP код	International (Ingress) Protection/ IP код на защита
ITU-T	International Telecommunication Union –Telecommunications/ Международен съюз по телекомуникации
MAC	Media Access Control/ МАК
MTBF	MeanTimeBetweenFailures/ Средно време на работа между повреди
MTTR	MeanTimeToRepair/ Средно време за отстраняване на повреда
NMS	NetworkManagementSystem/ Система за управлението на мрежата
ODF	OpticalDistributionFrame/Оптична разпределителна касета
OSI	OpenSystemsInterconnection/ Взаимодействие на отворени системи
OSPF	Open Shortest Path First/ Мрежови протокол
PIM-SM	Protocol-IndependentMulticast - SparseMode/ Протокол за маршрутизация наIPмрежи
PoE	PoweroverEthernet/ Предаване на захранване по Ethernet кабел
QoS	Quality of Service/ Качество на услугата

RAM	ReliabilityAvailabilityMaintainability/ Ремонтопригодност	Надеждност	Наличност
SCADA	SupervisoryControlandDataAcquisition - Система за операторски контрол и събиране на данни		
SFP	SmallForm-factorPluggable/ Приемно-предавателен модул		
SIL3	SafetyIntegrityLevel 3/ Интегрирано ниво на сигурност 3		
TDM	Time-Division Multiplexing/ Мултиплексиране във времеви слотове		
VLAN	VirtualLocalAreaNetwork/ Виртуална локална мрежа		
VLAN-IDs	VirtualLocalAreaNetwork – Identifiers/ Идентификатори на Виртуална локална мрежа		
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol/ Мрежови протокол		
WDM	Wavelength-DivisionMultiplexing/ Мултиплексиране чрез използване на различни дължини на вълната		
БДС	Български Държавен Стандарт		
Е&М връзки	Earth & Magneto (Ear & Mouth) връзки		
ТКС	Транспортно Комуникационна Система		

За „еквивалентни“ на техническите стандарти, цитирани в документацията следва да се разбира същото или по-добро ниво от това на цитирания стандарт.

### Списък на СТАНДАРТИТЕ

Стандарт	Име
IEEE 802.1Q	Стандарт за Ethernet мрежи
IEEE 802.1x	Стандарт за Ethernet мрежи
IEEE 802.3	Стандарт за Ethernet мрежи
IEEE 802.3af	Стандарт за Ethernet мрежи
IEEE 802.3at	Стандарт за Ethernet мрежи
IEEE 802.3u	Стандарт за Ethernet мрежи
IEEE 802.3x	Стандарт за Ethernet мрежи
IEEE 802.3z	Стандарт за Ethernet мрежи
БДС 9096:1983 БДС 9096:1983/Изм.1:1986 БДС 9096:1983/Изм. 2:1987 БДС 9096:1983/Изм. 3:1997	Кабели селищни съобщителни с полиетиленова изолация и термопластична обвивка
БДС EN 50102:2006	Степени на защита, осигурени от обвивките на електрически съоръжения, срещу външни механични удари (ИК код) (Идентичен с БДС EN 62262:2004)
БДС EN 50159:2010	Железопътна техника. Системи за съобщения, сигнализация и обработка на данни. Съобщения, свързани със сигурността в предавателни системи
БДС EN 55022:2010	Устройства за обработка на информация. Характеристики на радиочестотно смущаващо въздействие. Гранични стойности и методи за измерване
БДС EN 60793-2-50:2013	Оптични влакна. Част 2-50: Продуктова спецификация. Групова спецификация за одномодови влакна клас В (IEC 60793-2-50:2012)
БДС EN 60794	Кабели с оптични влакна
БДС EN 60825	Безопасност на лазерни съоръжения

БДС EN 61000-6-1:2007	Електромагнитна съвместимост (ЕМС). Част 6-1: Общи стандарти. Устойчивост на смущаващи въздействия за жилищни, търговски и лекопромишлени среди (IEC 61000-6-1:2005)
БДС EN 61508-5:2010	Функционална безопасност на електрически /електронни/ програмируеми електронни системи за безопасност. Част 5
БДС EN 62208:2011	Празни шкафове за комплектни комутационни устройства за ниско напрежение. Общи изисквания (IEC 62208:2011)
Препоръка ITU-T G.652	Характеристики на кабели с едномодови оптични влакна
Препоръка ITU-T G.694.2	Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid

