

Rev. Nr.	Data	Modificare/Revizie Modification/ Revision	Proiectant Designer	Aprobat Consultant Approved Consultant	Aprobat CFR Approved CFR
1					
2					
3					



GUVERNUL ROMÂNIEI
ROMANIAN GOVERNMENT

PROIECT FINANȚAT DE UNIUNEA EUROPEANĂ
EUROPEAN UNION FINANCED PROJECT



C.N.C.F. "C.F.R." - S.A.

CLIENT / CLIENT



Joint Venture leader



COSULTANT / CONSULTANT

			Data Date	Semnătură Signature
Aprobat Approved	Sef proiect Project Manager	R.Liuzza	13-12-2011	
Aprobat Approved	Coordonator Sectiune 1 Section 1 Coordinator	C.Gambelli	13-12-2011	
Verificat Checked	Expert Cheie Key Expert	P. Amodio	09-12-2011	
Aprobat Approved	Responsabil GSM-R GSM-R Responsible	G. Clemenza	07-12-2011	
Întocmit Elaborated	Proiectant Designer	L.Restino	05-12-2011	

Reabilitarea liniei de cale ferată Braşov - Simeria, parte componentă a coridorului IV Pan European, pentru circulatia trenurilor cu viteza maxima de 160 km/h,

Sectiunea : Brasov-Sighisoara

Rehabilitation of the railway line Brasov – Simeria, component part of the IV Pan-European Corridor, for the trains circulation with maximum speed of 160 km/h.

Section : Brasov-Sighisoara

Proiect/Project

2004/RO/16/P/PA/003

Faza/Phase:

P. Th. / T. D.

Denumire /Title:

Specificații funcționale pentru GSM-R

Sistem de Codificare / Codification System:

E	A	5	1	0	1	C	0	0	F	N	S	E	0	0	1	4	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

CUPRINS

1.1. GLOSAR	5
1.2. PREZENTARE GENERALĂ	7
1.3. SEGMENTAREA LINIILOR	7
1.4. STANDARDE ȘI REFERINȚE	9
1.5. REZUMAT	10
2. GSISTEMUL RADIO FERVIAR GSM-R	11
2.1. INTRODUCERE	11
2.2. CERINȚE GENERALE	12
2.3. CERINȚE FUNCȚIONALE ȘI DE SISTEM	16
2.3.1. Disponibilitatea sistemului GSM-R	16
2.4. SPECTRUL RADIO	17
2.5. ARHITECTURA GSM-R	19
2.5.1. Arhitectura de ansamblu a sistemului	19
2.5.2. Sub-sistemul de Comutare a Rețelei (NSS)	20
2.5.3. Arhitectura Sub-sistemului Stației de Bază (BSS)	21
2.5.3.1 BASE TRANSCEIVER STATION (BTS)	22
2.5.3.2 BASE STATION CONTROLLER (BSC)	22
2.5.3.3 TCU (TRANSCODING UNIT)	23
2.5.4 Centrul Radio de Operații și Mentenanță (OMC-R)	24
2.5.5 SISTEMUL DE ADMINISTRARE A REȚELEI (NMS)	26
2.5.5.1 CONFIGURAREA REȚELEI NMS	26
2.5.5.2 ADMINISTRAREA PERFORMANTĂ A NMS	26
2.5.5.3 GESTIONAREA ALERTELOR LA NMS	27
2.5.6 Subsistemul aferent Terminalului Controlerului CTS	28
2.6 CERINȚE SPECIFICE	28
2.6.1 Conformitatea cu standardele	36
3 PLANIFICAREA GSM-R BSS	38
3.1 PROIECTUL PENTRU ACOPERIRE RADIO	38
3.2 BUGETUL PENTRU REALIZAREA CONEXIUNII	42
3.2.1 Câmpul Minim Exterior	42
3.2.2 Calitatea acoperirii	42
3.2.3 Definiția pentru Mobil	43
3.2.4 Definiția pentru BTS	43
3.2.5 Detalii privind bugetul pentru realizarea conexiunii	45
3.2.6 Modelul de propagare radio	46
3.2.7 STRATEGIA DE ACOPERIRE	47
3.2.8 Planificarea terminalelor	48
3.2.9 Proiectarea Terminalului Radio	51
3.2.10 Cablarea RF	52
3.2.11 Cabina pentru Echipamente	53
3.3 BSC și TCU	53
3.4 DEFINIREA TERMINALULUI ȘI APROBĂRILE PENTRU PLANIFICARE	54
3.4.4 Modelul de Trafic	56
3.4.5 Randamentul de planificare a celulei	56
3.4.6 DEZVOLTAREA ȘI TESTAREA REȚELEI GSM-R	57

4 REȚEAUA MAGISTRALĂ DE TRANSPORT.....	58
4.1 INTRODUCERE.....	58
4.2 REȚEAUA IP/MPLS	58
4.3 ARHITECTURA ȘI NODURILE	60
4.4 INTERCONEXIUNEA REȚELEI MAGISTRALE.....	62
<i>ACESTE CABLURI VOR TREBUI SĂ GARANTEZE FUNCȚIONALITATEA SISTEMULUI GSM-R DE-A LUNGUL INTERCONEXIUNII, PENTRU ACEASTA PREVĂZÂNDU-SE DE-A LUNGUL INTERCONEXIUNI CÂTE DOUĂ CSG-URI PE FIECARE POZIȚIE (ÎN TOTAL ȘASE CSG-URI).</i>	
4.5 CSG (RUTERUL CELULEI) SAU RUTERUL LOCAL ȘI RUTERUL PRINCIPAL.....	62
4.6 SERVICE SWITCH.....	64
4.7 FUNCȚIONALITĂȚI	65
4.8 CALITATEA SERVICIILOR	66
4.9 SINCRONIZAREA.....	67
4.10 GESTIONAREA REȚELEI MAGISTRALE DE TRANSPORT.....	67
4.11 REZILIENȚĂ ȘI DISPONIBILITATE.....	70
4.12 CAPACITATEA DE UPGRADARE (ACTUALIZARE).....	71
4.13 DERULAREA CONTRACTULUI ȘI TESTAREA PENTRU REȚEAUA MAGISTRALĂ DE TRANSPORTARE	71
5 LEGĂTURA RBC.....	72
6 CURSURI DE FORMARE PROFESIONALĂ PENTRU PERSONALUL BENEFICIARULUI.....	73
7 RECEPȚIA SISTEMULUI.....	74
7.1 FAT (TESTUL DE CONFORMITATE EFECTUAT ÎN FABRICĂ)	74
7.2 TESTE ÎN VEDEREA INSTALĂRII.....	74
7.3 RECEPȚIA FUNCȚIONALĂ.....	74
7.4 RECEPȚIA CU PRIVIRE LA PERFORMANȚELE SISTEMULUI.....	75
7.5 ACOPERIREA DUBLĂ	76
7.6 PERFORMANȚELE OAM.....	76
7.7 TRENURILE PENTRU TESTE.....	76
8 SERVICIILE	77
9 SISTEME DE MĂSURARE	78
9.1 SISTEMUL DE TESTARE A MERSULUI	79
9.1.1 SUPORT MOBIL.....	79
9.1.2 CONFIGURAȚIILE HW	80
9.2 SISTEM DE MONITORIZARE ȘI ANALIZĂ.....	81
9.2.1 SUB-SISTEM (BSS)	81
9.2.2 SISTEMUL ETCS DE MONITORIZARE	81
9.2.3 SISTEM IXL DE MONITORIZARE	82
9.3 CARACTERISTICI GLOBALE.....	82
9.4 CALECTAREA DATELOR.....	82
9.5 SONDELE PASIVE	82
9.6 SONDELE ACTIVE	83
9.7 SISTEMUL DE ACHIZIȚIE	83
9.8 PLATFORMELE DE POSTPROCESARE	84
9.9 STRATIFICAREA ANALIZELOR ÎN FUNCȚIE DE PRICEPEREA UTILIZATORULUI.....	85

9.10 PERSPECTIVELE DE ANALIZĂ.....	85
10 INSTALARE ȘI PUNERE ÎN FUNCȚIUNE.....	86

1.1. GLOSAR

AC	Curent Alternativ
ACK	Centrul de Confirmare
ARFCN	Numărul Canalelor cu Frecvență Radio
ASCI	Articole de Apelare Vocală Avansată
BSC	Controlerul Stației de Bază
BSS	Subsistemul Stației de Bază
BTS	Stația de Transmisie de Bază
DC	Curent Continuu
EIRENE	Rețeaua Europeană Radio Integrată Îmbunătățită pentru Sistemul Feroviar
EN	standard European
ERTMS	Sistemul European de Management al Traficului Feroviar
ETCS	Sistemul european de Control al Trenurilor
FRS	Specificații privind Cerințele Funcționale
GMSK	Modulație Digitală cu deplasare Minimă de Frecvență Generalizată (Gaussiană)
GSM-R	Sistemul Global pentru Comunicații Mobile – Domeniul Feroviar
HLR	Registrul de Localizare Local
IEC	Comisia Electrotehnică Internațională
IEE	Institutul Inginerilor Electrici
IN	Rețea Inteligentă
IP	Protocol pentru Internet
LAN	Rețeaua Locală
LCT	Terminal Local
LDA	Adresare Dependentă de Locație
LSR	Ruter responsabil cu comutarea etichetelor folosite la rutarea pachetelor
LER	Ruter care transmite pachete etichetate în domeniul MPLS
KPI	Indicatori Cheie ai Performanței
MORANE	Radio Mobil pentru Rețelele Feroviare din Europa
MPLS	Mecanism de transfer al informațiilor între nodurile rețelei cu ajutorul etichetelor
MSC	centrul de Comutare a Serviciilor Mobile (centrala telefonică ce face legătura între apeluri comutând circuite)
MTBF	Timpul Mediu între Defectări
NMS	Sistemul de Management al Rețelei
NOCC	Centrul de Control Operațional al Rețelei
NSS	Subsistemul de Comutare a Rețelei

OCC	Centrul de Control Operațional
OMC	Centrul de Operații și Mentenanță
PCM	Modulația Codului Impulsului
PAS	Sistemul de Adrese Publice
RAM	Fiabilitate, Disponibilitate, Mentenanță
RAMS	Fiabilitate, Disponibilitate, Mentenanță, Siguranță
SDH	Ierarhie Digitală Sincronă
SMS	Serviciul de Mesaje Scurte
SRS	Specificații privind Cerințele Sistemului
TCU	Unitatea de Transcodare
TDMA	Acces prin Multiplexare în Timp
TSI	Specificații Tehnice pentru Interoperabilitate
UIC	Uniunea Internațională a Căilor Ferate
UPS	Sursă Neîntreruptibilă de Energie
VAS	Servicii cu Valoare Adăugată
VLR	Registru de Localizare a Vizitatorilor Activi
WAN	Rețea Largă

1.2. PREZENTARE GENERALĂ

În cadrul Uniunii Europene, România va juca un rol important în ceea ce privește desfășurarea în viitor a comercializării aferente conductelor de țiței și gaze de la Marea Caspică și Asia Centrală către Europa Sud-Estică și Europa de Vest, prin urmare, Guvernul României caută, la momentul de față, să integreze Coridorul IV Pan din România în Rețeaua Feroviară Europeană.

În prezentul document este prezentat proiectul tehnic pentru sub-tronsonul Coridorului IV: linia de cale ferată Brașov-Simeria.

Lungimea totală a liniei de cale ferată, de la Brașov-Simeria, este de aproximativ 300 km, gara Simeria aparține Regionalei Feroviare Timișoara și gara Brașov aparține Regionalei Feroviare Brașov.

Linia de cale ferată Brașov-Simeria a fost împărțită în trei tronsoane, primul tronson este Brașov-Sighișoara, cel de-al doilea tronson este Sighișoara-Coșlariu și cel de-al treilea tronson este Coșlariu-Simeria.

1.3. SEGMENTAREA LINIILOR

Tabelul de mai jos arată proiectul aferent liniei de cale ferată și tronsoanele acesteia.

Linia de cale ferată	Denumirea tronsonului	Locația	Locația
BRAȘOV-SIMERIA	Tronsonul 1	BRAȘOV	SIGHIȘOARA
	Tronsonul 2	SIGHIȘOARA	COȘLARIU
	Tronsonul 3	COȘLARIU	SIMERIA

Tabelul 1 – Segmentarea liniei de cale ferată Brașov-Simeria

În prezentul document este prezentat proiectul pentru tronsonul 1 Brasov - Sighișoara; tabelul de mai jos arată principalele gări:

<i>Simeria - Coșlariu</i>		
1	Sighisoara	Principală
2	Albesti	Principală
3	Vanatori	Principală
4	Archita	Principală
5	Cata	Principală
6	Racos	Principală
7	Apata	Principală
8	Feldioara	Principală
9	Bod	Principală
10	Stupini	Principală
11	Brasov	Principală

1.4. STANDARDE ȘI REFERINȚE

Se vor aplica următoarele standarde generale.

Nr. Crt.	Referința	Denumirea documentului
[1]	A01T00041	MORANE ASCI Opțiuni pentru Interoperabilitate
[2]	E10T6001 4	MORANE FFFS pentru Adresare Funcțională
[3]	F10T6001 4	MORANE FFFS pentru Adresare în funcție de Locație
[4]	F10T6002 4	MORANE FFFS pentru Confirmarea Apelurilor de Întărit Prioritate
[5]	F10T6003 4	MORANE FFFS pentru Prezentarea Numerelor Funcționale către Partea Apelantă și Partea Apelată
[6]	E12T6001 5	MORANE FIS pentru Adresare Funcțională
[7]	F12T6001 3	MORANE FIS pentru Adresare în funcție de Locație
[8]	F12T6002 4	FIS pentru Confirmarea Apelurilor de Întărit Prioritate
[9]	F12T6003 4	MORANE FIS pentru Prezentarea Numerelor Funcționale către Partea Apelantă și Partea Apelată
[10]	H22T0012	MORANE Specificații privind Utilizarea UUIE în Mediul GSM-R
[11]	ETSI EN 301 515	Sistemul Global pentru Comunicații Mobile (GSM); Cerințe pentru operarea GSM pe căile ferate
[12]	PSA167D005-7	EIRENE Specificații privind Cerințele Funcționale
[13]	PSA167D006-15	EIRENE Specificații privind Cerințele Sistemului
[14]	A 11 T 60001 12	MORANE Radio Transmisie FFFIS pentru Euroradio
[15]	UIC O-2475 3.0	ERTMS/GSM-R Calitatea Serviciilor - Specificații privind Testarea
[16]	UNISIG Subansamblul-093, Versiunea 2.3.0	GSM-R Cerințe privind Interfețele din Clasa 1,
[17]	P 38 T 9001 3	MORANE FFFIS pentru GSM-R Specificații privind cardurile SIM
[18]	2002/95/EC	Directiva RoHS 2002/95/CE (Restricții privind Utilizarea anumitor Substanțe Periculoase pentru Echipamentele Electrice și Electronice)
[19]	1999/05/CE	Directiva CE
[20]	EN 50121	Aplicații feroviare – Compatibilitatea electromagnetică
[21]	EN 50125	Aplicații feroviare – Condiții de mediu pentru echipamente
[22]	EN 50126	Aplicații feroviare – Specificații și demonstrații cu privire la fiabilitate, disponibilitate, mentenanță și siguranță (RAMS)
[23]	EN 50128	Aplicații feroviare – Sistemele de comunicare, semnalizare și procesare – Software pentru sistemele de protecție și de control feroviar
[24]	EN 50129	Aplicații feroviare – Sistemele de comunicare, semnalizare și procesare – Sisteme electronice de siguranță pentru semnalizare
[25]	EN 50155	Echipamente Electronice utilizate pe Materialul Rulant
[26]	EN 50159-1	Aplicații feroviare. Sistemele de comunicare, semnalizare și procesare. Comunicarea referitoare la siguranță în sistemele închise de transmisie
[27]	EN 50159-2	Aplicații feroviare. Sistemele de comunicare, semnalizare și procesare. Comunicarea referitoare la siguranță în sistemele deschise de transmisie
[28]	CNCF “CFR” SA	CFR GSM-R Cerințele Beneficiarului Versiunea 3.4.4 26 Octombrie 2011
[29]	ITALFERR/Scott	EA5101C00TSSE00100020 Caiet de sarcini - COMUNICAȚII PENTRU SEMNALIZARE
[30]	Wilson/Obermeyer/Tecnic	EA5101C00TRSE0000002 Memoriu tehnic - COMUNICAȚII PENTRU SEMNALIZARE
[31]	CNCF “CFR” SA	CFR Glosar GSM-R - Versiune 24' Ianuarie 2011
[32]	CNCF “CFR” SA	CFR Cerințe Generale Beneficiar- Versiune 2.0.0 - 21 Decembrie 2011

Tabelul 2 – Standarde Generale

1.5. REZUMAT

Obiectivul prezentului proiect tehnic este acela de a oferi o soluție pentru următoarele sisteme pentru tronsoanele Brasov-Sighișoara:

- Sistemul Radio pentru Căile Ferate (GSM-R);
- Rețeaua Magistrală de Transport.

Sistemul GSM-R și Rețeaua Magistrală de Transport prezentate în documentul de față trebuie să fie pe deplin integrate cu celelalte rețele GSM-R din cadrul sistemului Feroviar din România pentru a garanta o legătură sigură pentru sistemul de semnalizare.

Va fi necesar un Centru de Control Operațional (OCC) pentru supervizarea, monitorizarea, și mentenanța tuturor sistemelor feroviare și în special pentru sistemele GSM-R de pe întreaga linie de cale ferată Sighișoara - Brasov.

Va fi prevăzut un OCC pentru întreaga linie de cale ferată Sighișoara-Brasov care va fi situat în BRASOV.

Instalațiile GSM-R din cadrul OCC sunt alcătuite în principal din componente hardware și programe software ale sistemului central pentru toate aplicațiile.

