

**ТОМ 3: ТЕХНИЧЕСКИ СПЕЦИФИКАЦИИ И ИЗИСКВАНИЯ
КЪМ СИСТЕМИТЕ**

**ЧАСТ 3.3: ТЕХНИЧЕСКА СПЕЦИФИКАЦИЯ И ПАРАМЕТРИ ЗА
ИНТЕГРИРАНА РАДИО-КОМУНИКАЦИОННА СИСТЕМА**

Съдържание:

1. Въведение	3
2. Съкращения и термини	3
3. Подсистема: широколентова връзка за обмен на информация между метросъставите и оборудването, разположено по релсовия път.....	4
3.1. Изисквания към основната мрежа.....	5
3.2. Изисквания за влакова мрежа	6
3.3. Мрежово адресиране и сегментация	6
3.4. Изискване към разпределението на ресурсите на системата.....	6
3.5. Сигурност	6
3.6. Изискване за гласова комуникация	7
3.7. Изисквания към оборудването.....	7
4. Подсистема: аналогова комуникация между мобилните радио-единици и влаковите диспечери в ЦДП	9
4.1. Тунелна антенна система	10
4.2. Антенна система в метростанциите	10
4.3. Комуникационна мрежа	10
4.4. Захранване	10

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Интегрираната радио-комуникационна система трябва да бъде проектирана и изпълнена, така че да осигурява пълно покритие включително на всички подземни и надземни участъци на трети диаметър на Софийския Метрополитен. Тя трябва да е с отворена архитектура и да позволява бъдещо разширение. Системата трябва да бъде изградена от две подсистеми, работещи автоматично без никаква ръчна намеса, които да използват автономна инфраструктура с цел осигуряване на резервираност и сигурност при експлоатация. Работоспособността на системата трябва да е непрекъсната (24 часа на ден) и да има гарантирана наличност от 99.99%.

Първата подсистема на интегрираната радио-комуникационна система трябва да осигурява надеждна цифрова широколентова връзка за обмен на информация между влаковото оборудване (метросъставите) и оборудването разположено по релсовия път. Външните интерфейси и вътрешната комуникация трябва да са базирани на TCP/IP и/или UDP/IP.

Втората подсистема, трябва да служи за осигуряване на надеждна аналогова комуникация между мобилните радио-единици, намиращи се по целия метроучастък и влаковите диспечери в ЦДП, както за поддръжка на системата, също така и за осигуряване на връзка за нуждите на МВР (Полиция) и за нуждите на НСПАБ.

2. СЪКРАЩЕНИЯ И ТЕРМИНИ

ЦДП	Централен Диспечерски Пункт
МВР	Министерство на Вътрешните Работи на Р България
НСПАБ	Национална служба „Пожарна и аварийна безопасност“
WLAN	Безжична локална мрежа
VLAN	Виртуална локална мрежа за пренос на данни
QoS	Качество на услугата
PTP	Протокол точно време
ICMP	Основен протокол в интернет комуникацията
TCP/IP	Комплект мрежови протоколи за управление обмена на информация
UDP/IP	Транспортен пакетен протокол
ISM-band	Радиодиапазон за промишлени, научни и медицински цели
Layer 2	Слой 2
IGMP	Комуникационен протокол на мрежово ниво за комуникация между хостове и съседни рутери в IP мрежи
Up-link / R	Изходяща връзка / приемане
Down link / T	Входяща връзка / предаване

3. ПОДСИСТЕМА: ШИРОКОЛЕНТОВА ВРЪЗКА ЗА ОБМЕН НА ИНФОРМАЦИЯ МЕЖДУ МЕТРОСЪСТАВИТЕ И ОБОРУДВАНЕТО, РАЗПОЛОЖЕНО ПО РЕЛСОВИЯ ПЪТ

Системата трябва да се изгради като едноканална, но да дава възможност за бъдещо разширение чрез сдвояване или дублиране, така че при нужда да се осигури надеждна и сигурна, двойно резервирана връзка при комуникацията с метросъставите, без нужда от подмяна на доставеното и инсталирано оборудване. Минималните услуги, които ще се предават през системата са:

- Гласова радиокомуникация между машиниста във влака и дежурен диспечер в ЦДП;
- Предаване на видео в реално време от и към влака;
- Контролни сигнали от и към влака;
- Информация за пътниците във влака;
- Други.