## 1. Въведение

- 1.1. Този документ определя критериите на които трябва да отговаря Транспортно Комуникационната Система (ТКС) за трети диаметър от метрото на град София. ТКС за станциите от участъка от км. 4+340,00 до км. 1+280,00 трябва да се изпълни като разширение на ТКС за трета линия. Основния и работещия в горещ резерв сървър на ТКС в ЦДП трябва да обхванат и новите станции. Включването на станциите от етап три от строителството на трета метро линия не трябва да води до добавянето на нов софтуер и хардуер в ЦДП.
- 1.2. ТКС трябва да осигурява пренос на глас, данни (включително индустриални протоколи) и видео между станциите от трети метродиапетър, обслужващото го метро депо и Централния Диспечерски Пункт (ЦДП) на „Метрополитен“ ЕАД. ТКС трябва да е разчетена така, че да осигури бъдещите експлоатационни нужди на III метро диаметър, както и да е в състояние да гарантира включването на нови системи. Скоростта на предаване на опорната част трябва да е не по-малка от **10Gbps**. ТКС трябва да осигурява общ информационен пренос на всички системи от трети метро диаметър.
- 1.3. Поради факта, че ТКС ще обслужва всички метро системи, тя се явява **критичен компонент** за нормалното функциониране на целия трети метро диаметър. Затова се очаква да притежава следните характеристики:
  - висока надеждност;
  - висока пригодност;
  - да притежава топология двоен оптичен ринг;
  - да е лесна за инсталиране и експлоатация;
  - да е мащабируема;
  - висока гъвкавост, когато става дума за разпределяне на потребителски портове за всяко отделно приложение.
- 1.4. ТКС трябва да включва следните функционални части:
  - цифрово оборудване, отговарящо на стандартите за индустриално приложение, съобразено с особеностите на околната среда, гарантиращо изграждането на оптичния ринг;
  - система за контрол и управление на ТКС, за визуализиране на статуса, конфигуриране, анализ и контрол на всички елементи на ТКС в реално време;
- 1.5. Проектът и конструкцията на ТС трябва да са на базата на **действащите към момента на внедряване** на системата международни правилници и стандарти.
- 1.6. Изпълнителят трябва да внедри ТКС базиране на индустриален клас Ethernet/IP технология.
- 1.7. За реализиране на оптичната свързаност да се използва оптичен ринг, реализиран от два отделни оптични кабела, изтеглени по различни (**неприпокриващи**) се трасета между отделните точки на свързване. При изпълнението на оптичните връзки да се изпълнят минимум следните стандарти и наредби:



БДС EN 60793-2-50:2013 (спецификация на оптични влакна (единични)) или еквивалентен;

БДС EN 60794 (спецификация за оптични кабели) или еквивалентен;

ITU-T Препоръки G.652 (спецификация за оптични влакна (единични)) или еквивалентен.

#### 1.8. Надеждност

1.8.1. Невъзможността за изпълнение на която и да е от функциите на системата, поява на неизправност или преминаване в неработоспособно състояние, както и работа под изискванията на тази спецификация ще се считат за повреда.

#### 1.9. Пригодност

1.9.1. Пригодността на ТКС на ниво връзка се дефинира като наличието на свързаност между двете крайни точки от ТКС при осигуряване на зададената скорост на преноса и закъснение, съобразено с работните параметри и протоколи на оборудването, ползващо за пренос ТКС.

1.9.2. Всяка връзка на ТКС ще се счита за не-налична ако:

има загуба на комуникация между крайните точки на веригата (връзката), или качеството на комуникацията е под изискванията на международните стандарти за съответната връзка (свързаност).

1.9.3. Пригодността на всяка свързаност на ниво 2 Mbps или повече трябва да е по-добра от 99.999%.

1.9.4. Пригодността на всяка свързаност под ниво 2 Mbps трябва да е по-добро от 99.995%.

1.9.5. Системата за управления на мрежата ще се счита за неработеща, ако функциите и не се изпълняват правилно. Пригодността на системата за контрол и управление на ТКС трябва да е повече от 99.6%.

1.9.6. ТКС трябва да позволява безпроблемен пренос на стандартните и предвидени за употреба индустриални протоколи върху предоставената от ТКС мрежова свързаност.

#### 1.10. Изисквания за поддръжка

1.10.1. Времето за пълното възстановяване на работата на ТКС в случай на повреда трябва да е по-малко от един час(включително всички работи).

1.10.2. Жизненият цикъл на ТКС да е минимум 15 години.

#### 1.11. Изисквания за безопасност на системата

1.11.1. В случай на повреда на оптичен кабел, оптичният трансмисионен лазерен извод трябва да се изключи до безопасно ниво, както е определено в БДС EN 60825 или еквивалентен. Необходимо е изключващия механизъм да е софтуерно независим.