2. GSISTEMUL RADIO FERROVIAR GSM-R

2.1. INTRODUCERE

Sistemul radio feroviar trebuie să fie în conformitate cu standardul GSM ETSI, care a fost selectat de Organizația Feroviară Internațională (UIC) ca parte a programului EIRENE și care a fost standardizat de grupul MORANE în conformitate cu Directiva UE 96/48/CE pentru interoperabilitatea căilor ferate la nivel european.

Tehnologia GSM-R (Sistemul Global pentru Comunicații Mobile – pentru sistemul Feroviar sau GSM-Feroviar) este un standard internațional pentru comunicații wireless pentru comunicații feroviare vocale și pentru aplicațiile de date.

Grupurile și entitățile internaționale implicate în standardizarea GSM-R sunt următoarele :

- **UIC** înseamnă Uniunea Internațională a Căilor Ferate sau Uniunea Feroviară Internațională. UIC este organizația care se ocupă de sectorul căilor ferate la nivel internațional.
- **EIRENE** înseamnă Rețeaua Radio Europeană Integrată Îmbunătățită pentru Căile: EIRENE este un proiect condus de UIC în vederea întocmirii specificațiilor pentru, și pentru a facilita standardizarea sistemului de comunicații radio pentru căile GSM-R. Aceste specificații pot fi modificate și modificările respective sunt urmărite, gestionate și stabilite de membrii UIC. La momentul de față, cele mai recente versiuni ale specificațiilor respective sunt Specificațiile privind Cerințele Funcționale v7 (FRS v7) și Specificațiile privind Cerințele Sistemului v15 (SRS v15).
- **MORANE** înseamnă Radio Mobil pentru Rețelele feroviare din: principalul obiectiv al proiectului MORANE, care a fost finalizat în 2000, a constat în dezvoltarea sistemului GSM-R în conformitate cu specificațiile EIRENE și în validarea site-urilor de probă din Franța, Italia și Germania. Obiectivele proiectului au fost realizate, și implementarea sistemului GSM-R este în curs de desfășurare la momentul de față în mai multe țări europene.

2.2. CERINȚE GENERALE

Pe lângă scenariile de apelare GSM, din cauza cerințelor privind înalta securitate a operațiunilor feroviare, sistemul GSM-R necesită o soluție demonstrată din punct de vedere comercial deoarece acest sistem necesită o înaltă calitate a serviciilor, o setare mai rapidă a apelării și alte caracteristici care trebuie să îndeplinească toate cerințele privind sensibilitatea operațiunilor.

Sistemul GSM-R care urmează să fie inclus în proiectul pentru România necesită o soluție testată și validată în conformitate cu specificațiile MORANE și EIRENE stabilite de UIC.

Sistemul GSM-R care va fi furnizat pentru România este în conformitate cu Specificațiile Tehnice pentru interoperabilitate TSI pentru a permite traficul feroviar liber la nivel internațional.

Sistemul respectiv trebuie să fie în conformitate cu toate cerințele menționate în documentul/anexa :”*CFR GSM-R Cerințele Beneficiarului*” ver 3.4.0– 12 Iulie 2011 [28];

Contractantul trebuie să se asigure că toate cerințele din documentul:”*CFR GSM-R Cerințele Beneficiarului*” ver 3.4.0– the 12 Iulie 2011 [28] vor fi respectate în cazul sistemului respectiv.

În caz de neînțelegere între specificația prezentă și cerințele prevăzute de către CFR, cerințele CFR vor prevala

În plus, și toate cerințele menționate mai jos trebuie să fie respectate.

Pentru sistemul respectiv trebuie să se țină seama de următoarele aspecte:

- Eficiența costurilor (de ex. reducerea consumului de energie electrică și a traficului)
- Eficiența operațională (de ex. reducerea dimensiunii echipamentelor)
- Disponibilitatea Sistemului (de ex. nivelul redundanței interne a sistemului)
- Mentenabilitatea (de ex. dimensionarea pieselor de schimb)

Sistemul radio feroviar trebuie să fie în conformitate cu specificațiile EIRENE (SRS Versiunea 15) și cu cerințele funcționale aferente specificațiilor EIRENE (FRS Versiunea 7).

Proiectul GSM-R asigură servicii de semnalizare radio pentru Sistemul ERTMS Nivelul 2 cu redundanța acoperirii radio și legături de conectare.

Sistemul GSM-R este scalabil și ușor extensibil astfel încât să poată fi îmbunătățit ulterior în funcție de evoluția din domeniul căilor ferate.

Sistemul GSM-R se bazează pe tehnologia “de ultimă generație” GSM-R.

Furnizorul garantează asistență operațională în timpul operării sistemului timp de cel puțin 20 de ani după darea în exploatare a acestuia.

Furnizorul garantează disponibilitatea pieselor de schimb pentru sistemul GSM-R pentru o perioadă de cel puțin 20 de ani după darea în exploatare a acestuia.

Contractantul trebuie să prevadă suficiente piese de schimb pentru a gestiona dezvoltarea rețelei și pentru a garanta o cantitate de 10% de piese de schimb care să fie disponibile pentru Client.

Sistemul GSM-R trebuie să se poată adapta la evoluția viitoare a standardelor EIRENE (FRS v7 și SRS v15) prin intermediul unei actualizări (upgradări) a programelor software fără nici o modificare sau înlocuire a componentelor hardware.

Sistemul trebuie să poată fi integrat în cadrul rețelelor telefonice externe publice și private cu fir și fără fir (wireless).

Sistemele propuse trebuie să fi trecut testele de interoperabilitate (în conformitate cu standardele EIRENE) cu un sistem GSM-R fabricat de un alt furnizor, sistem care trebuie să îndeplinească cerințele de “operare comercială cu sistemul ETCS nivelul 2” și de “operare comercială vocală”. Antreprenorul va include rezultatele acestor teste în oferta sa.

Sistemul propus trebuie să se afle în stare de operare comercială (la data prezentării ofertei) pentru un sistem ETCS de nivelul 2 executat în conformitate cu SRS 222 sau cu specificațiile ulterioare, pe o lungime (unică, necumulată) de minim 60 km în cadrul unui sistem feroviar din Uniunea Europeană sau din Elveția

Sistemul propus trebuie să se afle în stare de operare comercială (la data prezentării ofertei) pentru transmisii vocale pe o lungime cumulată de minim 1000 în cadrul unui sistem feroviar din Uniunea Europeană sau din Elveția

Testele IOT trebuie să fie facute cu sisteme instalate în UE și Elveția.

Contractorul va furniza planul radio pentru CFR în conformitate cu Licența și cerințele pentru utilizarea radio frecvențelor ale ANCOM.

Condiții de mediu

- Condiții climatice

Amplasamente exterioare

Echipamentele pentru exterior trebuie să poată funcționa în următoarele condiții climatice extreme:

- Ploaie abundentă, zăpadă abundentă;
- Vânt cu viteza de până la 40 m/s;
- Temperaturi: -35 ÷ +70°C.

Amplasamente în dulapuri / recipiente externe

Următoarele echipamente vor fi amplasate în dulapuri sau recipiente externe:

- Stațiile de bază BTS;
- Elementele rețelei IP/MPLS.

Locații pentru personalul operațional al beneficiarului

Condițiile pentru aceste locații trebuie să fie identice cu cele ale camerelor de control IDM, așa cum se arată în documentația pentru instalațiile de centralizare.

Condiții referitoare la cutremure

Toate echipamentele trebuie să fie proiectate și instalate ținând seama de riscurile de cutremur din zona respectivă.

- PERTURBAȚII MECANICE

Echipamentele GSM-R (inclusiv cele aferente rețelei de transport) trebuie să poată funcționa în condiții de vibrații de 1,5 g.

- CONDIȚII ELECTRICE

Perturbații electromagnetice

Caracteristici specifice de mediu:

- apropierea față de căile ferate de înaltă tensiune;
- radio transmisii;
- acces limitat la cabluri și distanțe relativ mici între cablurile care aparțin diverselor sisteme.

În afara cazurilor în care se specifică altfel, mediul trebuie să fie considerat ca fiind “industrial” așa cum este definit în EN 50082-2.

Din punct de vedere al influențelor electromagnetice, echipamentele trebuie să respecte următoarele:

- Emisiile aferente radiațiilor – echipamentele trebuie să respecte limitele impuse de ETS 300386-1 și EN 55022; această cerință se aplică pentru toate echipamentele, inclusiv pentru cablurile de alimentare cu energie electrică și cablurile de interconectare.
- Emisiile aferente fasciculelor de raze – echipamentele trebuie să fie avizate în conformitate cu ETS 300386-1 în ceea ce privește emisiile aferente fasciculelor de raze prin toate conexiunile fizice către echipamente.
- Sensibilitatea la radiațiile electromagnetice – echipamentele trebuie să aibă un nivel de imunitate în conformitate cu EN 50082-1 și IEC 801-3 nivelul 2.
- Densitatea fluxului radiat nu trebuie să depășească 10 mW/cm², la o distanță de 10 cm față de echipamente, atunci când toate ușile sunt închise și când toate ecranările sunt active.

Sensibilitatea la descărcările electrostatice (ESD)

Din punct de vedere al descărcărilor electrostatice (ESD), echipamentele trebuie să fie în conformitate cu specificațiile standardelor EN 55101-2 și IEC 801-2 (nivelul 2 sau mai mare):

- Echipamentele trebuie să reziste fără a prezenta deteriorări funcționale la testele de nivelul 2, nu numai pentru contact direct, dar și pentru descărcarea în aer.
- Echipamentele trebuie să reziste fără deteriorări permanente la testele de nivelul 3, nu numai pentru contact direct, dar și pentru descărcarea în aer.
- Testele respective trebuie să fie efectuate în conformitate cu recomandările IEC 801-2 și ITU-T K.32.

Protecția împotriva supratensiunilor tranzitorii

Echipamentele trebuie să reziste fără deteriorări permanente la supratensiuni tranzitorii, așa cum se arată în standardele IEC 801-4, 801-5 și 801-6 pentru nivelul 2.

Se consideră că aceste supratensiuni și supracurenți sunt aplicate tuturor intrărilor și ieșirilor, cu excepția conexiunii interne prin intermediul plăcii de bază.

Protecția personalului

Echipamentele trebuie să fie protejate în conformitate cu specificațiile standardelor EN 60950 și EN 41003. Echipamentele furnizate nu trebuie să pună în pericol în nici un fel viața sau sănătatea personalului.

În acest sens, echipamentele trebuie să conțină mecanisme/dispozitive eficiente de protecție împotriva tensiunilor periculoase și a descărcărilor aferente fulgerelor.

Tensiunile periculoase nu trebuie să se producă pe /în piesele exterioare ale echipamentele care ar putea fi atinse în mod accidental și nu numai în timpul orelor normale de funcționare, dar și în timpul perturbațiilor.

Echipamentele trebuie să fie prevăzute cu elemente de protecție împotriva contactului direct.

Toate părțile metalice ale CSG trebuie să aibă legătură de împământare.

Intensitatea câmpului de străpungere a cablurilor interne către masă, cu plăcuțele imprimate scoase, trebuie să fie de minim 500 Vef./50 Hz, timp de 1 minut.

Intensitatea câmpului de străpungere pentru terminalele circuitelor de conectare /linie către masă trebuie să fie de minim 1500 Vef./50 Hz.

Izolația terminalelor cablate trebuie să fie de minim 100 MΩ în condiții normale.

Protecția împotriva supratensiunilor și supracurenților

Echipamentele vor funcționa într-un “mediu expus”, așa cum se arată în Recomandările ITU-T pentru seriile K.

Protecția împotriva supratensiunilor cauzate de fulger

Echipamentele furnizare trebuie să fie proiectate astfel încât să asigure protecția împotriva creșterii potențialului masei în cazul fulgerului (descărcare a fulgerului), în conformitate cu Recomandările ITU-T K.26.

Noii stâlpi instalați vor avea un sistem propriu de protecție împotriva fulgerelor (descărcarea fulgerului), inclusiv propriile sisteme de împământare.

Protecția împotriva tensiunilor induse

Echipamentele incluse în ofertă trebuie să fie proiectate astfel încât să asigure protecția împotriva tensiunilor periculoase care ar putea să apară în interiorul liniilor conectate la acestea, prin inducție și/sau cuplare rezistivă, în conformitate cu ITU-T K.20.

Protecția împotriva contactului direct cu sursele de tensiune

Echipamentele trebuie să reziste la testele menționate în Recomandările ITU-T K.20, Tabelul 1a (fără nici o protecție suplimentară), Criteriul B.

Cablurile de telecomunicații și de alimentare cu energie electrică trebuie să fie ușor de diferențiat.

Cerințe privind împământarea

Contractantul va prezenta diagramele conexiunilor de legare la masă și de împământare pentru echipamente.

Diagramele respective trebuie să fie realizate în conformitate cu Recomandările ITU-T K.27 și K.31, precum și ETS 300253.

2.3. CERINȚE FUNCȚIONALE ȘI DE SISTEM

2.3.1. Disponibilitatea sistemului GSM-R

Disponibilitatea sistemului GSM-R trebuie să fie indicată în mod clar datorită eventualei utilizări viitoare a acestuia pentru Sistemele de Control al Trenurilor. Trebuie să fie indicată disponibilitatea fiecărui subsistem GSM-R.

“Timpul mediu între defectări” (MTBF) pentru toate elementele și echipamentele rețelei trebuie să fie specificat în răspunsul la prezentul proiect. este necesară elaborarea unui document RAMS în vederea evaluării performanței sistemului.

Trebuie să fie inclus un calcul detaliat al disponibilității și conformității sistemului conform cerințelor impuse. Calculul respectiv se va baza pe modul de comunicație de referință pentru ETCS L2 care trebuie să includă NSS, BSS precum și rețeaua de transport, dar se exclude echipamentul radio cab. Toți parametrii utilizați, inclusiv ratele pentru defectarea componentelor hardware și a programelor software, ratele de acoperire și alte ipoteze de lucru vor fi specificate și justificate în mod clar.

În ceea ce privește fiecare serviciu crucial pentru operațiunile feroviare, arhitectura sistemului GSM-R trebuie să asigure respectarea condiției conform căreia sistemul nu trebuie să aibă un singur punct de defectare care să antreneze defectarea întregului sistem (No Single Point of Failure).

Principalele componente ale sistemului GSM-R (de ex. BSC, BTS) inclusiv echipamentele aferente acestora trebuie să fie interconectate în mod redundant prin rețeaua magistrală de transmisie cu fibră optică.

În cazul defectării unei legături de comunicație, va avea loc o comutare automată către o legătură redundantă, în acest fel fiind împiedicată pierderea comunicării.

Pentru fiecare echipament, Contractantul trebuie să descrie procedura de recuperare automată în caz de defectare la nivelul panoului principal și la nivelul interfeței principale. Trebuie să fie specificați timpii de recuperare pentru fiecare sub-sistem.

Nu trebuie să se producă defectări în alte părți ale sistemului și operarea sistemului în modul de siguranță în caz de defectare nu trebuie să fie afectată de impulsuri neregulate.

2.4. SPECTRUL RADIO

Spectrul canalelor disponibile pentru sistemul GSM-R în sistemul radio feroviar este prezentat mai jos:

- 876MHz — 880MHz: transmisie ascendentă de la radioul mobil către Transceiverul Stației de Bază (BTS).
- 921MHz — 925MHz: transmisie descendentă de la Transceiverul Stației de Bază (BTS) către radioul mobil.

După cum se specifică în standardul GSM, spațierea frecvenței între 2 canale consecutive de frecvență radio este de 200kHz. Prin urmare, sunt disponibile 19 canale de frecvență pentru planificarea frecvenței GSM-R. Fiecare frecvență este identificată în mod unic prin intermediul Numărului Canalului de Frecvență Radio Absolută (ARFCN) așa cum se arată mai jos.

ARFCN number	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973
$F_{lower(n)}$, MHz	876,2	876,4	876,6	876,8	877,0	877,2	877,4	877,6	877,8	878,0	878,2	878,4	878,6	878,8	879,0	879,2	879,4	879,6	879,8
$F_{upper(n)}$, MHz	921,2	921,4	921,6	921,8	922,0	922,2	922,4	922,6	922,8	923,0	923,2	923,4	923,6	923,8	924,0	924,2	924,4	924,6	924,8

Tabelul 3 – Undele purtătoare de frecvență GSM-R

Stratul fizic GSM-R radio trebuie să fie identic cu stratul fizic GSM și trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- Accesul la canal: pe baza principiului de Acces prin Multiplexare în Timp (TDMA).

- Intervalul de timp(time slot) per cadru: 8 intervale consecutive de aceeași frecvență și timpul de trimitere este de 4,615 milisecunde.
- Tipul Modulației Radio: modulație GMSK (Modulație Digitală cu Deplasare Minimă de Frecvență de tip Gaussian).