Радиоканал в системата да се определя като един комуникационен канал с 1 честота. Капацитетът на един радиоканал трябва да бъде минимум 12 Mbps пълен дуплекс. Той трябва да бъде стабилен в зоната за покриване и не трябва да намалява при дистанция или висока скорост. Ако в покриваната зона от една базова станция има повече от един влак, капацитетът на канала трябва да бъде без загуби разпределен динамично и наличен за всички влакове.

Честотната лента трябва да е с честотен обхват от поне 100 MHz, за да може да осигури няколко широколентови радио канала. Системата трябва да използва 5.8 GHz ISM-band честотен обхват, като изпълнителят трябва да предвиди мерки за намаляване риска от смущения от други радио системи. Използваната честота не трябва да бъде в стандартния 802.11x WLAN честотен обхват.

Изграждането на системата, трябва да е на сегментен принцип, за намаляване на риска от загуба на комуникация при евентуално отпадане на част от системата. Радиообхвата (разстоянието между базовите станции по линията) трябва да е такава, че да осигурява пълно покритие на всяка точка от релсовия път, чрез осигуряване на минимален брой радиобазови станции. Да се предвидят антени с голямо усилване, които да осигурят излъчването на сигнал по линията. Латентността между комуникационните точки на влака и релсовата част трябва да бъде под 150 ms. Връзката между базовите радиостанции трябва да бъде непрекъсната и гарантирана при висока скорост на движение на влаковете.

Архитектурата на системата трябва да е разделена на четири основни мрежи:

- Влакова мрежа, която да свързва мобилните радиоустройства с външни приложения.
- Радиомрежа между влака и базовите радиостанции на релсовата част. Мрежата да е напълно резервирана с цел да осигури цялостно покритие в случай на повреда на някой от компонентите.
- Главна мрежа, която да свързва базовите радиостанции.
- Мрежа за радиодостъп, която да свързва всички външни приложения към интегрираната радиосистема.

Стационарната мрежа на интегрираната радиосистема да се състои от следните логически мрежи:

- **Мрежа за радиодостъп:** мрежа Layer 2, която да е интерфейс за външни данни на радио системата.
- **Основна мрежа:** мрежа Layer 2, която да свързва радио мрежата и мрежата за достъп до системата.

Мрежите да са реализирани от независими Layer 2 мрежи с рингова структура, изпълнени с негорими оптични кабели.

Използваното мрежово оборудване в станциите да е свързано в рингова топология.

Гейтуей контролерите трябва да са свързани към най-близкия суич, посредством оптика. За да се постигне максимална резервираност те не трябва да бъдат свързани към един и същ суич. Двете връзки да се реализират по Gbit Ethernet.

Базовите радиостанции трябва да са свързани в звездовидна топология към съответния най-близък суич на станцията използвайки бърз Ethernet, връзката да бъде реализирана с оптика. Допуска се и свързване на базовата радиостанция към суича на станцията да е посредством последователно свързване или рингова топология.

3.1. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ОСНОВНАТА МРЕЖА

Мрежата за радиодостъп и всички основни мрежи трябва да бъдат уникални сегменти от мрежи Layer 2, като за да гарантира висока наличност на радио връзката, основната мрежа трябва да има джитер от гейтуей контролера към всеки свързан суич на станция, който трябва да се поддържа под **80 ms**.

Наличният капацитет между гейтуей контролера и суича трябва да бъде достатъчен за броя влакове в зоната, покривана от всички свързани базови станции.

Всички компоненти на стационарната мрежа трябва да поддържат следните мрежови протоколи:

- VLAN маркиране - виртуална локална мрежа за пренос на данни QoS за VLAN
- Multicast IGMP v2 или по-висок
- RTP
- ICMP

Трябва да бъде определена подходяща схема за мрежови адреси и сегментация за всички външни системни компоненти.

Основната мрежа да се изгради с негорими кабели в зависимост от суичовете разположени по станциите.

3.2. ИЗИСКВАНИЯ ЗА ВЛАКОВА МРЕЖА

Влаквата мрежа трябва да бъде изградена с 100Base-TX използвайки пълен дуплекс. Влаквата мрежа трябва да бъде изцяло резервирана и използваното мрежово оборудване трябва да бъде Layer 2.

3.3. МРЕЖОВО АДРЕСИРАНЕ И СЕГМЕНТАЦИЯ

Всички компоненти на мрежата комуникиращи чрез радиосистемата трябва да бъдат на една логическа подмаска. Интегрираната радио-комуникационна система трябва да поддържа мултикаст предаване на данни.