## 2. Задължителни за изпълнение изисквания на Възложителя

- 2.1. Поради особената важност на ТКС е необходимо предлаганата система да бъде тествана и доказана в практиката чрез минимум три броя внедрявания в подобна метро или железопътна администрация.
- 2.2. ТКС трябва да бъде надлежно сертифицирана за Safety Integrity Level 3 (SIL3) съгласно БДС EN 61508-5:2010 (IEC 61508-5) или еквивалентен.
- 2.3. ТКС за новите станции трябва да бъде захранвана от непрекъсваеми източници на захранване (UPS). В случай на отпадане на мрежовото захранване, UPS на всяка станция трябва да осигурят резервно захранване на оборудването на системата за период от минимум един час.
- 2.4. Преносната система трябва да е сертифицирана по БДС EN 50159:2010 “Системи за съобщения, сигнализация и обработка на данни“ или еквивалентен. Съобщения, свързани със сигурността в предавателни системи”. Това изключва опасностите от всякакъв вид софтуерни бъгове или прониквания, като „хакване“ на мрежата, вируси и др.
- 2.5. Очакваният експлоатационен живот на ТКС е минимум **15 години**. Затова е необходимо хардуера и софтуера на преносната система да имат нужната поддръжка за поне **10 години** след **официалното обявяване на края на тяхното производство**.
- 2.6. Гарантираната годишна пригодност (работоспособност) на ТКС да бъде **99,98%**. Пригодност от 99,98% да е изчислена на база 365 дни, 24 часа на ден, като се изваждат часовете на неработоспособност, договорени с Възложителя (часовете за сервизиране на системата, извършвани при отсъствие на влаково движение).
- 2.7. Пригодността на ТКС да бъде цялостно документирана чрез представяне на **RAM (Reliability–Availability–Maintainability)**/(Надеждност–Пригодност-Ремонтнопригодност) анализи, включващи:
  - MTBF (Middle Time Between Failures)** - калкулации за средното време между отказите за системата като цяло („от край до край“);
  - MTBF** стойностите за всеки отделен модул и компонент на ТКС;
  - MTTR (Mean Time To Repair)** - средното време, необходимо, за да се ремонтира повредения компонент и/или устройство.
- 2.8. ТКС да осигурява информационен капацитет от **минимум 10 Gbps**.
- 2.9. За всяка услуга да бъде заделен отделен виртуален канал с минимално натоварване. Трафикът в един канал не трябва да засяга трафикът в друг, нито по някакъв начин да влияе на закъснението при предаването на данни. Системи, базирани на пакетни комутация или клетъчни мрежи, които не могат да гарантират постоянна комуникация между отделните приложения, **не се допускат и ще бъдат отхвърлени**.
- 2.10. Максималното време за преконфигуриране на системата в случай на отказ на комутатор (мрежов възел) или скъсване на кабел не трябва да надвишава **50ms**.

- 2.11. Изпълнителят на работите е задължен да уточни и осигури всички интерфейси, необходими за нормалната работа на включените към ТКС системи и да гарантира функционирането им съгласно действащите за съответната връзка (свързаност) Международни стандарти.
- 2.12. След приключване на работите да е наличен **минимум 60%** резервен информационен капацитет между възлите.
- 2.13. ТКС трябва да е в състояние да поддържа множество независими Ethernet мрежи и да осигурява „Hard QoS“ за различните Ethernet мрежови сегменти (например чрез използването на TDM в транспортния слой). „Hard QoS“ означава, че е резервиран ресурс (честотна лента и изчислителна мощ) за всяко отделно приложение от край до край (от източника до получателя).
- 2.14. Система, неотговаряща на което и да е от условия 2.1 – 2.12 ще се счита за непригодна за нуждите на проекта и ще бъде отхвърлена.

### 3. Интерфейси с другите системи

- 3.1. Изпълнителят е длъжен да осигури всички необходими интерфейси за гарантиране на нормалната работа на включените към ТКС системи. Изпълнителят е отговорен за правилната работа на всички интерфейси между ТКС и свързаните системи.
- 3.2. Изпълнителят е длъжен да обезпечи достатъчен информационен капацитет за правилната работа на всички включени към ТКС системи.
- 3.3. Всички връзки (електрически и/или оптични) между ТКС и включените към нея системи да се осигурят в репариторното помещение на съответната станция и ЦДП.
- 3.4. Изпълнителят трябва да съгласува част телекомуникации с част електро- заземлението и електрозахранването (съгласуваност между мощност и интерфейси). Интерфейсът между двете системи е разпределителното табло и заземителната шина на всяко помещение. Това оборудване е част от електрическите работи.