2.5. ARHITECTURA GSM-R

2.5.1. Arhitectura de ansamblu a sistemului

Arhitectura rețelei GSM-R este alcătuită din următoarele straturi principale:

- **Subsistemul de Comutare a Rețelei (NSS):** este alcătuit din comutatorul GSM-R, Centrul Mobil de Comutare (MSC) împreună cu Registrul de Localizare Local (HLR) și Registrul de Localizare a Utilizatorilor Activi (VLR). Centrul de Confirmare (ACK) și Rețeaua Inteligentă (IN) sunt considerate ca făcând parte din NSS.
NSS se ocupă de setarea apelurilor către și de la terminalele mobile, setarea serviciilor EIRENE (destinate mediilor feroviare) pentru terminalele mobile, asigurarea unor canale corespunzătoare de trafic în cadrul rețelei centrale pentru aceste apeluri și servicii, precum și gestionarea mobilității și a autentificării abonaților.
- **Sub-sistemul Stației de Bază (BSS):** este alcătuit din Transceiverul Stației de Bază (BTS), Controlerul Stației de Bază (BSC) și Unitatea de Transcodare (TCU). BSS se ocupă de alocarea și gestionarea resurselor radio ale terminalelor GSM-R asigurând transmisii fără întreruperi între celule.
- **Centrul de Operații și Mentenanță (OMC):** permite gestionarea configurațiilor, gestionarea defecțiunilor și gestionarea performanței, precum și administrarea subsistemelor NSS și BSS;
- **Serviciile cu Valoare Adăugată (VAS):** vor gestiona toată valoarea adăugată pentru rețeaua GSM-R (cum ar fi SMS-C, serverul pentru Dispecer)
- **Stațiile mobile:** terminale radio portabile și în cabină echipate cu Card SIM;
- **Terminalul pentru Controler:** acest terminal asigură inițializarea apelurilor și funcția de recepție pentru dispecerul IDM și dispecerul de trafic, către utilizatorii de GSM-R mobil, către utilizatorii sistemelor radio analogice existente (pentru IDM) și de la utilizatorii externi ai rețelei.

Figura de mai jos prezintă o arhitectură tipică de rețea GSM-R:

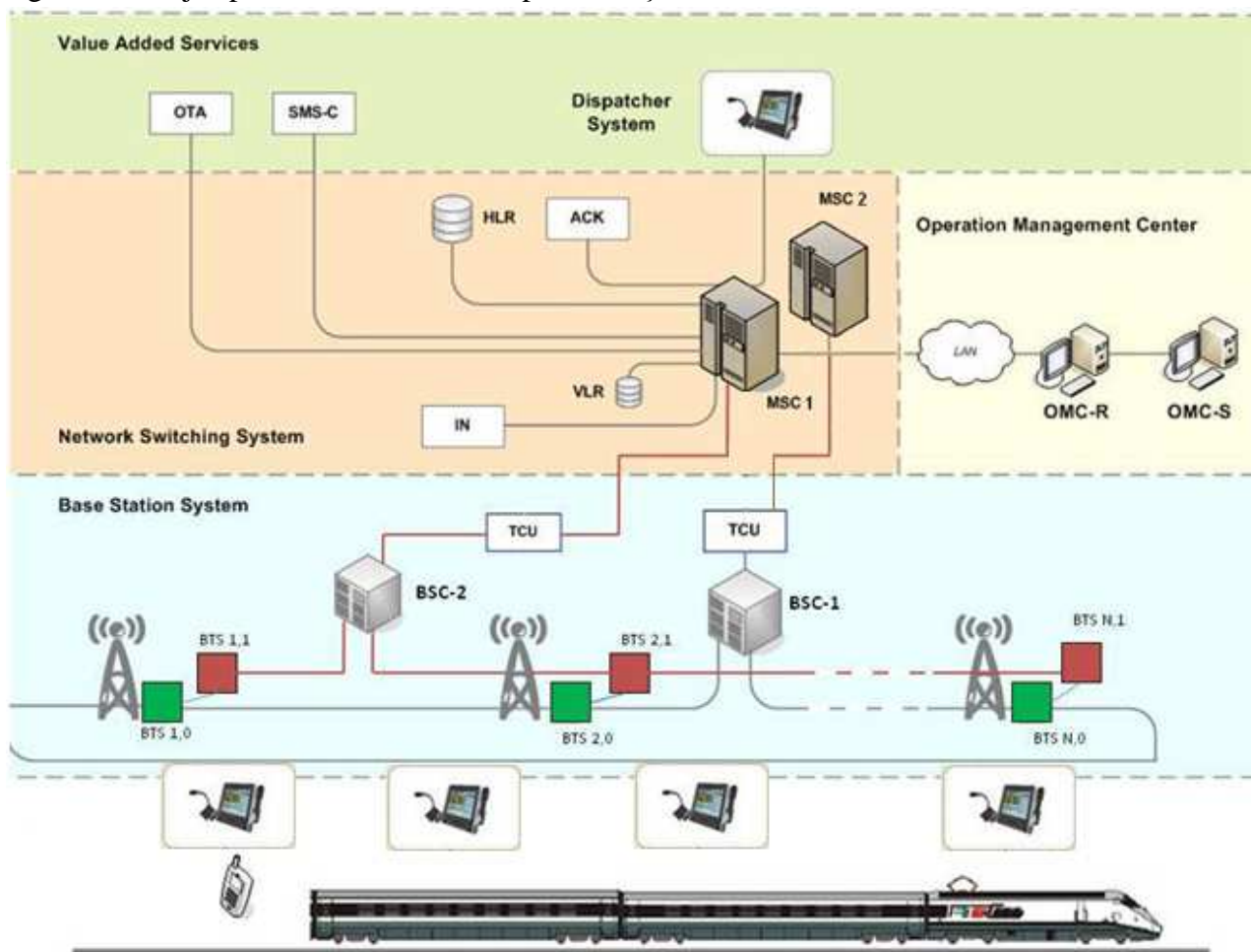


Figura 1: Arhitectura sistemului GSM-R

2.5.2. Sub-sistemul de Comutare a Rețelei (NSS)

NSS asigură gestionarea comutării apelurilor și mobilitatea utilizatorilor între utilizatorii GSM-R situați în diverse BSS sau între utilizatorii GSM-R și rețelele externe, conform unor politici dedicate memorate în bazele de date HLR/VLR/EIR/GCR și Rețeaua Inteligentă și procedurile VAS (Servicii cu Valoare Adăugată).

În cadrul proiectului de față, Sistemul NSS și Rețeaua Centrală sunt considerate ca fiind deja furnizate în baza unui alt contract, dar proiectarea, execuția și implementarea interfețelor dintre NSS și BSS folosind rețelele de transport existente sunt în datoria constructorului.

2.5.3. Arhitectura Sub-sistemului Stației de Bază (BSS)

Sistemul BSS face parte din GSM-R care asigură acoperirea radio pentru o anumită zonă geografică, precum și o capacitate corespunzătoare de trafic. Principalul său rol este acela de a asigura o legătură radio de calitate cu utilizatorii wireless, chiar dacă este vorba de un apel în modul inactiv (idle), precum și de a transmite /recepționa datele de trafic ale utilizatorilor și semnalizarea către/de la NSS și rețeaua Centrală de Pachete.

Sistemul BSS este alcătuit din următoarele componente funcționale:

- Orice număr de **Transceiver ale Stației de Bază (BTS)**, care realizează difuzarea periodică a informațiilor sistemului către utilizatorii inactivi mobili (inclusiv informații în legătură cu apelurile grup în care au loc în cadrul celulelor pe care acesta le gestionează), asigurând resurse permanente în rețea pentru utilizatorii mobili și menținând o legătură radio fiabilă cu abonații mobili angajați în apeluri vocale și sesiuni de apeluri aferente Datelor Serviciilor Circuitului.
- **Controlerul Stației de Bază (BSC)**. BSC gestionează alocarea optimă a resurselor radio ale tuturor BTS-urilor de care răspunde, în funcție de cererile de alocare a resurselor radio primite de la NSS.
- **Unitatea de Transcodare (TCU)**. Această unitate realizează conversia schemelor de codificare GSM în scheme de codificare 64kb/s G.711 utilizate în rețelele fixe.

Următoarele sisteme vor fi interfațate cu BSS pentru a furniza servicii utilizatorilor mobili:

- NSS, prin MSC. Interfața dintre BSS și NSS se numește interfața A, și este o interfață deschisă (fără drept de proprietate).
- Sub-sistemul OMC-R (Centrul de Operații și Mentenanță Radio)

În ceea ce privește Configurația, Gestionarea Alarmelor și funcțiile de Performanță trebuie să fie descrise:

- numărul și tipul operațiunilor (clic cu mouse-ul, introducerea manuală a datelor în sistem, etc.) care trebuie să fie executate și duratele acestora în vederea detectării unei funcționări necorespunzătoare a subsistemului BTS TRX și în vederea resetării sistemului aflat în funcțiune și în vederea ștergerii tuturor alarmelor (pentru calculul respectiv, se va considera că timpul de înlocuire a cardurilor defecte este 0);

2.5.3.1 BASE TRANSCEIVER STATION (BTS)

BTS trebuie să poată accepta atât configurația cu o singură celulă, cât și configurația cu celule multiple. BTS propus trebuie să fie configurabil pentru a permite atât omni-configurația, cât și configurația sectorizată.

Fiecare BTS trebuie să fie dotat cu o cantitate de TRX-uri funcționale astfel încât să fie satisfăcute cerințele de trafic din gară și de-a lungul liniei.

Fiecare BTS trebuie să suporte Canale de Trafic în Full rate (FR) și la Half rate (HR).

BTS-ul propus trebuie să recepționeze semnalul folosind un sistem cu polarizare diversă.

Fiecare BTS trebuie să suporte redundanța TRX în configurația de așteptare în stare de funcționare hot standby configuration (pentru BTS cu numai 1 TRX care funcționează).

Accesul la BTS trebuie să fie posibil de la un sistem central (OMC-R) și local în vederea întreținerii și gestionării acestuia.

Contractantul trebuie să prezinte o descriere detaliată a BTS-ului propus pentru proiect sau pentru sisteme cu radiație alternativă, cum ar fi BTS distribuit.

Descrierea respectivă trebuie să cuprindă:

- Dimensiunea Dulapului
- Numărul maxim de TRX/dulap, TRx/Celulă, TRx/antena.
- Cabluri, legături, multiplexor, etc. pierderile în dB.
- Numărul maxim de celule /dulap
- MTBF pentru diversele elemente ale Rețelei
- Descrierea comportamentului BTS-ului în cazul defectării TRX-ului
- Concepte privind redundanța pentru conectivitatea BSC
- Consumul de energie electrică
- Puterea emisivă
- Sensitivitatea recepției

2.5.3.2 BASE STATION CONTROLLER (BSC)

BSC este componenta centrală a sistemului BSS și acționează ca un concentrator pentru legăturile dintre interfețele Abis și Asub.

Sistemul BSC trebuie să fie scalabil pentru a asigura actualizarea (upgradarea) viitoare a arhitecturii sistemului și a sistemului de trafic.

Caracteristicile BSC trebuie să se bazeze pe următoarele recomandări:

- BSC trebuie să accepte gestionarea canalelor LAPD pe interfața Abis
- BSC trebuie să accepte structura ierarhică a celulelor.
- BSC trebuie să accepte comutarea datelor de voce și a altor date între MSC și BTS(uri)

- BSC trebuie să accepte sincronizarea Ceasului și distribuția prin intermediul rețelei de acces radio
- BSC trebuie să accepte funcțiile de control, operare și întreținere (de exemplu descărcarea programelor software) pentru întregul sistem BSS.

O actualizare (upgradare) ușoară a sistemului se poate face prin descărcarea programelor software (SW) și fie cu ajutorul interfețelor de linie, fie vor fi adăugate BTS (uri) fără nici o întrerupere a traficului.

BSC trebuie să respecte condiția de lipsă a unui singur punct de defectare care să antreneze căderea întregului sistem (no single point of failure) asigurând o redundanță de 1+1 pentru toate panourile principale (panouri care sunt active în mod direct în cadrul serviciilor radio) și de cel puțin n+1 pentru panourile secundare.

Contractantul trebuie să prezinte o descriere detaliată a performanței BSC. Descrierea respectivă trebuie să conțină:

- Dimensiunile echipamentelor
- Consumul de energie electrică
- MTBF pentru diversele structuri
- Numărul maxim de TRX/BTS,
- Numărul maxim de celule/BTS,
- Numărul maxim de BTS/BSC,
- Numărul maxim de conexiuni (A/Abis)
- Numărul maxim de conexiuni LAPD.

BSC trebuie să fie dimensionat astfel încât să asigure servicii corespunzătoare pentru toate BTS-urile de pe întreaga linie Brasov – Sighisoara.

Arhitectura GSM-R ceruta este de tipul dual layer, incluzand doua BSC-uri care vor fi instalate in Brasov OCC.

In cazul compatibilitatii cu alte sisteme BSS furnizate pentru CFR, Contractorul va evalua o solutie de mijloc pentru optimizarea infrastructurii.

2.5.3.3 TCU (TRANSCODING UNIT)

Sistemul aferent Transcoding Unit (TCU) trebuie să fie scalabil pentru a asigura actualizarea (upgradarea) ulterioară a traficului și a arhitecturii sistemului

Pentru fiecare canal de trafic, TCU adaptează diversele rate de transmisie pentru apelurile vocale și pentru datele de pe partea radio către PCM cu o rată a transmisiei de 64 Kbit/s pe partea MSC. Acesta execută și funcții de transcodare între diverșii algoritmi de codificare a vorbirii utilizați pe interfața radio (rată completă, jumătate de rată, rată completă îmbunătățită) și interfața (PCMA sau μ law G.711) utilizată în cadrul rețelei terestre.

TCU trebuie să suporte Redundanța tuturor panourilor principale și trebuie să fie redundant la nivel intern (panouri, procesoare, interfețe) astfel încât să nu existe un singur punct de defectare care să antreneze defectarea întregului sistem (No Single Point of Failure)

TCU trebuie să accepte E1/T1 pentru interfața A sub cu BSC

Distribuitorul va propune și va descrie o capacitate optimă a TCU.

Mentținând toate cerințele și caracteristicile prezentate în detaliu în prezenta documentație, trebuie să se propună integrarea TCU și BSC în același echipament fizic; vor fi date explicații cu privire la beneficiile și restricțiile alegerii respective.

Trebuie să fie prezentată o descriere detaliată a performanței TCU. Această descriere trebuie să cuprindă:

- Dimensiunile echipamentelor
- Consumul de energie electrică
- MTBF pentru diversele structuri

TCU-rile trebuie să fie dimensionate astfel încât să asigure servicii corespunzătoare pentru toate BTS-urile de-a lungul întregii linii Brașov – Sighisoara.

2.5.4 Centrul Radio de Operații și Mentenanță (OMC-R)

O dată cu planul pentru porțiunile 2 și Simeria - Coșlariu – Sighișoara s-a furnizat și un OMC-R (centru radio de operare și întreținere) pe post de sistem de gestionare a nodurilor de acces radio GSM-R.

În cadrul acestui proiect, sistemele BSS vor fi implementate cu ajutorul unui OMC-R amplasat în Brașov și al unui client aflat în aceeași poziție pentru operațiunile de întreținere.

Clientul OMC-R va trebui să poată efectua toate serviciile centrului OMC-R.

Cu ajutorul OMC-R trebuie să se poată seta toți parametrii radio BTS-ului conectat.

OMC-R constă într-o aplicație care îi oferă operatorului rețelei instrumente eficiente, ușor de utilizat pentru planificarea, operarea și întreținerea rețelei de celule, oferind servicii de înaltă calitate.

Contractantul trebuie să prezinte o descriere a produsului pentru platforma de gestionare a BSS care să fie potrivită pentru GSM-R. Informațiile trebuie să conțină cel puțin:

- Planul de Ansamblu al Sistemului
- Specificațiile privind Interfața

- Baza de Date
- Gestionarea Configurației elementelor de rețea
- Gestionarea Alarmelor
- Raportarea Performanței
- Capacitatea (Baza de Date, Utilizatorii, Terminalele)
- Platforma, pe care este situat sistemul
- Caracteristicile Fizice (mărime, greutate, putere, etc.)
- Parametrii radio
- Informații privind Localizarea (IMSI, IMEI)

Trebuie să fie descris sistemul de gestionare a Abonaților.

Trebuie să fie descrise metodele de memorare, recuperare, manipulare și redare (replay) a datelor.

OMC-R trebuie să fie dotat cu o Interfață Grafică pentru Utilizator (GUI) care să fie ușor de utilizat pentru aplicația aferentă acestuia.

Centrul respectiv trebuie să poată afișa elementele rețelei pe o hartă geografică.

Trebuie să existe o modalitate eficientă de filtrare a alarmelor și de extragere a evenimentelor din rețea.

Contractantul trebuie să ofere o soluție pentru activitățile de post-procesare în vederea evaluării performanțelor rețelei (KPI); trebuie să fie disponibil un format grafic sau numeric al rezultatelor post-procesării.

Trebuie să fie posibil să se definească pragurile pentru contoarele care măsoară performanțele sistemului astfel încât să fie generate alarme atunci când factorii impuși de calitate a rețelei nu sunt respectați.

Trebuie să existe posibilitatea de colectare a datelor referitoare la următorii indicatori de performanță:

- traficul în cadrul sistemului (inclusiv semnalizarea), Erlang, la nivelul TRX, la nivelul celulelor și la nivelul BSC;
- calitatea serviciilor prestate (întârzierea de reapelare, calitatea la nivelul clientului);
- disponibilitatea sistemului;
- sesiunile reușite și nereușite pentru alocarea canalelor de trafic la nivelul celulelor;
- timpul mediu pentru utilizarea canalului, la nivelul celulei;
- numărul de apeluri respinse la nivelul celulei, inclusiv codul de respingere.

Toate datele colectate trebuie să fie procesate cu ajutorul Sistemului Post Analiză.

OMC-R și Sistemul Post Analiză trebuie să fie interfațate cu Sistemul NMS la nivel superior

2.5.5 SISTEMUL DE ADMINISTRARE A REȚELEI (NMS)

În cadrul sistemului de administrare a rețelei vor trebui să se prevadă funcționalități de gestionare în caz de cedări, configurări, performanțe și siguranță pentru rețeaua radio GSM-R, pentru subsistemul “Terminalul controlorului” și pentru rețeaua de transportare IP/MPLS.

NMS va trebui să cuprindă toate funcțiile și sistemele necesare pentru operarea și administrarea centralizată a rețelei.

NMS va trebui să asigure îndeplinirea următoarelor funcții :

- operarea și administrarea rețelei ;
- gestionarea alarmelor ;
- supravegherea sistemului.