3.4. ИЗИСКВАНЕ КЪМ РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА РЕСУРСИТЕ НА СИСТЕМАТА

Системата трябва да има възможност за диагностика и автоматично извършване на проверка на цикличен остатък за всеки пакет данни предаван в системата, с цел да се следи качеството на радиовръзката. Тя трябва да има възможност да измерва текущия трафик товар и да разпределя ресурси в съответствие с необходимия товар. Щом желаният товар надхвърли наличният капацитет в дадена радио клетка, ресурсите трябва да се ограничават на стъпки за всеки клас услуги, като се започне с най-ниския. Във всяка стъпка ограничението се намалява, докато бъде получено съответствие с цялата налична честотна лента или бъде достигната гарантираната пропускателна способност за класа услуги.

При внезапно увеличение на товара на трафика, системата да открива и разпределя динамично ресурсите, като това време да е под 1 секунда. Докато това стане, системата трябва да приоритизира и гарантира достъп на най-високия клас услуги (пример: радиовръзка с машиниста), и така евентуално внезапното увеличаване на нископриоритетен трафик товар никога да не може да блокира услугите с висок приоритет.

3.5. СИГУРНОСТ

Да се предвиди използване на собствен физически слой, което да ограничи възможността за неоторизиран достъп до системата. Системата трябва да приема и обслужва само регистрирани влакове.

ДОСТАВКА НА МЕТРОВЛАКОВЕ И ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

Том 3 - Технически спецификации и изисквания към системите

Част 3.3: „Техническа спецификация и параметри за интегрирана радио-комуникационна система“

Системата да използва минимално симетрично криптиране (AES-256) и да не заема повече от 2 % за служебни сигнали през радиовръзката.

3.6. ИЗИСКВАНЕ ЗА ГЛАСОВА КОМУНИКАЦИЯ

Системата трябва да осигурява пълна дуплексна гласова връзка с високо качество между машинистите на влаковете и диспечера в ЦДП по наличната IP базирана мрежа за данни.

3.7. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ОБОРУДВАНЕТО

Радио оборудването трябва да е със защитен клас IP67 и трябва да отговаря на следните стандарти за електромагнитна съвместимост и за железопътна техника:

Излъчени емисии	EN61000-6-4 EN50121-3-2 или еквивалентни	80-230 MHz 40dB μ V квази пик @10m разстояние; 230-1000 MHz 47dB μ V квази пик @10m разстояние
Излъчени емисии DC мощност	EN61000-6-4 или еквивалентен	0,15 to 0,5 MHz 79dB μ V/m QP, 66dB μ V/m AVG 0,5 to 30 MHz 73dB μ V/m QP,60dB μ V/m AVG
Устойчивост на RF полета	EN50121-3-2 или еквивалентен критерий А	20 V/m 80...1000 MHz, 80% AM 1 kHz 10 V/m 1400...2100 MHz, 80% AM 1 kHz 5 V/m 2100...2500 MHz, 80% AM 1 kHz
Устойчивост на ESD	EN50121-3-2 или еквивалентен критерий В	\pm 6kV Contact Discharge \pm 8kV Air Discharge
Устойчивост на RF общ режим на DC мощност, сигнал и контролни портове	EN61000-6-2 или еквивалентен критерий А EN50121-3-2 или еквивалентен критерий А	10Vrms 0,15 ...80 MHz 80% AM (1kHz) 150 Ω Source impedance

ДОСТАВКА НА МЕТРОВЛАКОВЕ И ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

Том 3 - Технически спецификации и изисквания към системите

Част 3.3: „Техническа спецификация и параметри за интегрирана радио-комуникационна система“

Устойчивост на бързи преходни процеси	EN50121-3-2 или еквивалентен критерий А	$\pm 2\text{kV } 5/50\text{ns } 5\text{ kHz}$
Устойчивост на пренапрежение, данни и контролни портове	EN61000-6-2 или еквивалентен критерий В	$\pm 1\text{kV } 1,2/50\mu\text{s shield to ground}$
Устойчивост на пренапрежение, данни и DC портове	EN61000-6-2 или еквивалентен критерий В EN50121-3-2 или еквивалентен критерий В	$\pm 0,5\text{kV } 1,2/50\mu\text{s } R_i=12\Omega C_k=9\mu\text{F}$ $\pm 2\text{kV } 1,2/50\mu\text{s } R_i=42\Omega C_k=0,5\mu\text{F}$
Допустими отклонения DC напрежение	EN50155 или еквивалентен	U от 0,6 до 1,4x Un за макс 0,1s U от 1,25 до 1,4x Un за макс 1s