### 4. Особени изисквания за проектиране

- 4.1. В допълнение към проектните изисквания представени в тази Техническа спецификация, Изпълнителят трябва да представи следната информация на представители на Възложителя в рамките на проектните фази:
  - детайли по спецификациите на всички интерфейси;
  - детайли по модулите на хардуера на всеки тип информационни, гласови и видео интерфейси;
  - списък на алармите за отчитане на повреда;
  - детайли по системата за контрол и управление на мрежата, потока от съобщения за управление и защита срещу повреди във възлите и кабелите;
  - видове и максималния брой предавателно оборудване поддържано от ТКС;

осигуряване на безопасността на връзката по всички възможни начини;

- 4.2. Координиране на изискванията относно подходящия капацитет на заземяването в помещенията за съоръжения, кабелите, съпротивление на заземяването, климат на помещенията за съоръжения във фазите на проектиране.

## 5. Особени изисквания за изпълнение

- 5.1. Изпълнителят трябва да внедри високопроизводителна, **индустриален клас** преносна система.
- 5.2. ТКС трябва да позволява директната връзка (без използването на външни кодеци)) на услуги / приложения, генерирани от клиентските подсистеми (като например, но без да се ограничава до):

SCADA системи;

Влакова радиовръзка;

Телефонна система (диспечерски връзки);

Видео (CCTV) система;

Билетна система;

Други метро системи.

- 5.3. ТКС да използва топология двоен оптичен ринг.
- 5.4. Топология двоен оптичен ринг е необходима за осигуряване на висока резервираност. При нормална експлоатация само единият от двата пръстена да пренася потребителската информация, а другият да бъде в готовност. Резервният пръстен да поема функциите на главния автоматично с минимално закъснение, ако възникне проблем по активния пръстен. При пълно скъсване на кабел, т.е. ако и двата пръстена (активен и резервен) бъдат прекъснати, системата автоматично да извършва loop-back операция (създава рингова структура) за изолиране на повредата и поддържане на комуникациите на цялото потребителско оборудване, свързано към мрежата.
- 5.5. ТКС трябва да поддържа пренос на глас, данни (включително индустриални протоколи) и видео между отделните станции, депо и ЦДП, като видовете връзки да включват, но да не се ограничават до:
- връзка точка - точка;
  - връзка точка - много точки;
  - напречни връзки;
  - други видове свързаност, породени от спецификата на свързаните към ТКС системи.
- 5.6. **При необходимост** от разнообразни интерфейси е необходимо:
- ТКС да има модулна архитектура, позволяваща инсталирането на допълнителни модули или замяната на дефектирани;

нодовете (възлите) на ТКС да се състоят от шаси, две заменяеми в работен режим резервирани хранения, слотове за интерфейсни карти, системен модул и оптични предаватели за оптичната свързаност;

слотовете да позволяват инсталирането на комбинация от интерфейси, като всички интерфейсни карти да са достъпни отпред;

специализираните интерфейсни карти да позволят **директната** (без конвертори, кодеци и др.) физическа връзка към тях и предаване на данни в стандартен формат за:

- Ethernet/ IP връзките;
- Гласовите 2W/4W/ E&M връзки;
- E1 връзките;
- серийните връзки за данни (RS485, 232, 422);
- връзките за висококачествено аудио;
- други видове свързаност.

5.7. Новоизградените възли на новите три станции трябва да могат да се свържат безпроблемно към съществуващата ТКС на трети метродиаметър.

5.8. За всяка услуга да бъде заделен отделен виртуален канал, оказващ минимално натоварване на мрежовия трафик като цяло. Трафикът в един канал не трябва да засяга трафикът в друг, нито по някакъв начин да влияе на закъснението при предаването на данни. **Системи, базирани на пакетни комутация или клетъчни мрежи, които не могат да гарантират постоянна комуникация между отделните приложения, не се допускат и ще бъдат отхвърлени.**

5.9. Оборудването на ТКС да е монтирано в стандартни телекомуникационни шкафове (19” шкаф) с покритие и защити, съобразени с особеностите на обкръжаващата среда и пространство, позволяващо свободното аранжиране на свързващи кабели и укрепване на кабелни аванси без опасност от повреда на кабели, компоненти и оборудване. При необходимост от монтаж на оборудване в стенни и стоящи шкафове и табла, избора им да се съобрази със следните изисквания:

- корпусът им да бъде изработен от един лист ламарина;
- всички отвори за монтаж на стена или към цокъл да бъдат фабрично изработени преди защитните покрития;
- табла и шкафове с една врата да имат IP 66, а такива с две врати IP 55 (**БДС EN 62208:2011** или еквивалентен);
- посоката на отваряне на вратата да може да се сменя без допълнителни отвори и да има възможност при избор да се монтира секретно заключване;
- таблата и шкафовете, монтиране в споделени и/или неосигурени със съответните защити за комуникационни центрове, трябва да бъдат с тристепенна обработка на повърхността с изпичане на грунда/емайла и на праховото боядисване;
- покритието да е устойчиво на минерални масла, смазки, машинни емулсии, разтворители на алкохолна база, слабо концентрирани киселини и основи;