În descrierea NMS va trebui să intre și descrierea tuturor funcțiilor și sistemelor, precum și descrierea softului și hardului necesare punerii în aplicare a acestora.

2.5.5.1 CONFIGURAREA REȚELEI NMS

În administrarea pentru executarea configurării vor trebui să intre parametrii de sistem și gestionarea informațiilor de la bazele de date ale softului și hardului.

Realizarea sistemului se va face începându-se cu o bază de date, care va trebui să cuprindă fiecare element din rețea și care va trebui să-și preia statutul real.

NMS-ul sistemului pilot funcționează ca un sistem de protecție (nivelul superior al NMS) ; apoi NMS-ul aferent acestui proiect va trebui conectat direct la protecția NMS-ului (NMS-ul sistemului-pilot), iar pentru el va trebui asigurată compatibilitatea deplină și interfațarea.

Vor trebui prevăzute echipamente compatibile cu softul folosit în cadrul sistemului-pilot NMS.

Contractantul va trebui să asigure interfețe cu mai multe sisteme NMS ale CFR-ului.

2.5.5.2 ADMINISTRAREA PERFORMANTĂ A NMS

Această funcție se referă la calitatea globală a rețelei, precum și la monitorizarea traficului.

Va trebui propus un instrument eficient pentru calitatea rețelei și monitorizarea traficului, care prin setări să permită estimarea funcționalitatea rețelei, a utilizatorilor și a serviciilor la ore prestabilite și pentru anumite perioade de timp. De asemenea, cu ajutorul lui vor trebui să se poată decela valorile maxime de încărcare și o funcție de predicție ; în plus, cu ajutorul acestui instrument va trebui să se poată regla sistemul.

Mai mult, datele vor trebui să se poată exporta în format “CSV”.

La datele de mai jos va trebui să se aibă acces :

- conexiunile canalelor pentru trafic ;
- timpul de postacțiune al canalelor pentru trafic (în procente) ;
- numărul de conexiuni pierdute ;

- disponibilitatea și gradul de ocupare ale SDCCH (= canalul separat de controlare) ;
- numărul de “remiteri” ;
- numărul de comutări între celule ;
- procentajul de comutări reușite/nereușite între celule ;
- numărul de conexiuni ;
- timpii pentru apelurile inverse ;
- durata conexiunilor ;
- începutul – sfârșitul conexiunilor ;
- timpul de conectare (MOC (= centrul de operațiuni legate de misiuni), MOT (= echipa care se ocupă de operațiunile legate de misiuni) etc.) ;
- gradul de ocupare a canalelor ;
- cauzele întreruperii conexiunii ;
- timpul mediu pentru ocuparea conexiunii ;
- numărul și motivele pierderii apelurilor ;
- identificarea valorilor maxime ale traficului ;
- numărul de canale ocupate în timpul cât traficul atinge valori maxime ;
- viteza de transmitere a datelor ;
- cauzele erorilor digitale ;
- procentajul pierderilor din cadrul canalului afferent traficului ;
- încărcarea canalelor aferente traficului ;
- încărcarea canalelor de semnalizare ;
- numărul instrucțiunilor de comutare date pentru echipamentele mobile ;
- numărul de comutări datorate calității slabe a recepției sau emisieii ;
- încărcarea traficului pe fiecare canal și pentru întreg sistemul va trebui să se reprezinte grafic ca și funcție temporală.

2.5.5.3 GESTIONAREA ALERTELOR LA NMS

Pentru garantarea monitorizării complete a tuturor alertelor vor trebui prevăzute un statut de analizare a rețelei și o rezoluție de indicare a alertelor.

Erorile repetate vor trebui evidențiate, pentru a se putea lua măsuri de remediere a lor. Alarmerile se vor clasifica în funcție de prioritatea lor.

Toate alertele și disfuncționalitățile vor trebui transmise de la elementele rețelei la sistemul de gestionare, unde vor fi prelucrate și clasificate.

Pentru a se putea face ceva în privința întârzierilor la transmiterea datelor, analiza va trebui făcută pe cât se poate în timp real, întârzierile mai mari de 15 secunde nefiind permise.

Fiecare alarmă va trebui indicată optic și acustic.

În sistemul de administrare a rețelei vor trebui să intre și sistemele de administrare a rețelei GSM-R. În cadrul acestora vor trebui să se prevadă funcționalități de gestionare în caz de cedări, configurări, performanțe și siguranță pentru rețeaua radio GSM-R, pentru subsistemul “Terminalul controlorului” și pentru rețeaua de transportare IP/MPLS.

2.5.6 Subsistemul aferent Terminalului Controlorului CTS

Acest subsistem va asigura inițializarea apelurilor și recepția pentru dispecherul IDM și dispecherul de trafic către utilizatorii mobili GSM-R, către utilizatorii sistemelor radio analogice existente (pentru IDM) și de la utilizatorii externi ai rețelei (conexiuni RC, comunicații libere între stații). Aceste rețele vor fi alcătuite din conexiuni independente, existând posibilitatea ca acestea să funcționeze în mod simultan, dar nu vor fi interconectate.

Echipamentele pentru terminale vor trebui să fie în mod obligatoriu de tipul “hands free”(fără utilizarea mâinilor) și vor trebui să fie dotate cu un sistem de memorare a apelurilor primite. De la dispecher trebuie să se poată activa funcția de conferință cu stațiile subordonate.

Echipamentele CTS vor fi interconectate cu MSC pentru a obține un sistem cu comunicație integrată

Comunicațiile referitoare la siguranța traficului nu vor fi comutate pentru a funcționa în cazul defectării MSC. Trecherile în cablu RC și trecherile libere nu vor fi transmise prin GSM-R ci numai prin rețeaua de fibră optică.

Toate sistemele și GSM-R vor fi conectate la acest terminal al controlorului (CTS) a cărui interfață trebuie să fie un dispozitiv LCD.

Sistemul GSM-R trebuie să asigure comunicațiile între IDM, mecanicii trenurilor, echipele de teren dotate cu terminale mobile, operatorii RC precum și ceilalți membrii ai personalului echipați cu terminale mobile.

Trebuie să fie furnizat cel puțin un CTS pentru fiecare gară și punct de întreținere.

Funcțiile CTS trebuie să fie integrate în sistemul telefonului de siguranță descris în caietul de sarcini al COMUNICAȚII PENTRU SEMNALIZARE [29]

2.6 CERINȚE SPECIFICE

Sistemul GSM-R trebuie să fie în conformitate cu toate cerințele specifice referitoare la GSM-R conform Specificațiilor Funcționale EIRENE și Specificațiilor referitoare la Sistem.

Serviciile specificate în recomandările ETSI GSM faza 2+ reprezintă baza pentru soluția interoperabilă. Serviciile ASCI (“Articole de Apelare Vocală Avansată”), așa cum sunt acestea menționate în ETSI GSM faza 2+, sunt necesare pentru rețeaua GSM-R.

Caracteristicile fizice/electrice ale interfețelor digitale vor fi în conformitate cu toate standardele internaționale aplicabile, care vor include, dar nu se limitează la cele mai noi versiuni ale recomandărilor ITU-R și ITU-T.

Contractantul trebuie să prezinte o declarație de conformitate cu standardele ETSI 3GPP în vigoare.

Sistemul GSM-R trebuie să accepte protocolul standard ITU SS7.

Sistemul GSM-R reprezintă serviciul purtător pentru apelurile intercom de la bordul trenurilor.

Pentru a respecta cerințele proiectului referitoare la funcționare și performanță, trebuie să fie furnizate următoarele servicii aferente sistemului GSM-R:

- Servicii aferente apelurilor: manevrarea avansată a apelurilor, cum ar fi punerea în așteptare a apelurilor, transferul apelurilor, crearea unei liste de așteptare pentru apeluri
- Restricționarea apelurilor primite sau formate
- Informații privind tarifele
- Grup de utilizatori apropiați
- Prioritate de tip multi-nivel și pre-empțiune
- Serviciul de transport al datelor pentru faxul automat
- Serviciul de transport al datelor pentru aplicațiile generale aferente datelor
- Transportor de date pentru serviciile de mesagerie tip text
- Comunicații cu mai mulți conductori în cadrul aceleiași funcții a trenului
- Funcția specifică tuturor persoanelor în funcție de localizarea utilizatorului
- Funcția de apelare în situații de urgență
- Modul special pentru operațiunile de manevră prin care se asigură o legătură pentru semnale
- Funcția de gestionare automată a rețelei mobile
- Funcția de control a configurației sistemului
- Funcția de afișare a identității funcționale a părții apelante/apelate
- Setarea rapidă și garantată a apelurilor
- Setarea apelurilor urgente sau frecvente cu ajutorul tastaturii sau cu ajutorul unei funcții similare
- Funcția de apelare vocală a mai multor persoane (multi-party)
- Funcția matriceală de accesare așa cum se specifică în documentația EIRENE
- Numerotarea funcțională:

Ofertantul trebuie să specifice modul în care este realizată această funcție în cadrul rețelei GSM-R propuse. Situații obligatorii de apelare:

- Mecanic locomotivă – mecanic locomotivă;
- IDM – mecanic locomotivă ;
- Taxator bilete de tren– mecanic locomotivă;
- Apeluri de manevră (vor fi specificate împreună cu Antreprenorul la o fază ulterioară);
- Taxator bilete de tren – șef de manevră;
- Personalul CFR din tren – Personalul CFR din tren;
- Personalul de întreținere – personalul de întreținere/taxator bilete de tren.

Rețeaua trebuie să suporte transmisia mesajelor text **punct cu punct (point-to-point)** și **punct – multipunct (point-multipoint)** de la terminalele fixe către utilizatorii mobili

Cerințele referitoare la performanțele aferente inițializării apelurilor „capăt la capăt” (“end-to-end”) sunt următoarele:

- Apeluri de urgență în sistemul feroviar: < 2s (acest timp de inițializare a apelurilor se referă la începerea semnalului radio, parte “Etapei 1: Alerta”);
- Apeluri tip grup între mecanicii de locomotivă din aceeași zonă: < 5s;
- Toate apelurile operaționale de la mobil către fix care nu sunt incluse în cazurile menționate anterior: < 5s;
- Toate apelurile operaționale de tipul fix către mobil neincluse în cazurile prezentate anterior: < 7s;
- Toate apelurile operaționale de tipul fix către mobil neincluse în cazurile prezentate anterior: < 10 s;
- Toate apelurile cu prioritate redusă: < 10s.

Cabina radio

Dacă se produce pre-emptiunea, părților implicate trebuie să li se transmită indicații.

Apelurile/ mesajele de alarmă DSD trebuie să ofere informații privind locația.

Echipamentele operaționale radio

Echipamentele radio trebuie să cuprindă o interfață om - mașină (MMI) cu următoarele componente:

- afișare;
- panou de control;
- difuzor;
- microfon.

MMI trebuie să fie corespunzătoare astfel încât să poată fi utilizată nu numai în timpul zilei, ci și noaptea.

Trebuie să existe patru butoane pentru manipularea numerelor memorate.

Dacă serviciul de lucru în rețea nu mai este disponibil, trebuie să i se trimită utilizatorului un semnal radio.

Specificații privind echipamentele controlerului

Interfața om – mașină aferentă echipamentelor controlerului principal trebuie să ofere următoare funcționalități:

- Punerea pe o listă de așteptare a tuturor apelurilor primite și a solicitărilor de apel.
- Afișarea listei de așteptare pentru a fi vizualizată de controlor, indicând identitatea funcțională și prioritatea apelanților. Apelurile de înaltă prioritate trebuie să fie identificate și trimise la începutul listei de așteptare.
- Să i se permită controlerului să selecteze apelurile primite poziționate de sistem în cadrul listei curente de așteptare.
- Să i se permită controlerului să stabilească un apel de Urgență, de urgență publică sau un apel cu prioritatea operațională feroviară cu un alt terminal mobil prin selectarea unui dispozitiv de afișare a anunțurilor (billposter).
- Să i se permită controlerului să stabilească, să încheie, să intre sau să părăsească apelurile tip grup (cu prioritate de Urgență Feroviară, Urgență Publică sau prioritate operațională feroviară).
- Să se permită transmiterea și recepționarea mesajelor tip text.

Pentru analizele post-incident, echipamentele controlerului trebuie să permită înregistrarea tuturor apelurilor operaționale tip voce sau transmisiile de date.

Gestionarea abonaților

Căile ferate ar putea utiliza diverse tipuri de restricții ca o măsură de securitate suplimentară. Aceste facilități pot fi deosebit de importante atunci când este permis accesul publicului în interiorul rețelei aferente sistemului radio (de exemplu, pentru a împiedica publicul să apeleze mecanicii de locomotivă sau mecanicii de locomotivă să apeleze pasagerii).

De asemenea, echipamentele pentru cabina radio trebuie să facă parte din grupul de lucru de-a lungul liniei de cale ferată.

Dacă este necesar, pot fi impuse restricții suplimentare pentru matricea de acces.

Numerotarea funcțională și adresarea în funcție de locație

Diagrama de adresare funcțională trebuie să permită direcționarea apelurilor de la un controlor către trenul internațional din zona de control, fără a utiliza un alt sistem EIRENE cu excepția sistemului care deservește trenul internațional respectiv.

Sistemul trebuie să poată împiedica anumite categorii de utilizatori să înregistreze numerele funcționale a căror utilizare nu este permisă, de exemplu:

- numărul trenului;
- mecanicul de locomotivă;
- șeful echipei de manevră.

Mesageria tip text

Trebuie să fie posibil transferul mesajelor text între operatorii de la sol și operatorii mobili cu ajutorul sistemului EIRENE.

Timpul de propagare pentru fiecare segment al mesajului trebuie să fie mai mic de 30 de secunde pentru 95% din mesaje.

Sistemul trebuie să poată fi actualizat (upgradat) cu funcționalitățile GPRS; furnizorul trebuie să ofere informații cu privire la soluția sa GPRS.

Principalele servicii de apelare vocală care trebuie să fie adoptate de soluția respectivă sunt următoarele:

- Apeluri normale Punct cu Punct (Point to Point)
- Apeluri între mai multe părți (multi party)
- Personalul trenului – Controlorii trenului (LDA și eLDA)
- Controlorii trenului – Personalul Trenului (FN)
- Personalul Trenului – Personalul Trenului (FN)
- Controlorii Trenului – Șeful de Manevră (FN)
- Comunicarea în grup
 - REC
 - Comunicațiile de manevră (urmează să fie specificate împreună cu Clientul)
 - Mecanici de tren plus Controlorii Trenurilor
 - Grupurile de întreținere
- Apeluri către/de la dispecer (PtP)
- Apeluri către/de la mecanicul trenului (PtP).

Serviciile de apelare referitoare la Datele Principale care trebuie să fie incluse în soluția respectivă sunt următoarele:

- Serviciul de transport al mesajelor text
- Serviciul de transport pentru aplicațiile aferente datelor generale
- Serviciul de transport pentru faxul automat.

Rețeaua GSM-R trebuie să fie dotată cu următoarele servicii de date aferente Circuitului GSM-R în conformitate cu specificațiile EIRENE: 2.4, 4.8, 9.6Kbps transparent și netransparent.

Principalele servicii de apelare care trebuie să fie incluse în soluția respectivă sunt următoarele:

- Grup închis de utilizatori
- Prioritate cu niveluri multiple și pre-empțiune
- Manevrarea avansată a apelurilor, cum ar fi reținerea apelurilor, transferul apelurilor, punerea apelurilor pe o listă de așteptare, etc.
- Serviciul de răspuns automat
- Restricționarea apelurilor primite și formate
- Indicații de supraveghere a apelurilor

- Informații privind tarifele

Principalele caracteristici specifice Căilor Ferate care trebuie să fie incluse în soluția respectivă sunt următoarele:

- Setarea apelurilor urgente sau frecvente cu ajutorul tastaturii sau în mod similar
- Afișarea identității funcționale a părții apelante/apelate , CLIP și COLP
- Setarea rapidă și garantată a apelurilor
- Asistență pentru comunicarea neîntreruptă pentru viteze ale trenurilor de până la 500 km/h
- Moduri automate și manuale de testare cu indicarea defectelor
- Gestionarea automată a rețelei mobile
- Controlul configurării sistemului

Apelurile ASCI trebuie să poată fi setate fie ca apeluri la Jumătate de Rată sau ca apeluri la Rată Completă /Rată Completă Îmbunătățită prin selectarea canalului necesar pe Interfața Aeriană.

Cu Jumătate de Rată pot fi manipulate până la 16 apeluri diferite tip grup cu un număr nelimitat de ascultători cu ajutorul unei singure unde purtătoare (frecvență)

Trebuie să fie prezentate caracteristicile ASCI atunci când apelurile sunt setabile fie la Jumătate de Rată, fie la Rată Completă /Rată Completă Îmbunătățită prin selectarea canalului necesar pe Interfața Aeriană.

Trebuie să se stabilească tipul preferat de canal pentru fiecare Referință de Apelare în Grup, făcându-se referire la alte rețele GSM-R care se află în funcțiune.

Trebuie să existe caracteristica de Adresare Dependentă de Locație (LDA și e-DLA) așa cum se specifică în standardul Eirene/Morane. Cazurile de apelare Obligatorie în care se aplică LDA și eLDA sunt următoarele:

- Mecanicul trenului – Controlorul Principal al Trenului
- Mecanicul trenului – Alți Controlori ai Trenului

Soluția propusă pentru LDA și eLDA trebuie să fie deja în funcțiune în cadrul unui sistem feroviar din Uniunea Europeană sau Elveția.