Работна температура	Клас 1 от EN 50155 -25° to +55°C
Температура на съхранение	-40° to +85°C
Механична стабилност: DIN-EN 68068-2-64 или еквивалентен:	5Hz – 150 Hz 1 m/s ² 2 пъти 5 минути на ос
DIN-EN 68068-2-64 или еквивалентен:	5Hz – 150 Hz 7.9 m/s ² вертикално 5 часа на ос
DIN-EN 68068-2-27 Ea или еквивалентен:	Shocks 50 m/s ² , 30 ms 3 shocks each axis

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

4. ПОДСИСТЕМА: АНАЛОГОВА КОМУНИКАЦИЯ МЕЖДУ МОБИЛНИТЕ РАДИОЕДИНИЦИ И ВЛАКОВИТЕ ДИСПЕЧЕРИ В ЦДП

Системата трябва да се проектира по интегриран способ в съответствие с БДС 6483-87 или еквивалентен и всички международни стандарти, одобрени от Възложителя и трябва да осигурява надеждна аналогова връзка на мобилните радиоединици в района на метростанциите, служебните помещения, намиращи се в метростанциите, тунелната част на метрото, както и в района на депо на метродиа метър 3. За да е съвместима със съществуващата радио мрежа на Софийското метро, тя трябва да използва специални дублирани радиоканали на честота VHF 2m (честота на канала 25 kHz, честота на дуплекса 4.5 MHz), която е предоставена на Метрополитен ЕАД от Комисията за регулиране на съобщенията (КРС). Честотния обхват на системата трябва да е между 150 MHz и 180 MHz.

Трябва да има възможност да се поддържат минимум три комуникационни канала, както следва:

- Дуплексен канал „МЕТРО“ - за нуждите на служителите на метрото.

Up-link / R	Down link / T	Оперативен режим
161,600 MHz	157,100 MHz	Дуплекс

- Дуплексен канал „ПОЛИЦИЯ“ - за нуждите на метро полицията, като този канал трябва да им връзка със съществуващия рипитър, чрез който служителите на МВР да имат осигурено покритие в района на град София.

Up-link / R	Down link / T	Оперативен режим
171,850 MHz	167,350 MHz	Дуплекс

- Симплексен канал „ПОЖАРНА“ - за нуждите на НСПАБ, като в района на всяка една метростанция трябва да бъде разположен радио модул, който да покрива локално района и да сигурява двустранна комуникация за нуждите на служителите от НСПАБ.

Up-link / R	Down link / T	Оперативен режим
166,300 MHz	166,300 MHz	Симплекс

Системата трябва да може да оперира във всяка една метростанция, както самостоятелно, така и свързана в мрежа и да покрива района на самата метростанция и 1/2 от прилежащите тунели до съседна метростанция.

4.1. ТУНЕЛНА АНТЕННА СИСТЕМА

Покритието в подземната тунелна част на метролинията трябва да се осигури чрез полагане на LCX излъчващ кабел за радиоразпръскване, като съпротивлението на кабелите трябва да бъде 75 ома. Също така системата трябва непрекъснато да извършва мониторинг на всяко разклонение на мрежата, включително LCX-кабела и другите компоненти, за късо съединение и нарушаване на целостта на кабелите. Състоянието трябва да се показва локално на станцията („ОК“, „късо съединение“ или „нарушаване на кабела“) и да се отчита в централата за наблюдение. Покритието трябва да е минимум 95%.

4.2. АНТЕННА СИСТЕМА В МЕТРОСТАНЦИИТЕ

Зоната на пероните в станциите не трябва да се покриват с LCX излъчващ кабел, а подходящо радио разпространение в района на пероните и стълбищата да се извършва посредством локална антена, свързана директно с базовата станция, с цел осигуряването на необходимото качество на радио разпространението.

Системата да има възможност за запис на комуникацията както в открития участък, така и в подземните части.

4.3. КОМУНИКАЦИОННА МРЕЖА

За връзка между базовите станции и ЦДП, да се предвиди поне четири канала за комуникация, използвайки Е&М сигнализация, както и канал за мониторинг на системата. Да бъде изградена от медна усукана двойка или от негорим оптичен кабел. Мрежата да бъде резервирана. Ако е необходимо да бъдат предвидени преобразователи за конвертиране на аналоговия сигнал в цифров и обратно.

4.4. ЗАХРАНВАНЕ

Базовите радиостанции да бъдат предвидени да използват наличното напрежение 220 волта в района на метростанциите. Оборудването разположено в метротунелите да бъде пасивно, за да се сведе до минимум човешка намеса.