- всички кабели да бъдат въведени в комуникационните шкафове през подходящи щуцери със степен на защита IP 68, а където има кабелни входове (разглобяеми) за фабрично терминирани конектори да се гарантира IP 64;
  - препоръчителната степен на вандалоустойчивост по БДС EN 50102:2006 (БДС EN 62262:2004) или еквивалентен да бъде IK08.
- 5.10. Подмяната на дефектирало оборудване (модул) да става без пълното изключване на целия възел.
- 5.11. Шасито да бъде 19" разглобяемо и да има качествен индустриален дизайн, специално проектирано за неблагоприятни условия на околната среда (големи колебания на температурата, прах, сериозна влажност на въздуха).
- 5.12. ТКС трябва да поддържа висока скорост на пренос на данни с дължина на вълната от 1310nm и/или 1550nm.
- 5.13. Възлите на ТКС трябва да са в състояние да работят при следните климатични условия:
- температура: от -(минус) 20C до +(плюс) 55C;
  - относителна влажност на въздуха: от 5% до 90%.
- 5.14. Мрежовия възел да има две (резервирани и товарно-балансиращи) захранващи модула. Необходимо е те да работят в следните диапазони на захранващото напрежение:
- AC : от 90 V до 280 V  
DC : от 18 V до 60 V
- 5.15. С цел повишаване на надеждността на ТКС като цяло, мрежовите възли трябва да могат да се захранват от комбинация от AC и DC захранвания.
- 5.16. Трябва да е възможно захранването на възела само чрез един захранващ модул. Ако единият модул откаже, другият трябва да продължи да работи без това да се отрази на нормалното функциониране на възела.
- 5.17. Захранванията да са двойни, **hotswappable** (заменяеми по време на работа) и използващи отделни захранващи кабели.
- 5.18. Оптичните предаватели ще свързват мрежовите възли към оптичната инфраструктура. Оптичните приемо-предаватели да поддържат едно-модови оптични кабели с дължина на вълната 1300 nm или 1550 nm. Оптичните модули да бъдат **hotswappable** (заменяеми по време на работа). Системата ще поддържа SFP-базирани CWDM предаватели съгласно препоръка ITU-T G.694.2 или еквивалентен.
- 5.19. Препоръчително е механизмът за регонфигуриране на оптичния ринг да е хардуерно реализиран, с което да се гарантира възстановяването на нормалната работа на ТКС за по-малко от **50 ms**.

- 5.20. След изключване на захранването, преконфигуриране на ринга или в случай на добавяне на нов възел към ринга, цялата система трябва да е в състояние да се стартира автоматично.
- 5.21. Конфигурационните данни и специфичния софтуер за работа на мрежовите възли да се съхраняват локално във всеки възел, за да се гарантира автоматичното и бързо рестартиране след възстановяване на захранването.
- 5.22. ТКС трябва да позволява изграждането на Ethernet свързаност в конфигурация „точка - точка“, както и многоточкова Ethernet свързаност без дублиране на пакетите в транспортния слой (layer 4 от OSI модела).
- 5.23. Преносната система трябва да може да присвоява потребителските портове към различни видове Ethernet свързаност. Всеки порт да може да бъде придаден към една Ethernet услуга. В случай че отделния порт се конфигурира за повече от една Ethernet свързаности, трафика да бъде маршрутизиран на базата на VLAN-IDs. Съответната конфигурация да бъде задаване чрез системата за управление само с посочване и кликване на мишката.
- 5.24. ТКС трябва да е в състояние да поддържа множество независими Ethernet мрежи и да осигурява „hard QoS“ за различните Ethernet мрежови сегменти (например чрез използването на TDM в транспортния слой).
- 5.25. Скоростта на преноса за една Ethernet мрежа в преносната система да е избираема от **1Mbps** до пълния капацитет на мрежата (10 Gbps).
- 5.26. Интерфейсите на ТКС трябва да поддържа портово базирани VLAN (IEEE 802.1Q или еквивалентен) или трябва да бъдат VLAN прозрачни. Всеки порт трябва да е в състояние да поддържа поне две 802.1p приоритетни опашки.
- 5.27. ТКС трябва да поддържа следните Layer 2 протоколи:
- Link Aggregation Control Protocol 802.3ad;
  - Rapid Spanning Tree (802.1w) и Multiple Spanning Tree (802.1s) протоколи;
  - IGMP (Internet Group Management Protocol)snooping.
- 5.28. Следните Layer3 протоколи трябва да се поддържат от ТКС:
- Inter VLAN routing;
  - OSPF (Open Shortest Path First);
  - VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol);
  - PIM-SM (Protocol Independent Multicast – SparseMode);

## **6. Система за управление на мрежата (NMS – Network Management System)**

- 6.1. ТКС за новите три станции трябва да се включи към съществуващата система за централизиран мрежов контрол и управление.
- 6.2. ТКС трябва да осигурява наблюдение, събиране на данни от работата на системата, да предоставя разнообразна по характер диагностична информация, както и да дава възможност за отпечатване на тази информация. В допълнение на това, системата

трябва да дава възможност за конфигуриране на мрежата, конфигуриране на услугите, мониторинг, диагностика, активиране-деактивиране на интерфейси, разпределяне на отделните видове свързаност, генериране на аларми и регистрация на събития.