Soluția propusă eLDA în acest document este bazată în aplicații externe ale serverului. Serverul extern va furniza o interfață cu sistemul de management național de trafic (IRIS) în privința primirii informațiilor cu referire la poziția și direcția trenului în timpul convorbirii conducătorului trenului, sau cu alți utilizatori de telefonie mobilă, asociată cu trenul
Serverul extern trebuie să fie parte a NSS și furnizat de Pilotul Proiectului contractor. Contractorul va defini marginile eLDA în conformitate cu intervalele de jurisdicție reprezentate în fiecare schiță de semnalizare

Trebuie să se specifice cel puțin:

- producătorul;
- ediția;
- versiunea soft;
- directorul infrastructurii care utilizează sistemul ETCS de nivelul 2 care funcționează pe baza sistemului GSM-R;
- distanța pe care este implementat sistemul GSM-R .

Soluția respectivă trebuie să fie în conformitate cu FRS 4.0 și IRS 5.0.

Trebuie să fie posibilă apelarea oricărui membru al personalului operativ folosind un Număr Funcțional (FN) așa cum se arată în planul de numere EIRENE în loc să se utilizeze un număr MSISDN.

Pentru anumite funcții, se vor implementa coduri scurte standardizate pentru apelurile provenite de la utilizatorii mobili. Oferta trebuie să specifice modul în care se obține această funcționalitate în rețeaua GSM-R propusă.

- Cazurile de apelare pentru care este disponibilă caracteristica FN sunt următoarele:
- Mecanic Tren – Mecanic Tren
- Controlor Tren – Mecanic Tren
- Apeluri de manevră (urmează să fie specificate împreună cu distribuitorul la o etapă ulterioară):
- Controlor Tren – Șef Manevră
- Personalul din tren – Personalul din tren
- Personalul de întreținere – Personalul de întreținere/Controlor tren
- Trebuie să fie posibilă configurarea timpilor de expirare astfel încât utilizatorii înregistrați (care uită să se deînregistreze) să fie deînregistrați în mod automat după o anumită (configurabilă) perioadă de timp. Acest eveniment declanșat trebuie să îi fie indicat utilizatorului final care este deînregistrat.
- Trebuie să fie posibilă alocarea Serviciului de Poștă Vocală numerelor funcționale.

După cum se arată în EIRENE, funcționalitatea de Apelare în situații feroviare de Urgență (REC) trebuie să fie în conformitate cu normele. Timpii de setare a apelurilor prioritare și scurte trebuie să fie în conformitate cu valorile standard stipulate în EIRENE.

După cum se arată în EIRENE, funcționalitatea de Apelare de Urgență pentru Manevră trebuie să fie în conformitate cu normele. Timpii de setare a apelurilor prioritare (eMLPP) și scurte trebuie să fie în conformitate cu valorile standard stipulate în EIRENE.

Caracteristicile de apelare: Servicii de Apelare Vocală în Grup și Serviciul de Difuzare Vocală trebuie să poată fi utilizate pentru comunicarea în Grup. Distribuitorul trebuie să specifice numărul minim și numărul maxim de celule care urmează să fie setat pentru un anumit Grup.

Tonurile de Oprire a Sunetului VGCS și Re-pornire a Sunetului DTMF trebuie să fie disponibile așa cum se specifică în EIRENE.

Cazurile de apelare pentru care trebuie să fie disponibilă caracteristica VGCS sunt următoarele:

- Controlori - Mecanici Locomotivă
- Mecanici Locomotivă - Mecanici Locomotivă și Controlori.
- Grupuri operaționale, cum ar fi grupuri de lucru la nivelul șinei, acari, etc.
- Apeluri de manevră în grup, inclusiv Semnalul de Asigurare a Legăturii în conformitate cu specificațiile EIRENE (urmează să fie specificate împreună cu clientul la o etapă ulterioară)
- Muncitorii de la linia ferată – Mecanicii de Locomotivă din GCA.
- Între membrii personalului aceluiași tren fără interferența cu personalul trenului învecinat.

Contractantul trebuie să respecte și să descrie soluția pentru fiecare caz menționat mai sus.

Contractantul trebuie să ofere servicii de pre-empțiune și de precedență pentru apelurile de înaltă prioritate, cum ar fi Apelurile Feroviare de Urgență, în cazul congestionării canalului radio așa cum se arată în EIRENE.

Ulterior, sistemul trebuie să permită implementarea restricționării anumitor combinații de apelare, cum ar fi apelurile din afara sistemului GSM-R către mecanicii de tren și vice versa. Pentru a obține o flexibilitate completă în cadrul sistemului GSM, vor fi furnizate caracteristicile de Restricționare a Apelurilor și Restricționare Determinată de Operator, în conformitate cu specificațiile EIRENE. Distribuitorul va include autorizarea apelurilor pe baza Numerelor Funcționale.

Planul de numerotare pentru aceste apeluri trebuie să fie conformitate cu specificațiile EIRENE și să utilizeze interfețele stabilite de standardele generale pentru rețelele respective.

Planul de numerotare a sistemului trebuie să fie în conformitate cu specificațiile EIRENE și să permită configurarea și gestionarea ușoare.

Timpii de setare a apelurilor trebuie să fie în conformitate cu specificațiile EIRENE.

2.6.1 Conformitatea cu standardele

Rețeaua de comunicații fără fir (wireless) este alcătuită din sistemul radio GSM-R. Această rețea radio va fi utilizată ca sistem radio pentru operațiunile Feroviare, precum și ca mijloc de transmitere a datelor către partea automată de control al trenului ca parte din sistemul feroviar.

Sistemul GSM-R care va fi realizat prin acest proiect trebuie să fie în conformitate cu specificațiile EIRENE. EIRENE specifică cerințele funcționale pentru standardul radio digital radio pentru Căile Ferate.

Sistemul GSM-R propus trebuie să fie în conformitate cu următoarele specificații și standarde:

- A01T00041 MORANE ASCI Opțiuni pentru Interoperabilitate
- E10T6001 4 MORANE FFFS pentru Adresare Funcțională
- F10T6001 4 MORANE FFFS pentru Adresare Dependentă de Locație
- F10T6002 4 MORANE FFFS pentru Confirmarea Apelurilor de Înaltă Prioritate
- F10T6003 4 MORANE FFFS pentru Prezentarea Numerelor Funcționale către Partea Apelată și către Partea Apelantă
- E12T6001 5 MORANE FIS pentru Adresarea Funcțională
- F12T6001 3 MORANE FIS pentru Adresarea Dependentă de Locație
- F12T6002 4 FIS pentru Confirmarea Apelurilor de Înaltă Prioritate
- F12T6003 4 MORANE FIS pentru Prezentarea Numerelor Funcționale către Partea Apelată și către Partea Apelantă
- H22T0012 MORANE Specificații privind Utilizarea UUIE în Mediul GSM-R
- ETSI EN 301 515 Sistemul Global pentru comunicații Mobile (GSM); Cerințe pentru funcționarea GSM pe căile ferate
- EIRENE Specificații privind Cerințele Funcționale (versiunea 7.0 - PSA167D005-7)
- EIRENE Specificații privind Cerințele Sistemului (versiunea 15.0 - PSA167D006-15)
- MORANE P 38 T 9001 3 FFFIS pentru GSM-R Specificații privind Cardurile SIM
- Directiva RoHs 2002/95/EC (Restricționarea Utilizării anumitor Substanțe Periculoase pentru Echipamentele Electrice și Electronice)
- Aplicații pentru Căile Ferate - Specificații și demonstrații privind Fiabilitatea, Disponibilitatea, Mentenanța și Siguranța (RAMS) CEI EN 50126

- Aplicații pentru Căile Ferate – Sisteme de comunicație, semnalizare și procesare - Software pentru sistemele de control feroviar și de protecție CEI EN 50128
- Aplicații pentru Căile Ferate. Sisteme de comunicație, semnalizare și procesare. Sisteme electronice de siguranță pentru semnalizare CEI EN 50129
- Aplicații pentru Căile Ferate. Sisteme de comunicație, semnalizare și procesare. Comunicarea în condiții de siguranță în sistemele de transmisie închise CEI EN 50159-1
- Aplicații pentru Căile Ferate. Sisteme de comunicație, semnalizare și procesare. Comunicarea în condiții de siguranță în sistemele de transmisie deschise CEI EN 50159-2

3 PLANIFICAREA GSM-R BSS

3.1 PROIECTUL PENTRU ACOPERIRE RADIO

Sistemul radio acoperă următoarele zone:

- de-a lungul șinelor
- în gări
- în interiorul tunelurilor

După cum solicită Clientul, arhitectura BSS cuprinde terminale GSM-R în principalele gări și eventual de-a lungul șinelor.

Fiecare terminal are două Stații de Bază (BTS) care vor fi conectate la diverse sisteme cu antenă pe același turn.

Primul sistem cu antenă este montat la partea superioară a turnului; cel de-al doilea sistem cu antenă este situat sub primul la o distanță corespunzătoare astfel încât să se evite problemele de decuplare.

BTS și celelalte dispozitive ale terminalului GSM-R vor fi instalate într-o cabină dedicată (adăpost) sau în săli de control cu dispozitive de semnalizare în terminalul gării; în cazul în care terminalul este situat de-a lungul șinelor, BTS și celelalte dispozitive ale terminalului GSM-R vor fi instalate într-o cabină dedicată (adăpost).

Pentru fiecare terminal GSM-R, cele două BTS-uri sunt configurate în două lanțuri diferite și legate la BSC corespunzător BSC (Interfața Abis) folosind o rețea magistrală de transport de tip inel (a se vedea capitolul următor).

Trebuie să fie prevăzut un sistem diferit de alimentare cu energie electrică pentru fiecare BTS.

Arhitectura BSS a sistemului radio pentru căile ferate este prezentată în figurile de mai jos.

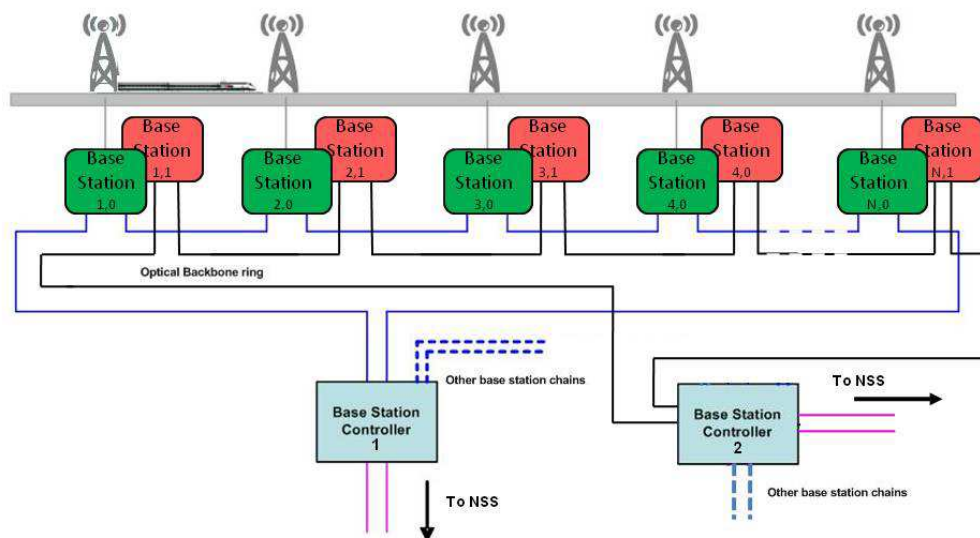


Figura 2: Arhitectura GSM-R BSS

Această soluție garantează o acoperire radio bazată pe un strat dublu și apoi asigură sistemul de semnalizare pentru ERTMS.

Într-adevăr, cu două BTS instalate în cadrul aceluiași terminal (co-locare) se va obține un semnal radio continuu și dublu (în același timp) pentru utilizatorii mobili de-a lungul șinei de cale ferată.

După cum se arată în figurile de mai jos, în cazul în care un singur BTS este scos din funcțiune, cel de-a doilea BTS situat în cadrul aceluiași terminal garantează aceeași acoperire radio.

În caz contrar, dacă primul inel se defectează (de ex. defectarea întregului inel al BTS: inelul roșu sau inelul verde), cel de-al doilea lanț garantează aceeași acoperire radio.

A se vedea figurile de mai jos:

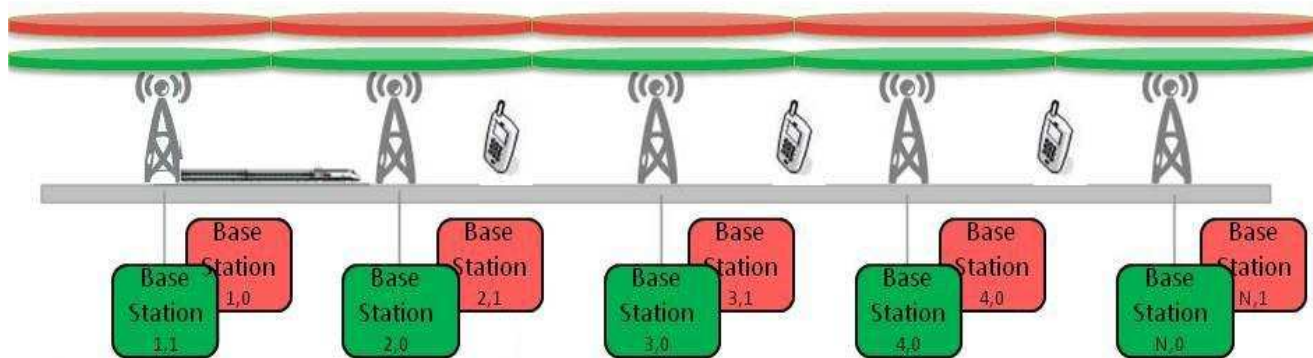


Figura 4: acoperire radio dublă

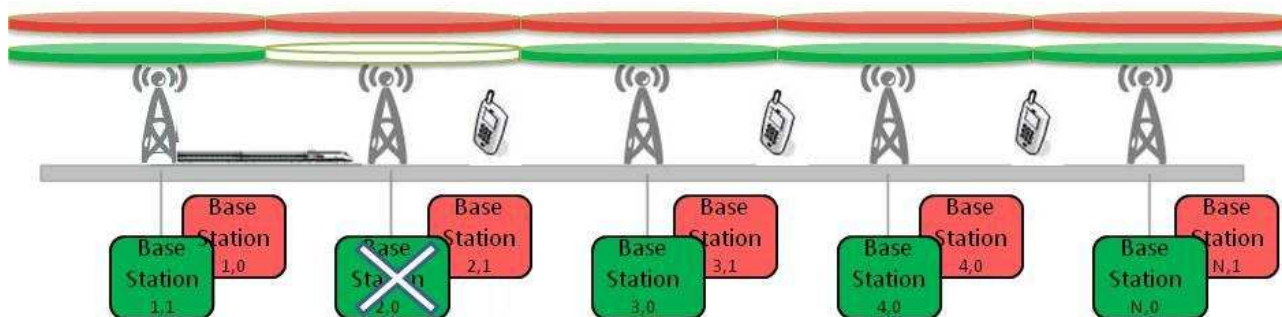


Figura 5: acoperire radio dublă cu un BTS defect

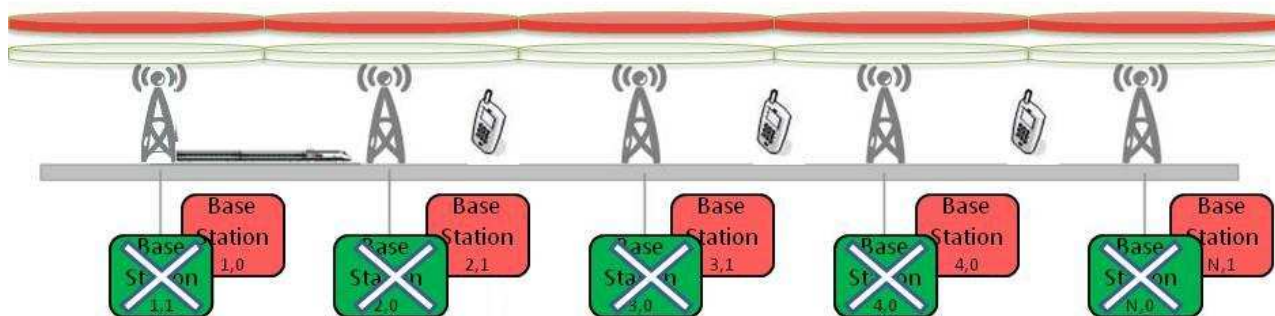


Figura 6: acoperire radio dublă cu lanț de BTS-uri scoase din funcțiune

Întregul lanț de BTS-uri va trebui legat la BSC1 și BSC2 din cadrul OCC-ului din Brașov (în anumite condiții, un BTS se va putea lega la BSC-urile existente din Simeria sau din cadrul proiectului-pilot).

BSC1 și BSC2, montate în cadrul OCC-ului din Brașov, sunt legate atât la MSC1, cât și la MSC2 (furnizate împreună cu proiectul-pilot) care se află în poziții diferite – OCC-ul din București și din Ploiești – cu ajutorul a două TCU-uri diferite.

BSC-urile vor trebui să controleze toate BTS-urile de pe porțiunea 1 (Brașov-Sighișoara).

Pentru garantarea serviciilor de operare și întreținere (O&M) pentru sistemele BSS va fi nevoie de un client OMC-R (= centru radio de operare și întreținere) instalat în cadrul OCC-ului din Brașov.

Figura de mai jos arată arhitectura schematică a rețelei GSM-R menționată mai sus, și un plan mai detaliat al acesteia este prezentat în documentul “Arhitectura GSM-R”.

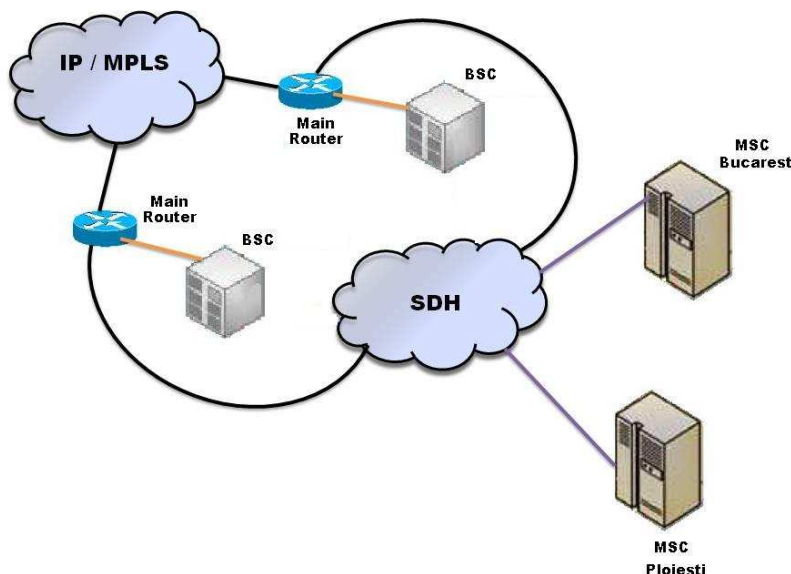


Figura 7: legături BSS-NSS

3.2 BUGETUL PENTRU REALIZAREA CONEXIUNII

3.2.1 Câmpul Minim Exterior

Au fost luate în considerare următoarele valori minime, din specificațiile EIRENE:

Probabilitatea de acoperire de 95% pe baza unui nivel de acoperire de 44.5 dB μ V/m (-92 dBm) pe liniile cu ETCS nivelul 2.

3.2.2 Calitatea acoperirii

Nivelul semnalului radio trebuie să fie specificat în cadrul cerințelor privind echipamentele radio portabile și pentru cabină și este suficient să se asigure apeluri referitoare la date vocale și vitale folosind echipamente radio portabile și pentru cabină în toate zonele menționate mai sus.

Probabilitatea de acoperire specificată înseamnă că, pentru o valoare a probabilității de cel puțin 95% pentru fiecare interval de localizare (lungimea 100m) nivelul de acoperire măsurat este mai mare sau egal cu valoarea specificată mai sus. Nivelurile de acoperire menționate mai sus iau în considerare o pierdere maximă de 3 dB între antenă și receptor și o marjă suplimentară de 3 dB pentru alți factori, cum ar fi îmbătrânirea.

Nivelul de acoperire ar trebui să fie de cel puțin 95 % din timp pentru 95% din zona de acoperire proiectată pentru un radio instalat într-un vehicul dotat cu antenă externă.

Sistemul va fi proiectat pentru a asigura comunicații la o viteză maximă de 160 km/h.

3.2.3 Definiția pentru Mobil

Rețeaua GSM-R va fi dimensionată pentru sisteme mobile pentru Cabine Radio și pentru Scopuri Generale, și vor avea următoarele caracteristici:

<i>Lista de Produse</i>	<i>Clasa</i>	<i>MS Tx PA Puterea la Ieșire</i>	<i>Sensibilitatea MS</i>
Cabină Radio	2	8 W / 39 dBm	-104 dBm
Scopuri Generale/Operaționale	4	2 W / 33 dBm	-102 dBm
Portabile	4	2 W / 33 dBm	-102 dBm

Tabelul 5 Dispozitive Tipice

specificații pentru cabina radio de 8W:

- Antenă externă instalată la partea superioară a cabinei
- Înălțimea antenei 4,5 deasupra solului
- Câștigul antenei: 2dBi
- Pierderea cablului: max. 2dB

Contractantul trebuie să pună la dispoziție 200 de dispozitive mobile GPH și 30 de dispozitive mobile OPH pentru realizarea rețelei.

3.2.4 Definiția pentru BTS

Tabelul de mai jos prezintă parametrii pentru BTS

<i>Sensibilitatea BTS</i>	<i>Pierderea filtrului de antenă</i>	<i>Pierderea alimentatorului</i>	<i>Câștigul antenei</i>	<i>Câștigul antenei pentru recepție în diversitate</i>
-109 dBm	-3 dB	-3 dB	18 dBi	1,5 dB

Tabelul 6 BTS Tipic

Se pot utiliza diverse tipuri de antene sectoriale pentru proiectarea sistemelor radio. Antenele respective sunt pentru banda GSM /GSM-R (Domeniul de frecvență: 870 – 960 MHz) cu polarizare verticală sau transversală. Lățimea poate varia (30°, 65° sau 90°) în funcție de topologia de acoperire a șinelor adiacente.

Pentru bugetul pentru realizarea conexiunii, a fost selectată o lățime a fasciculului de 18 dBi câștig / 65°.

Bugetul pentru realizarea conexiunii este utilizat pentru a calcula pierderea maximă de traseu corespunzătoare unei anumite configurații și aplicații a echipamentului. Acesta se bazează pe calculul pierderii de traseu între BTS (dispozitiv de transmisie) și mobil (dispozitiv de recepție).

Au fost calculate două pierderi de traseu: traseul ascendent (Mobil către BTS) și traseul descendent (BTS către Mobil).

Datele de intrare necesare pentru efectuarea acestui calcul sunt organizate în trei categorii:

1. Parametrii generali (referitori la BTS, înălțimea antenei, etc.) care nu vor depinde de tipul serviciului;
2. Parametrii care vor depinde de tipul serviciului (de ex. tipul mobilului)
3. Marjele tehnologice care vor depinde de tipul serviciului, viteza trenului și care asigură QoS necesară (Calitatea Serviciului) trebuie să fie respectate.

Datele de ieșire utile pentru bugetele pentru realizarea conexiunii sunt: EIRP echilibrat și câmpul minim extern.

În mod normal, trebuie să se asigure acoperirea pentru diversele tipuri de configurații ale echipamentelor mobile. În funcție de ip-urile de echipamente definite și de serviciile care urmează să fie stabilite, se calculează cel mai defavorabil buget pentru realizarea conexiunii și se ia în considerare cazul cel mai defavorabil.

Aceasta înseamnă că dacă dimensionăm bugetul pentru realizarea conexiunii pentru cazul cel mai defavorabil, cerințele pentru cazul cel mai favorabil vor fi, în mod evident, satisfăcute.

Pentru a calcula bugetul pentru realizarea conexiunii, trebuie să se țină seama de mai multe marje; principalele dintre acestea sunt descrise mai jos:

Marja de Suprapunere: Marja de suprapunere este o marjă de proiectare. Scopul acestei marje este acela de a oferi la marginea unei celule o acoperire suplimentară pentru a permite mobilului rapid să efectueze o predare și o reselectare a celulei.

Marja de suprapunere se adaugă la OMF (Câmpul Minim Extern) pentru a garanta faptul că suprapunerea dintre două celule vecine este suficientă pentru a realiza procedurile de predare și reselectare a celulei în condiții bune. Aceasta depinde de durata procesului, setarea parametrilor celulei și de viteza trenului.

Marja de Calitate: Aceasta este o marjă care garantează faptul că dispozitivul de recepție asigură BER (Rata de Eroare în Biți) la viteza solicitată a trenului pentru serviciul specificat (voce, date de comutare a circuitului sau date de comutare a pachetelor.) Mediul GSM-R de înaltă viteză este prevăzut cu comutatoare Doppler care conduc la un răspuns nestaționar al canalului. Marja de calitate este adăugată pentru a evidenția acest lucru.

Fading/Shadow Margin: În sistemele wireless, fading poate să apară fie din cauza propagării pe traiectorii multiple, aceasta fiind numită decolorare indusă de traiectorii multiple, fie din cauza umbririi de către obstacole care afectează propagarea undelor.

Impactul obstacolelor asupra propagării RF are ca rezultat o distribuție înregistrată normală a intensității câmpului centrată în jurul valorii medii. Acest fenomen este cunoscut ca decolorare lentă sau umbrire. Marja de umbrire este marja aplicată Marjei de Suprapunere (în plus față de marjele de proiectare) pentru a obține calitatea externă necesară în cadrul zonei de acoperire.

În bugetul pentru realizarea conexiunii prezentat mai jos, toate marjele menționate se referă la două situații principale:

- Marja de interferență pentru toate interferențele și decolorarea
- Marja tehnologică, care include toate celelalte marje. Valoarea asociată acestei categorii este corespunzătoare, nefiind exagerată, astfel încât să garanteze situațiile critice.

3.2.5 Detalii privind bugetul pentru realizarea conexiunii

Bugetul pentru realizarea conexiunii	Cabina radio				Mobil	
	Uplink		Downlink		Downlink	
Acoperirea cerută de 95 %		-92	dBm		-92	dBm
Pierdere fizică		0	dB		-3	dB
Acoperirea		-92	dBm		-89	dBm
BTS Puterea TX		47	dBm		47	dBm
Pierdere filtrului de antenă		-3	dB		-3	dB
Pierdere alimentatorului		-6	dB		-6	dB
Câștigul antenei		18	dB _i		18	dB _i
Pierdere pe înălțimea antenei		0	dB		-5	dB
Puterea maximă Tx de la BTS (EIRP)		56	dBm		51	dBm
Pierdere maximă de traseu		148	dB		140	dB
Sensibilitatea BTS	-109	dBm		-109	dBm	
Pierdere filtrului de antenă	-3	dB		-3	dB	
Pierdere alimentatorului	-6	dB		-6	dB	
Câștigul antenei	18	dB _i		18	dB _i	
Marja tehnologică	-6	dB		-6	dB	
Câștigul recepției în diversitate	1,5	dB		1,5	dB	
Marja de interferență	-3	dB		-3	dB	
Nivelul minim RX la BTS	110,5	dBm		110,5	dBm	
Puterea MS TX	39	dBm		33	dBm	
Pierdere pe înălțimea antenei	0	dB		-5	dB	
Pierdere fizică	0	dB		-3	dB	
Puterea maximă MS TX	39	dBm		25	dBm	
Pierdere maximă de traseu	149,5	dB		135,5	dB	

Tabelul: 7 Bugetul pentru realizarea conexiunii

După cum se arată în tabel, valoarea maximă admisă a pierderii de traseu este de 135,5 dB: valoarea admisă a pierderii de traseu de 135,5 dB asigură acoperirea externă atât pentru cabina radio de 8W cât și pentru căștile de 2W de-a lungul șinelor de cale ferată.

Această valoare admisă a pierderii traseului de 135,5 dB este calculată pentru pragul de acoperire de 95% în timp și spațiu (interval de 100 metri) și aceasta este valoarea pentru calcularea distanței teoretice inter-terminale.

3.2.6 Modelul de propagare radio

Modelul de propagare radio Okomura-Hata a fost utilizat în cadrul acest proiect pentru proiectarea radio a pierderii traseului. Acest model se poate aplica pentru multe scenarii și formula de mai jos dă valoarea pierderii traseului conform modelului Okomura-Hata:

$$P_{loss} = k_1 + k_2 \cdot \log(d) + k_3 \cdot \log(H_{ms}) + k_4 \cdot \log(H_{ms}) + k_5 \cdot \log(H_{eff}) + k_6 \cdot \log(H_{eff}) \cdot \log(d) + k_7 \cdot Diffn + C_{loss}$$

Formula 1: Modelul Okomura-Hata

Mai jos sunt prezentate explicații privind semnificația fiecărui parametru k_i :

- **d**: este distanța dintre un BTS și MS (Stația Mobilă).
- **H_{ms}** : este înălțimea între MS în raport cu solul.
- **H_{eff}** : înălțimea efectivă a antenei
- **Diffn** : pierderea de difracție calculată cu Epstein, Peterson, Deygout sau Bullinton.
- **k₁ și k₂**: este diferența de înălțime (dBm) și panta funcției log(d)
- **k₃**: Înălțimea Efectivă a MS
- **k₄** : factorul de multiplicare al Okomura Hata pentru H_{ms}.
- **k₅**: factorul de corecție al lui H_{eff}
- **k₆** : factorul de corecție pentru log(H_{eff})·log(d)
- **k₇** : factorul de corecție pentru o valoare estimativă a difracției
- **C_{Loss}**: ecouri fixe sau parazite

Au fost întocmite două modele de propagare radio în conformitate cu măsurătorile radio din Italia:

- **GSM-R_Sub-Urban:** descrie un model de ecouri fixe sau parazite de dimensiuni reduse pentru mediul urban.
- **GSM-R_Rural:** descrie un model de ecouri fixe sau parazite pentru o suprafață deschisă plană/de deal.

Se poate descrie sub forma unui model redus, ecuația, cum ar fi funcția liniară a logaritmului distanței (în metri) între dispozitivul de transmisie și dispozitivul de recepție:

$$P_{loss} = -(A + B \cdot \log(d))$$

Formula 2: Modelul aproximativ Okomura-Hata model

Loss – pierdere

Prin rezolvarea ecuației se obțin valorile pentru diferența de înălțime (A) și panta (B) care descriu modelul de propagare.

După aceea, prin măsurare reală și teste efectuate de-a lungul Căilor Ferate Italiene, valorile diferenței de înălțime A și pantei B au fost determinate după cum urmează:

<i>Coeficienții de Pierdere a Traseului</i>	<i>Modelul Sub-Urban</i>	<i>Modelul Rural</i>
Diferența de înălțime A	0.9	5.6
Panta B	-36.3	-34.6

Tabelul 8: Coeficientul Okomura-Hata

Pentru proiectul de față, luând în considerare pierderea de traseu aferentă bugetului pentru realizarea conexiunii obținută înainte (135, 5 dBm), prin aplicarea valorilor din tabel se poate calcula valoarea pur teoretică pentru “d”.

3.2.7 STRATEGIA DE ACOPERIRE

Proiectul radio pentru acoperirea exterioară trebuie să fie întocmit sub forma unui strat dublu radio. Pentru a face față mobilității mari a trenului, este necesară o suprapunere suficientă a celulelor pentru a se asigura că predarea și reselectarea celulelor se va face fără întreruperea comunicațiilor. Acest aspect este deosebit de relevant pentru GSM-R deoarece utilizatorii angajați într-un apel vocal în grup în “modul dedicat” efectuează o reselectarea a celulelor atunci când se deplasează de la o celulă la următoarea celulă.

În acest scop, pentru bugetul pentru realizarea conexiunii trebuie să fie luată în considerare o marjă de suprapunere de 2.6dB.

Înălțimea pilonilor/turnurilor trebuie să fie stabilită la 30m de-a lungul șinei de cale ferată. Această cifră corespunzătoare și neexagerată permite controlarea mai eficientă a propagării radio în toate tipurile de mediu.

Antenele cu polarizare transversală și antenele cu polarizare pentru recepția în diversitate sunt utilizate pentru a amplifica la maxim sensibilitatea BTS și pentru a mări calitatea acoperirii.

Acoperirea radio pentru tuneluri impune efectuarea unui studiu tehnologic special. Complexitatea soluției tehnice care urmează să fie implementată depinde de caracteristicile fizice ale fiecărui tunel (dimensiuni, forma secțiunii transversale, lungimea, etc.).

Principalele date de intrare necesare pentru proiectarea soluției pentru acoperirea tunelului sunt:

- Dimensiunea și forma tunelului
- Mediul din tunel
- Rectilinitatea/ netezimea tunelului
- Disponibilitatea și dimensiunea sălilor tehnice
- Numărul de șine de cale ferată din interiorul tunelului
- Prezența cablurilor de energie electrică suspendate
- Dacă tunelurile sunt izolate sau organizate în grupuri de tuneluri
- Viteza maximă a trenului în interiorul tunelului
- Tipul peretelui (beton, din piatră, moale...)

3.2.8 Planificarea terminalelor

În conformitate cu bugetul pentru realizarea conexiunii calculat mai sus, ținând seama că acesta este un rezultat pur teoretic și luând în considerare planificarea celulelor pe baza experienței, a fost selectată următoarea distanță între terminale pentru planul de față:

- Modelul Sub-Urban: distanța între terminale va fi de aproximativ 5.700 metri.
- Modelul Rural: distanța între terminale va fi de aproximativ 12.000 metri.