- 6.3. Съществуващият NMS трябва да осигурява графично представяне и на новите три станции.
- 6.4. Базата данни (конфигурационните данни) на ТКС за новите три станции да се синхронизират между съществуващите активна и резервна (standby) NMS.
- 6.5. Трябва да е възможно свързването на NMS към мрежата от всеки възел на новите три станции, чрез Ethernet свързаност.
- 6.6. Копие на софтуера на системата за контрол и управление трябва да се осигури и предаде на Възложителя на информационен носител.
- 6.7. Необходимо е да се осигурят и предадат на Възложителя два терминални преносими компютри със софтуер за управление на мрежата.
- 6.8. Оперативният статус и работа на всички елементи на мрежата **да се наблюдават в реално време** от системата за управление. Наблюдението на статуса да е на ниво порт, карта и т.н.
- 6.9. Всяко алармено съобщение да включва детайли за вида и естеството на повредата, категория на алармата, място на повредата, дата и час на възникване на повредата и дата и час на нейното отстраняване.
- 6.10. Функциите на системата за управление на ТКС да се изпълняват чрез съществуващия потребителски интерфейс (GUI) **в реално време**.
- 6.11. Допълнителни възли да могат да се вмъкват в структурата на ТКС без да се нарушава работата и. Ограниченията по тази точка, ако има такива, да се определят от Изпълнителя след изричното одобрение на Възложителя.
- 6.12. Чрез съществуващия NMS да бъде възможно конфигурирането на всички хардуерните модули, които изграждат мрежата на новите три станции: мрежовите възли и прилежащите им интерфейси, както и захранващите модули и оптичните приемо-предаватели. Конфигурирането на различните услуги в мрежата да става чрез **посочване и кликване**.
- 6.13. Трябва да бъде възможно конфигурирането на мрежата и услугите без връзка към мрежата – чрез Графичния потребителски интерфейс (GUI) или чрез скриптове.
- 6.14. Системата за управление трябва да се направлява чрез автоматизирани приложения (**режим wizard**) за да се избегнат човешки грешки при конфигурирането на услуги или хардуерните елементи на ТКС.
- 6.15. NMS не трябва да бъде от критично значение при преконфигурирането на системата (в случай на неизправност). Тя трябва само подробно да „съобщи“ за събитието на мрежовия оператор (системния администратор).



- 6.16. Конфигурационните данни на всеки мрежов възел трябва да се съхраняват в оперативната му памет. След конфигуриране мрежата трябва да продължава да работи автономно и да се преконфигурира при възникване на грешки. Затова е необходимо алгоритъмът за преконфигуриране да се намира в самите мрежови възли.
- 6.17. NMS трябва да съдържа цялата мрежова база данни (имена на подмрежите, имена на възлите, конфигурацията на всеки отделен възел) и информация за услугите и приложенията (конфигурацията и разпределението на портове, зададената скорост на трансфер за всяка отделна свързаност).
- 6.18. Трябва да е възможно да се правят следните онлайн промени:
- активиране или деактивиране на потребителски портове;
  - разпределяне на потребителски портове към услуги;
  - добавяне, промяна или премахване на услуги.

Всяка промяна автоматично да актуализира базата данни на харддискете на компютрите за мрежово управление (активен и резервен) и оперативната памет на съответния(те) възел(и).

- 6.19. Трябва да е възможно използването на базата данни за възстановяване на мрежовата конфигурация в случай, че настройките на един или повече възли се загубят поради хардуерен дефект.
- 6.20. Трябва да е възможно лесното следене на работата на различните **подмрежи**, които изграждат мрежата.
- 6.21. При нормална експлоатация NMS трябва непрекъснато да запитва всички мрежови възли. При това тя ще сравнява статуса на мрежата с информацията, налична в нейната мрежова база данни. Ако настъпи повреда или промяна, екранът на GUI на компютъра на NMS да покаже алармено съобщение, посочващо естеството и локацията на наличните грешки или промени. Алармените съобщения да включват като минимум: дата, час, възел, интерфейсен слот и/или интерфейсен порт, сериозността на алармата и описание на възникналото събитие.
- 6.22. Базата данни, съдържаща цялата релевантна информация за системната конфигурация, да бъде резервирана в Системата за управление на мрежата. Ако се загубят конфигурационни данни на даден възел, системата за управление на мрежата трябва да може да възстанови тези данни.
- 6.23. Чрез GUI трябва да е възможно регистрирането на следните събития: грешки в комуникацията, преконфигуриране на мрежата, отказ на възел, грешки в интерфейсни карти и външни аларми. Трябва да е възможно съхраняване на тези събития в базата данни на NMS.
- 6.24. Грешките и възникналите неизправности и повреди да се визуализират от системата за управление на мрежата в различен цвят от използвания при правилното и функциониране.