Ținând seama de acest rezultat și de următoarele condiții:

- terminale situate în gările principale (așa cum cere Clientul);
- marjele tehnologice;
- suprafața topografică a întregii linii;
- Brasov ca punct de plecare,

terminalele GSM-R au fost planificate conform următorului tabel:

REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ BRAȘOV – SIMERIA, PARTE COMPONENTĂ A CORIDORULUI IV PAN-EUROPEAN
 PENTRU CIRCULAȚIA TRENURILOR CU VITEZA MAXIMĂ DE 160 KM/H. TRONSONUL 1 BRASOV-SIGHIȘOARA

PROIECT TEHNIC

Numărul terminalului	Denumirea terminalului	km p.k.	Cantitatea de Cabine/Adăposturi	Distanța între terminale m	Numărul terminalului
34	SITE 23	SIGHISOARA	282+034	1 (GSM-R & Signalling)	n.a.
35	SITE 22	ALBESTI	277+132	1 (GSM-R & Signalling)	4,902
36	SITE 21	VANATORI	272+413	1 (GSM-R & Signalling)	4,719
37	SITE 21bis	VANATORI (1)	269+000	2 (GSM-R)	3,413
38a	SITE 20b	Tunnel MURENI	266+700	1 (GSM-R)	2,3
38a	SITE 20a	Tunnel MURENI	265+700	1 (GSM-R)	1
40	SITE 19	FELEAG	262+000	2 (GSM-R)	3,7
41	SITE 18	ARCHITA	258+453	1 (GSM-R & Signalling)	3,547
42a	SITE 17b	Tunnel ARCHITA 2	253+896	1 (GSM-R)	4,557
42b	SITE 17a	Tunnel ARCHITA 2	253+670	1 (GSM-R)	0,226
43a	SITE 16b	Tunnel ARCHITA 1	252+398	1 (GSM-R)	1,272
43b	SITE 16a	Tunnel ARCHITA 1	251+904	1 (GSM-R)	0,494
44a	SITE 15b	Tunnel BEIA	250+285	1 (GSM-R)	1,619
44b	SITE 15a	Tunnel BEIA	249+623	1 (GSM-R)	0,662
45	SITE 14	PALOS	243+800	2 (GSM-R)	5,823
46	SITE 13	CATA	237+542	1 (GSM-R & Signalling)	6,258
47	SITE 12	HOMOROD-CATA	234+500	2 (GSM-R)	3,042
48a	SITE 11d	TUNNEL HOMOROD	231+500	2 (GSM-R)	3
48b	SITE 11c	TUNNEL HOMOROD	229+850	1 (GSM-R)	1,65
48c	SITE 11b	TUNNEL HOMOROD	228+200	1 (GSM-R)	1,65
48d	SITE 11a	TUNNEL HOMOROD	226+550	2 (GSM-R)	1,65
49	SITE 10	Racos	221+842	1 (GSM-R & Signalling)	4,708
50	SITE 10bis	Ex. Line Km 228+550	228+550 (*)	2 (GSM-R)	n.a.
51	SITE 10ter	Ex. Line Km 227+650	227+650 (*)	2 (GSM-R)	n.a.
52	SITE 10quat	Ex. Line Km 226+500	226+500 (*)	2 (GSM-R)	n.a.
53a	SITE 9d	ORMENIS TUNNEL	220+100	2 (GSM-R)	1,742
53b	SITE 9c	ORMENIS TUNNEL	217+782	1 (GSM-R)	2,318
53c	SITE 9b	ORMENIS TUNNEL	215+466	1 (GSM-R)	2,316
53d	SITE 9a	ORMENIS TUNNEL	213+150	2 (GSM-R)	2,316
54	SITE 8	APATA-ORMENIS	211+000	2 (GSM-R)	2,15
55	SITE 7	APATA	207+046	1 (GSM-R & Signalling)	3,954
56	SITE 6	MAIERUS	200+000	2 (GSM-R)	7,046
57	SITE 5	FELDIOARA	192+117	1 (GSM-R & Signalling)	7,883
58	SITE 4	BOD	183+308	1 (GSM-R & Signalling)	8,809

Numărul terminalului	Denumirea terminalului	km p.k.	Cantitatea de Cabine/Adăposturi	Distanța între terminale m	Numărul terminalului
59	SITE 3	STUPINI	176+418	1 (GSM-R & Signalling)	6,89
60	SITE 2	BRASOV BIS	173+300	2 (GSM-R)	3,118
61	SITE 0	BRASOV			
		DARSTE	167+000	2 (GSM-R)	3,57
62	SITE 1	BRASOV OCC	169+730	1 (GSM-R & Signalling)	n.a.

Tabelul 9 Distanțele între terminalele GSM-R

În Tabelul de mai sus :

- Prog : numărul de poziții care continuă cu porțiunile 2 – 3
- Numărul pozițiilor : numărul pozițiilor din această porțiune
- Denumirea pozițiilor : denumirea pozițiilor de-a lungul porțiunii 1
- Km, p.k. : Kilometrul și progresia liniei
- Cantitatea de cabine/adăposturi : numărul de cabine/adăposturi de-a lungul liniei
- Inter-poziție : Interdistanța dintre două poziții

Toate pozițiile au fost amplasate în cadrul stațiilor principale ; acolo unde interdistanța dintre stațiile principale este prea mare sau condițiile orografice sunt critice, se prevede o poziție pentru GSM-R ca și corespondent al întreruperilor sau de-a lungul liniei.

În cazul acoperirii radio de la Vânători, pentru garantarea acoperirii radio pentru linia existentă de la Odohrei va trebui asigurată o poziție numită Vânători Bis (a se vedea tabelul de mai sus), care va garanta acoperirea radio în direcția Odohrei și pentru tronsonul Brașov-Sighișoara.

Pentru fiecare parte a tunelurilor Archita 2, Archita 1, Beia și Mureni este planificat câte o poziție GSM-R cu BTS unic.

Pentru acoperirea radio a tunelurilor de la Homorod și Ormeniș vor exista câte două BTS-uri înăuntrul acestora.

Pentru garantarea acoperirii radio dintre Brașov și Stupini va trebui asigurat o poziție intermediară GSM-R, care va reduce interdistanța convențională folosită mai sus.

De-a lungul liniei există câteva interconexiuni, astfel că va trebui asigurată acoperire radio extinsă. Pentru interconexiunea Cata – Rupea și Racoș – Rupea va trebui asigurată o poziție dublă la intrările în tunelul de la Homorod ; pentru interconexiunile dintre Racoș – Augustin se va pune în aplicare o soluție diferită ; la intrarea în tunelul de la Ormeniș (de pe partea cu Sighișoara) vor trebui prevăzute trei poziții de-a lungul interconexiunilor de pe linia existentă (a se vedea tabelul de mai sus) ; pentru interconexiunea dintre Apata – Augustin va trebui asigurată o poziție dublă la intrarea în tunelul de la Ormeniș (de pe partea cu Brașovul).

Aceste extinderi vor permite legarea prin radio a trenului cu sisteme de semnalizare.

La Brașov se vor prevedea trei poziții pentru GSM-R : Brașov-gară (pentru acoperirea gării), Brașov bis pentru direcția înspre Feldioara și Brașov-Dârste în scopul garantării acoperirii radio pentru trenurile care vin în Brașov.

3.2.9 Proiectarea Terminalului Radio

Terminalele radio vor fi proiectate în conformitate cu cerințele privind acoperirea radio și cu reglementările și standardele locale (de exemplu în ceea ce privește înălțimea maximă a Turnului și tipul profilului) dacă este cazul.

Terminalul radio cuprinde:

- Turnul (înălțime și tip);
- Sistemul cu Antenă;
- Cablul de alimentare;
- Descărcătoare de supratensiune;
- Paratrăsnet;
- Dispozitive de împământare;
- Sistem de supervizare;
- Sistem de alimentare cu energie electrică.

Terminalele GSM-R din gările principale vor utiliza aceeași cabină (adăpost) sau sală de semnalizare. Terminalele de-a lungul șinelor de cale ferată vor utiliza o singură cabină pentru fiecare Stație de Bază(BTS), numai un turn pentru două sisteme diferite cu antenă(pentru a avea un nivel mai mare al redundanței).

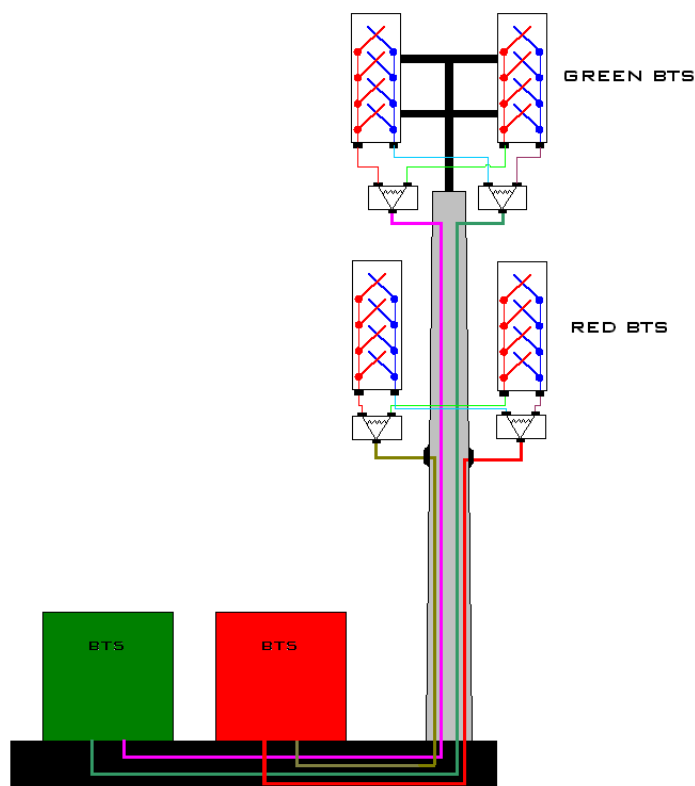


Figura 8: Terminalele radio GSM-R cu 2 BTS-uri

3.2.10 Cablarea RF

Caracteristicile tehnice (performanțe, securitate, etc.) ale cablurilor și ale celorlalte echipamente externe ale (punți de scurtcircuitare, alimentare, sistem de cuplare, etc.) utilizate pentru implementare sunt prezentate mai jos:

Tipul antenei:

- Domeniul de frecvență: 870-960, polarizare transversală, câștigul: 18 dBi (Lățimea 65°);

Punțile de scurtcircuitare:

- Vârful stâlpului(antene) Lungimea 3m secțiunea 1/2" cu conectoare 7/16"
- BTS Lungimea 2m secțiunea 1/2" cu conectoare 7/16" 4

Alimentatoare

- Lungimea 30m secțiunea 7/8".
- În cazul unor distanțe mai mari, dimensiunea alimentatorului va fi 1"1/4

3.2.11 Cabina pentru Echipamente

Echipamentele electronice necesită o atmosferă stabilă pentru a funcționa, și deci este necesară protecția acestora împotriva variațiilor mari de temperatură și de umiditate, precum și împotriva prafului.

Echipamentele (BTS, dispozitivele de semnalizare și alte dispozitive) vor fi adăpostite în interiorul unei cabine și adăpost pentru a asigura protecția și întreținerea corespunzătoare.

Cabina va avea:

- Sursă de alimentare c.c. de rezervă;
- Elemente de control ecologic;

Energia electrică va fi de 25 kV_{c.a.} specifică tracțiunii electrice; aceasta va fi transformată în 230 V_{c.a.};

În interiorul cabinei, energia electrică de 230 V_{c.a.} va fi filtrată și rectificată pentru alimentarea cabinei/adăpostului cu energie electrică(aer condiționat, lumină, etc.) și va fi convertită în 48V_{cc} pentru alimentarea BTS și dispozitivului IP.

Pentru terminalele GSM-R de-a lungul liniei, dispozitivele UPS de 6 ore numai pentru BTS și dispozitivele IP trebuie să fie pre-vizualizate; pentru dispozitivele GSM-R situate în același terminal cu sistemul ed semnalizare, dispozitivul UPS comun trebuie să garanteze 6 ore de alimentare cu energie electrică pentru BTS și dispozitivele IP

Va exista un sistem de supraveghere pentru cabină/adăpost pentru a verifica/alarma intrarea prin efracție (deschiderea ușii) și condițiile de mediu (fum, temperatură ridicată, etc).

3.3 BSC și TCU

Pentru planul de față, trebuie să fie furnizate două BSCs pentru OCC din Brasov.

Fiecare BSC va fi legat la un TCU: BSC1 la TCU1 situat în București lângă MSC1 și BSC2 la TCU2 situat în Ploiești lângă MSC2.

Documentul “Arhitectura GSM-R” arată legăturile dintre BTS-uri și BSC și între fiecare BSC cu TCU și MSC corespunzătoare.

Contractantul trebuie să furnizeze Interfețele Standard corespunzătoare între subsistemul BSS, furnizat în baza prezentului proiect, și subsistemul NSS, furnizat în baza unui alt proiect.

În cazul în care va exista un furnizor diferit pentru sistemele BSS și NSS, Contractantul va trebui să efectueze teste de interoperabilitate pentru a garanta interoperabilitatea sistemelor.

Contractantul ar putea evalua posibilitatea legării BTS-ului la BSC-urile din Simeria existente sau la proiectul-pilot în cazul aceluiași furnizor de hard, în acest caz trebuind făcute actualizări la BSC-uri și la TCU-uri.

3.4 DEFINIREA TERMINALULUI ȘI APROBĂRILE PENTRU PLANIFICARE

Performanțele sistemului trebuie să fie în conformitate cu cerințele privind datele de comutare a circuitelor pentru ETCS L2 pentru o viteză a trenului de 160 km/h.

Indicatorii cheie ai performanței și valorile propuse ale acestora sunt prezentate în tabelul de mai jos:

Parametrul Os	Valoarea
Nivelul minim al semnalului (probabilitatea: 95%)	- 92 dBm
Întârziere în stabilirea conexiunii pentru apelurile generate de echipamentele mobile	< 5 s (95%), < 7.5 s (99%) (EIRENE FRS secțiunea 3.4)
Probabilitatea de eroare în stabilirea conexiunii (per încercare)	< 10^{-2} (ERTMS/ETCS SRS subansamblul 093 secțiunea 6.3.3.)
Rata de eroare pentru biți în canalul liber de 4,8 kb/s	< 10^{-4} (GSM 05 05)
Întârzierea capăt la capăt (pentru un cadru de 30 de biți)	< 500 ms. ERTMS/ETCS SRS subansamblul 093 secțiunea 6.3.4.
Probabilitatea de pierdere a conexiunii	< 10^{-2} pe oră ERTMS/ETCS SRS subansamblul 093 secțiunea 6.3.5.

Trebuie ca performanțele rețelei să fie în conformitate cu recomandările din Subansamblul-093 și să fie specificate detaliile aferente oricărei neconformități anticipate sau potențiale în legătură cu aceste recomandări.

3.4.1 Timpul de răspuns pentru apel

Sistemul radio GSM-R trebuie să fie proiectat în conformitate cu timpii de răspuns pentru apeluri specificați în EIRENE FRS și în specificațiile UNSIG pentru ERTMS/GSM-R.

Timpul de răspuns pentru apel va cuprinde și timpul necesar pentru traducerea oricăror numere funcționale în numere interne pentru sistemul radio GSM-R.

3.4.2 Performanțele aferente predării

Atunci când utilizatorul unui terminal trece de la o celulă la alta, procesul de predare trebuie să se încheie în maxim 300 ms.

Rata de succes a procesului de predare trebuie să fie cel puțin 99,5% pentru o predare reușită finalizată stabilită ca o predare finalizată în aceeași perioadă de timp definită mai sus.

3.4.3 Disponibilitatea serviciului

Sistemul radio GSM-R trebuie să atingă o disponibilitate globală a serviciului de cel puțin 99,95%.

Această disponibilitate globală trebuie să acopere inclusiv disponibilitatea subsistemelor CTS, a rețelei de transport, dar nu include întreruperile de alimentare cu energie electrică, întreruperile planificate și nici disponibilitatea echipamentelor mobile.

Contractantul trebuie să colaboreze cu Clientul în vederea obținerii aprobării proiectului radio și a achiziționării fiecărui terminal necesar.

Proiectul referitoare la acoperirea radio va fi finalizat pe baza unui studiu amănunțit efectuat de-a lungul șinei de cale ferată pentru care trebuie asigurată acoperirea radio.

Contractantul va întocmi planificarea Radio folosind un instrument pentru a realiza estimări mai corecte ale pierderii traseului, acoperirii și interferenței, ținând seama de datele referitoare la teren și datele paraziți pentru zonele analizate și eventual prezența unor terminale ale stației de bază existente.

În general, instrumentele de planificare pentru domeniul radio mobil au un nivel de certitudine de 50%. Pentru a realiza conversia nivelurilor de certitudine de 95% menționate în specificațiile EIRENE în 50%, trebuie să se utilizeze o marjă de conversie.

Prin urmare, nivelul de certitudine corespunzător de 50% pentru cerința de mai sus poate fi calculat după cum urmează:

$$\approx 14\text{dB} + -92\text{dBm}$$

$$\approx -81\text{dBm} \text{ (pentru o certitudine de 50\%)}$$

Contractantul trebuie să specifice modelul de propagare care urmează să fie utilizat în acest proiect.

Contractantul trebuie să prezinte documentația despre procesul de acordare aplicat pentru modelul propus de propagare radio.

Contractantul trebuie să întocmească o listă a referințelor cu ajutorul cărora distribuitorul a întocmit planificarea radio pentru GSM-R.

Contractantul trebuie să ofere detalii și referințe în legătură cu instrumentele și metodologiile utilizate la nivel intern pentru analiza planificării radio. Pentru planificarea rețelei, nivelul de acoperire este definit din punct de vedere al timpului și zonei în care se obțin criteriile aferente semnalului minim.

Performanțele acoperirii radio trebuie să fie în conformitate cu recomandările EIRENE.

Contractantul trebuie să efectueze calculul bugetului pentru realizarea Conexiunii care permite estimarea pierderii maxime admise a traseului și estimarea razei celulei.

Contractantul trebuie să indice, cu documentații detaliate, toți parametrii sistemului care influențează planificarea radio.

Contractantul trebuie să efectueze toate testele de conducere necesare pentru acordarea corectă a sistemului furnizat.

Contractantul trebuie să efectueze planificarea frecvențelor după semnarea contractului, menționând toate datele referitoare la caracteristicile canalului/transceiverului (separarea canalelor între TRX-uri în aceeași celulă, separarea canalelor în canale de control pentru celulele învecinate de ordinul întâi și de ordinul al doilea, separarea canalelor între canalele de trafic pentru celulele învecinate de ordinul întâi/al doilea, etc.), pragul pentru datele referitoare la predare și algoritmul.

Contractantul trebuie să întocmească o Bază de Date cu toți parametrii de configurare necesari referitori la fiecare element al rețelei radio pentru darea în exploatare a rețelei și pentru activitățile de integrare a rețelei.

Pentru Planificarea Radio, Contractantul va ține seama de toate cerințele menționate mai sus și în special trebuie respectați următorii parametrii.

O atenție deosebită trebuie acordată interferenței (canal comun sau canal adiacent).

Mai jos sunt prezentate datele minimale necesare pentru planificarea rețelei radio:

- $C/I_c \geq 25$ dB interferență canal comun
- $C/I_a \geq 7$ dB interferență canal adiacent

Rețeaua trebuie să fie proiectată pentru echilibru Ascendent/Descendent.

Contractantul trebuie să respecte pentru planificarea radio și pentru implementarea rețelei GSM-R toate valorile parametrilor de referință indicați în Specificațiile ETSI, EIRENE și în Subansamblul UNISIG 034, 048, 093, 108 și noile integrări (*QoS, BER, GOS, rata de scădere, rata de setare reușită a apelurilor, rata de predare reușită, timpul de predare, etc.*).