- 6.25. Мрежовите възли да имат дисплей, който да позволява на обслужващия персонал локално да анализира всеки проблем, свързан с конкретния възел. Дисплеят да предоставя минимум следната информация:
- състоянието на оптичната свързаност за съответния възел;
  - наличие на алармено състояние;
  - кои са съседните възли;
  - версията на хардуера/фърмуера;
  - състоянието на захранващите модули;
  - дата/час.
- 6.26. Трябва да е възможно да се следи състоянието на връзките чрез Системата за управление.
- 6.27. Не трябва да е възможно от потребителски порт да има достъп до канала за управление.

## 7. Интерфейси за Ethernet свързаност

- 7.1. Всеки възел да съдържа минимум **24 Ethernet порта**. Трябва да е възможно доставянето на възел с поне 24 комбо порта, като оператора да може да избира да използва порта като меден (Cu) порт или като оптичен порт.
- 7.2. Всеки порт трябва да поддържа IEEE 802.3 съвместим 10Base-T (или еквивалентен), IEEE 802.3u съвместим 100Base-TX (или еквивалентен) или IEEE 802.3z (или еквивалентен) съвместим 1000Base-T интерфейси с усукани двойки, с RJ-45 конектор.
- 7.3. Портовете да поддържат автоматично разпознаване на 10Base-T, 100Base-TX и 1000Base-TX.
- 7.4. Всеки порт трябва да поддържа 10/100 Mbpshalf/fullduplex режим на работа. Режимът на работа да се избира чрез **autonegotiation** или **да се задава ръчно** чрез Системата за управление на мрежата.
- 7.5. Интерфейсите трябва да са напълно прозрачни за всички Ethernet протоколи от високо ниво. Интерфейсите трябва да поддържат портово-базирана VLAN (IEEE 802.1Q или еквивалентен) или трябва да са VLAN прозрачни. Всеки порт ще поддържа поне две 802.1p приоритетни опашки.
- 7.6. Ethernet интерфейсите ще поддържат **flowcontrol**, съгласно IEEE 802.3x или еквивалентен.
- 7.7. Системата за контрол и управление трябва да осигури най-малко следната информация за статуса на отделната Ethernet свързаност: статус на порта активен/деактивиран, връзка включена/изключена, избор на монитор (наблюдение), активен монитор, данни във входния буфер, данни в изходния буфер, прекомерни collisions, твърде дълъг пакет, статус на буфера, премахнат пакет, препълване на входния буфер.

- 7.8. В случая на оптични Ethernet портове възелът да може да поддържа 100BASE и 1000BASE оптични SFPs.
- 7.9. Трябва да бъде възможно активирането на **PoweroverEthernet (PoE)** (захранване през Ethernet) на базата на стандартите IEE 802.3af и IEEE 802.3at или еквивалентни за всеки отделен порт, за поне 24 порта на възел. Трябва да бъде възможно надграждането на възел без захранване през Ethernet (**PoE**) към възел със захранване през Ethernet (**PoE**) без да се налага инсталирането на нов хардуер.
- 7.10. Всички интерфейсни карти (модули) трябва да отговарят на следните EMC стандарти:
- Емисия: **БДС EN 55022:2010 Клас А** или еквивалентен;
- Устойчивост: **БДС EN 61000-6-1:2007** или еквивалентен.
- 7.11. С цел предотвратяване на проникване, трябва да е възможно изключването на front-end потребителските Ethernet портове.
- 7.12. Трябва да се поддържат Ethernet функционалности за сигурност, като IP- или MAC-базирани ACL и 802.1x Radius оторизация. Това ще позволи само проверени потребители/приложения да комуникират през мрежата, докато непознатите потребители се блокират.

## 8. Приемателни тестове и резервни части

- 8.1. Оборудването на ТКС трябва да бъде сглобено като **цялостна система** и настроено фабрично, преди доставката. Количественото приемане може да се извърши на базата на Документ за количествено приемане. Количественото приемане (заедно с клиента) предполага проверката на окончателния Списък с количествата преди доставката.
- 8.2. Необходимо е представители на Възложителя и Изпълнителя да извършат системно изпитание според процедурата, заложената в "Документ за функционално приемане", съставен от Изпълнителя и одобрен от Възложителя. Примерна конфигурация на връзките трябва да бъде тествана в присъствието на представители на Възложителя.
- 8.3. Доставчикът трябва да **обоснове** (трябва да се представят изчисления) количествата на резервните части за гаранционния срок на базата на данните за MTBF (средно време между отказите) за различните модули.

## 9. Кабелна инфраструктура

- 9.1. За реализиране на оптичната свързаност да се използва оптичен ринг, реализиран от два отделни оптични кабела, изтеглени по различни (**неприпокриващи**) се трасета между отделните точки на свързване.
- 9.2. Оптичните кабели да се полагат в един шкаф за оптични кабели. Шкафът да се монтира в репариторно помещение на новите метростанции.

- 9.3. Необходимо е полагането на един магистрален меден кабел (30x2x0.75) като резервен на магистралните оптични кабели.
- 9.4. При изпълнението на кабелната инфраструктура да се изпълнят минимум следните стандарти и наредби:
- БДС 9096 – 83** (БДС 9096:1983/Изм.1:1986, БДС 9096:1983/Изм. 2:1987, БДС 9096:1983/Изм. 3:1997) или еквивалентни;
- БДС EN 60793-2-50:2013 (спецификация на оптични влакна (единични)) или еквивалентен;
- БДС EN 60794 (спецификация за оптични кабели) или еквивалентен;
- ITU-T Препоръки G.652** (спецификация за оптични влакна (единични)) или еквивалентен.
- 9.5. Оптичните кабели да са минимум 72 влакнести с конфигурация 6x12 влакна (единични влакна) и да отговарят на следните изисквания:
- затихване:  $\leq 0.36$  dB/km (с дължина на вълната 1310 nm);
  - затихване:  $\leq 0.23$  dB/km (с дължина на вълната 1550 nm);
  - цветна дисперсия:  $\leq 3.5$  ps/nm x km (с дължина на вълната 1310 nm);
  - цветна дисперсия:  $\leq 18$  ps/nm x km (с дължина на вълната 1550 nm).
- 9.6. Механичните качества на оптичните кабели да са съгласно изискванията на стандарт **EN 60794-1-2** или еквивалентен и да имат възможност за издухване през HDPE тръби. Температурният им диапазон да е:
- работа: от - (минус) 25 °C до +(плюс) 60 °C
  - изтегляне: от - (минус) 5 °C до + (плюс) 50 °C
  - транспорт и съхранение: от - (минус) 25 °C до +(плюс) 70 °C
- 9.7. Основните разпределителни рамки (шкаф за медните кабели - Репартигор) и оптичните разпределителни рамки (шкаф за оптични кабели - ODF) да се осигурят на подходящите места за край на сигналите, разпределение, прекъсване, отклонение и тестване вътре във веригата.
- 9.8. Краищата на веригата да са достатъчно обезопасени за да издържат на нивото на вибрации, което се очаква по трасето на метрото.
- 9.9. При полагането на кабелите да се осигури разстояние от минимум 0.50 m от силнотоките кабели.
- 9.10. Да се приложи номерирана схема за инсталиране на кабелите. Всеки кабел да се идентифицира. Етикетите да са в двата края, във входните и изходни точки на носачите, тръбите и в улеите. Изискват се и етикети на HDPE тръбите за наличието на оптични кабели.
- 9.11. Да се осигури регистър за посочване на вида на кабелите, размера, използване на точното ядро или чифт, както и терминали.
- 9.12. Етикетите да се осигурят за всички шкафове, табла и панели.

- 9.13. Не се позволява снаждане на кабелите по протежение на трасето.
- 9.14. Кабелът да не се прегъва под минималния радиус препоръчан от производителя. Да се избягват острите ъгли.
- 9.15. Да се вземат всички мерки за гарантиране, че всички кабели и оборудване не са инсталирани по начин, който би предизвикал електролитно или друго корозионно действие, което би нарушило или повредило работата на кабелите и оборудването.
- 9.16. Конекторите да са подходящо конфигурирани за избягване на неправилно свързване.

## **10. Резервни части**

- 10.1. Изпълнителят трябва да осигури резервни части по време на периода на инсталиране и пускане в експлоатация, както и за поддръжка по време на Гаранционния период.
- 10.2. Окомплектовката на Транспортно-комуникационната система да включва, но да не се ограничава до, резервни модули, под-монтажни възли, специални компоненти и предпазители.
- 10.3. Изпълнителят да предостави списък на окомплектовката за одобрение на Възложителя. Доставената окомплектовка да бъде в размер на 5% от стойността на системата. В тази сума влизат и необходимите за нормалната работа на Транспортно-комуникационната система специални инструменти и тестово оборудване.