În particular, și cerințele ERTMS trebuie să fie respectate pentru *timpul de setare a apelului, rata apelurilor reușite, timpul de întârziere capăt la capăt.*

3.4.4 Modelul de Trafic

Principala cerință a modelului de trafic constă în garantarea unui număr suficient de canale pentru ERTMS, ținând seama de faptul că, canalul pentru transmisia fluxului ERTMS este denumit *canal esențial*:

- 1 *canal esențial* și 1 canal neesențial trebuie să fie disponibile pentru fiecare circuit de cale unde nu există o predare RBC;
- 2 *canale esențiale* și 1 canal neesențial trebuie să fie disponibile pentru fiecare circuit de cale unde există o predare RBC.

În această configurație, prioritatea redusă este acordată traficului pentru întreținere și altor funcții.

Deoarece va fi implementat un sistem ETCS nivelul 2, fiecare BTS trebuie să fie configurat cu cel puțin 2 TRX pentru a asigura un trafic suficient la nivelul canalului pentru semnalizare.

3.4.5 Randamentul de planificare a celulei

Pentru Planificarea Celulei, Contractantul va ține seama de toate cerințele menționate mai sus și în special, Contractantul trebuie să întocmească un dosar/o bază de date într-un format standard (de exemplu, PLANET sau ATOLL, sau altele similare) care să conțină următoarele informații pentru fiecare terminal:

1. Codul site
2. Denumirea site

3. Coordonata UTM X
4. Coordonata UTM Y
5. Altitudinea terminalului
6. Numărul de sectoare
7. Azimutul
8. Înclinarea
9. Tipul antenei
10. Antena opt pentru sector
11. Puterea punții de scurtcircuitare (dBm)
12. Modelul de propagare aplicat
13. Numărul undelor purtătoare per sector
14. ARFCN
15. GOS per sector
16. LAC
17. BSC și MSC de referință
19. Element de semnalizare:
 - terminal în gară
 - terminale de-a lungul șinelor de cale ferată
20. Celula adiacentă

Trebuie să fie furnizate următoarele hărți, în format A0 și la scara 1:100.000, cu cerințele referitoare la acoperire/ interferență:

1. Harta acoperirii cu RX_LEVEL(level – nivel) (nivelul primit de câmp):
2. Harta interferenței “C/Ic”,
3. Harta interferenței “C/Ia”, a=+/-1,

Hărțile trebuie să evidențieze șinele de cale ferată cu lățimea de 1 km

Trebuie să fie elaborate hărți de estimare a acoperirii pe baza celulelor cu o rază de 40 km.

Dosarele și fișierele sursă trebuie să fie puse la dispoziția Clientului.

3.4.6 DEZVOLTAREA ȘI TESTAREA REȚELEI GSM-R

În timpul implementării Contractului pentru Rețeaua GSM-R, trebuie să fie furnizate toate piesele de schimb necesare.

Contractantul trebuie să efectueze cu succes toate testele din bibliotecile EIRENE precum și toate testele indicate de furnizor pentru testarea rețelei GSM-R înainte de livrare.

Contractantul trebuie să execute cu succes toate testele pentru garantarea conformității cu Specificațiile Tehnice pentru Interoperabilitate.

Contractantul trebuie să ofere toate asigurările prevăzute prin lege și trebuie să furnizeze 10% din piesele de schimb.

4 REȚEAUA MAGISTRALĂ DE TRANSPORT

4.1 Introducere

Rețeaua magistrală de transport trebuie să fie proiectată astfel încât să asigure desfășurarea întregului trafic de comunicații la nivel feroviar: GSM-R, sistem de Semnalizare, sistem de Supraveghere, sisteme Telefonice pentru Siguranța Căilor Ferate, sistemul de control Video ș.a.m.d.

Două cabluri din fibră optică vor fi montate, câte unul pe fiecare parte exterioară a șinei de cale ferată și vor fi utilizate pentru a realiza inele optice de-a lungul întregii linii de cale ferată.

Aceste inele optice vor reprezenta stratul fizic pentru rețeaua magistrală de transport și va fi implementată o rețea IP/MPLS.

Un echipament de transport, bazat pe tehnologia IP/MPLS, trebuie să fie prevăzut în fiecare terminal/gară pentru a asigura transportul traficului feroviar provenit de la diverse servicii GSM-R; ERTMS ș.a.m.d.

Rețeaua Magistrală de Transport trebuie să fie dimensionată astfel încât să facă față întregului trafic provenit de la diverse subsisteme și trebuie să fie o rețea tip inel pentru a asigura o disponibilitate ridicată.

Fiecare tip de echipament al inelului optic va fi interfațat cu alte dispozitive IP pentru a executa aplicații și servicii provenite de la alte terminale feroviare situate de-a lungul șinei de cale ferată.

Rezultatul este o rețea unică IP/MPLS care poate asigura transportul atât pentru GSM-R cât și pentru ERTMS de semnalizare, precum și pentru alte aplicații și servicii.

Se va aplica protocolul IP/MPLS pentru procedura de rutare a întregii rețele din cadrul Coridorului IV.

4.2 Rețeaua IP/MPLS

În acest proiect, o rețea magistrală va fi utilizată pentru a conecta toate terminalele tehnologice pentru a asigura rate mari de transfer al datelor la un nivel ridicat și cu o înaltă calitate a serviciilor . Rețeaua de transport se va baza de tehnologia IP/MPLS cu comutarea pachetelor și va putea realiza în mod simultan transmisii tip voce, video și servicii de date cu mecanisme QOS extinse și configurabile.

Și alte aplicații sau servicii, cum ar fi CCTV, VoIP, Control Tren, Afișare/Semnalizare Peroane, Controlul Tracțiunii vor fi transportate prin intermediul acestei rețele IP/MPLS.

Această caracteristică, cu ajutorul Fibrelor Optice, poate conecta segmente lungi de rețea (câțiva kilometri).

IP/MPLS este un mecanism care face parte din rețelele de telecomunicații de înaltă performanță și care dirijează și transportă datele de la un nod de rețea la următorul. Cu MPLS pot fi create cu ușurință "legături virtuale" între nodurile îndepărtate. Acest mecanism poate încapsula pachete de diverse protocoale de rețea. MPLS este un mecanism foarte scalabil, de tip agnostic în ceea ce privește protocoalele, care transportă date. În rețeaua MPLS, pachetelor de date li se atribuie etichete. Deciziile privind trimiterea pachetelor sunt luate numai pe baza conținutului etichetei respective, fără a fi necesar să se examineze tabelul de rutare.

În fiecare terminal/gară vor fi prevăzute două tipuri de echipamente de transport, bazate pe tehnologia IP/MPLS, denumite Ruter pentru Celulă (CSG) pentru a asigura o legătură diferită către fiecare BTS. Toate CSG-urile vor fi legate pentru a obține o rețea tip inel cu o rată de 1Gbit/s.

Pentru acest proiect pentru Sighișoara, Brașov OCC, Feldioara, Cata, pe lângă CSG-uri vor trebui instalate și două routere principale (numite "miezul") pentru redundanța protecției inelare.

Mai exact, pentru OCC-ul aferent Brașovului vor trebui prevăzute două CSG-uri (de mare capacitate) pentru diversele servicii legate de interfața OCC-ului cu routerele principale.

În fiecare gară vor fi furnizate câteva tipuri de servicii generale, cum ar fi: supraveghere Video, SCADA RTU, Telefonie pentru Siguranță, servicii D&M, IXL și CTC, etc.

În materialul "Arhitectura rețelei magistrale" se expun detaliile și legăturile descrise anterior.

În plus, între două gări consecutive, pot exista treceri de nivel și substații de tracțiune și posturi de secționare; aceste amplasamente (cu excepția postului de secționare) împreună cu terminalele/gările sunt supravegheate prin intermediul unor servicii de supraveghere Video, gestionate de OCC. La substația de tracțiune și la postul de secționare vor fi conectate și sistemul SCADA RTU precum și sistemul telefonic de siguranță, folosind rețeaua magistrală.

Toate aceste servicii trebuie să fie legate prin intermediul unei rețele magistrale secundare formată din comutatoare Ethernet denumite comutatoare de servicii și conectate la un sub-inel între două CSG (așa cum se arată în figura de mai jos). Toate comutatoarele vor fi legate prin cablu cu Fibră Optică pentru a obține o rețea Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z) LAN.

În acest fel, se obține o legătură redundantă; sub-inelele trebuie să fie legate în mod alternativ, astfel încât tot traficul sub-rețelei să poată fi partajat pentru a evita problemele de congestiare.

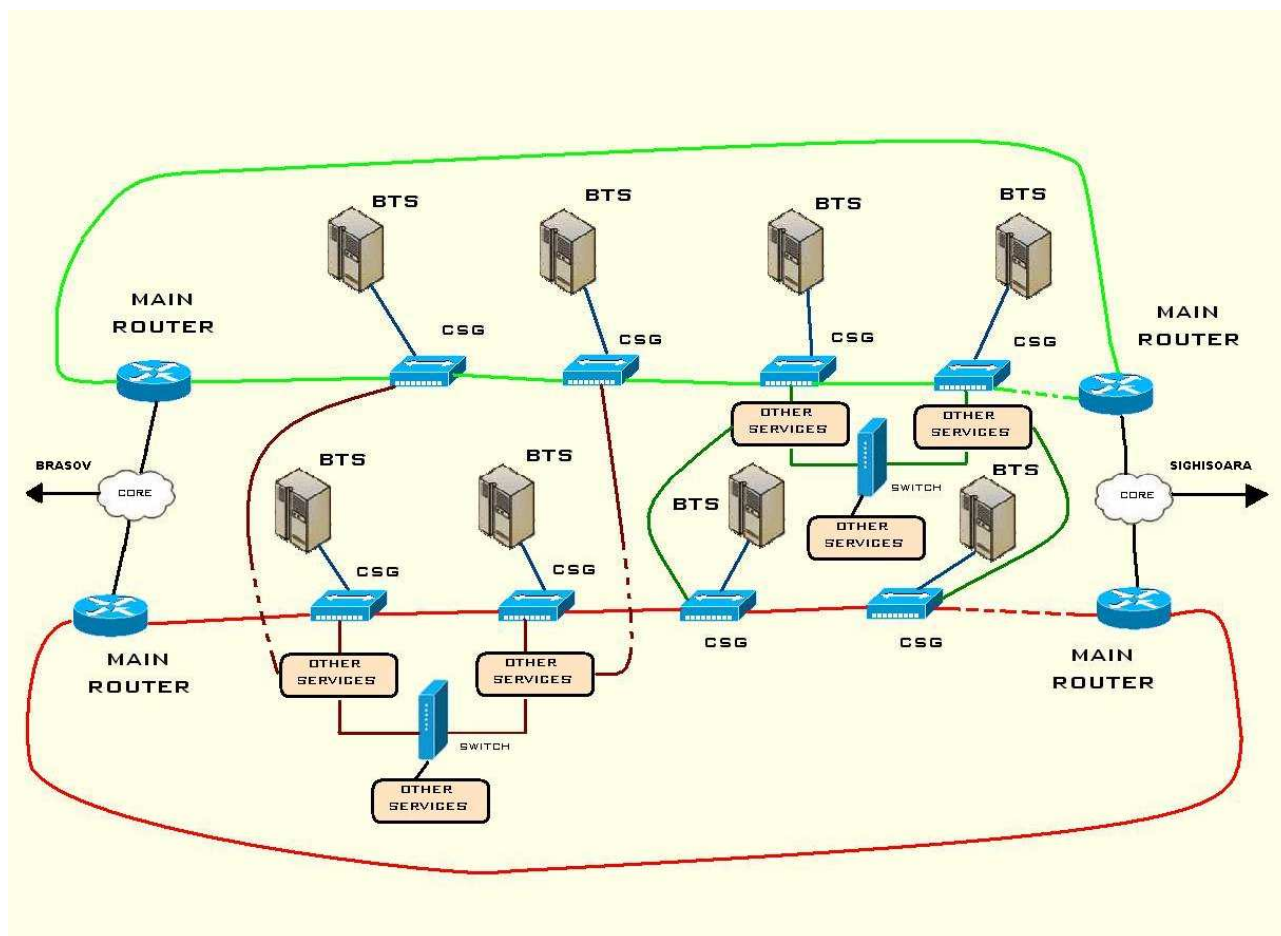


Figura 10: Arhitectura Magistralei

Toate detaliile referitoare la sistemul legat folosind rețeaua IP/MPLS sunt prezentate în documentul “Arhitectura rețelei magistrale”

4.3 Arhitectura și Nodurile

Rețeaua Magistrală de Transport trebuie să fie dimensionată astfel încât să facă față întreg traficului provenit de la diverse subsisteme și trebuie să fie o rețea tip inel pentru a asigura o disponibilitate înaltă.

Așa cum se arată în documentul “Arhitectura Rețelei Magistrale de Transport”, topologia rețelei se va baza pe două inele principale cu două cabluri diferite cu fibră optică dintre care primul este montat de –a lungul șinei de cale ferată, și cel de-al doilea deasupra pilonilor liniei de contact.

Pentru fiecare terminal vor fi furnizate două noduri CSG: primul va fi conectat la primul inel/lanț BTS (de exemplu, lanțul Verde) și cel de-al doilea va fi legat la al doilea inel/lanț BTS (lanțul Roșu).

Comunicațiile mobile GSM-R trebuie să fie transmise capăt la capăt prin tuneluri de serviciu prin intermediul rețelei de transport alcătuită din două tipuri de echipamente.

Tunelul de serviciu este unitatea de date în care serviciile (de ex. TDM și Ethernet) au fost încapsulate și izolate cu ajutorul nivelului de transport (de ex. reprezentat cu etichete MPLS). Tunelul de serviciu poate fi generat în multe feluri, pe baza unor tehnologii de transport diverse. În ceea ce privește transportul pe baza pachetelor, traficul TDM trebuie să fie emulat și încapsulat în tunelurile de serviciu Pseudo-Wire (PW3) pentru a fi transportat în cadrul rețelei. Tunelul de serviciu trebuie să fie configurabil în mod flexibil.

Arhitectura rețelei de transport și a subrețelei, bazată pe inele duble folosește aceeași tehnologie GSM-R cu dublă acoperire radio.

Nodurile CSG legate în cascadă vor genera un trafic IP/MPLS cu o rată de 1Gbit/.

Pentru administrarea sistemelor de siguranță ale tunelelor de la Homorod și Ormeniș, la fiecare intrare în tunel se vor prevedea câte două CSG-uri de mare capacitate (mai mare decât cea standard folosită mai sus), care vor fi legate la CSG-ul convențional de-a lungul liniei și în aceeași poziție.

Pentru a se garanta acoperirea radio a sistemului GSM-R, înăuntrul tunelelor vor trebui prevăzute mai multe CSG-uri.

Routerile CSG-urilor vor trebui să poată gestiona traficul IP/MPLS al rețelei inelare a CSG-ului de 1 Gbit/s, fiecare router principal putând să trimită trafic înspre OCC-ul Simeriei și OCC-ul Brașovului pe o rețea inelară superioară, la viteza de 10 Gbit/s.

Fiecare CSG și miez principal vor trebui să poată susține tehnologia MPLS și serviciile TCP/IP standard, atât cu o capacitate mare, cât și cu resurse de dimensiuni maxime, pentru servicii ulterioare ; aceste dispozitive vor trebui să poată susține serviciile mixte, inclusiv E1 TDM și Ethernetul.

Mai exact, routerile principale de la OCC Brașov și Sighișoara vor trebui să poată interfața rețeaua SDH existentă, pentru a trimite traficul semnalizator/GSM-R înspre MSC1 și MSC2. Legătura SDH a OCC-ului Brașovului se va considera conexiunea primară, iar legătura SDH a Sighișoarei conexiunea secundară din tabelul traficului.

În materialul “Arhitectura rețelei magistrale de transportare” se expun mai amănunțit toate legăturile descrise anterior.

4.4 INTERCONEXIUNEA REȚELEI MAGISTRALE

Pentru garantarea acoperirii radio a interconexiunii dintre Ormeniș-Racoș se vor prevedea două cabluri noi de-a lungul interconexiunii, primul pe linia de jos, iar cel de-al doilea (returul) pe linia de sus ; primul cablu va începe de la Racoș și va fi legat de fiecare CSG din interiorul pozițiilor de-a lungul interconexiunii, iar cel de-al doilea cablu va asigura protecția traseului inelar care se va întoarce pe linia principală în interiorul poziției din tunelul de la Ormeniș (de pe partea cu Sighișoara).

Aceste cabluri vor trebui să garanteze funcționalitatea sistemului GSM-R de-a lungul interconexiunii, pentru aceasta prevăzându-se de-a lungul interconexiunii câte două CSG-uri pe fiecare poziție (în total șase CSG-uri).

4.5 CSG (Ruterul Celulei) sau Ruterul Local și Ruterul Principal

Fiecare CSG trebuie să aibă următoarele caracteristici principale:

1. șasiu modular
2. cel puțin 8 Interfețe de Cupru Fast Ethernet (10/100) Copper Interfaces
3. cel puțin 6 interfețe Gigabit Ethernet, cel puțin 3 cu suport (SFP)
4. cel puțin 16 porturi pentru canale E1 RJ45

Pentru sistemul de siguranță al tunelului, CSG-ul va trebui să aibă aceleași caracteristici, de cel puțin capacitate dublă.

Dispozitivele principale (aferente centrului) vor avea următoarele caracteristici principale

1. șasiu modular
2. module ușor înlocuibile (modul de control, modul de alimentare, modul pentru interfețe)
3. cel puțin 8 sloturi pentru modulele pentru interfețe
4. capacitatea de comutare de cel puțin 720 Gbps (Jumătate Duplex) (cel puțin 40 Gbps per slot)
5. cel puțin 24 porturi rapide : Fast Ethernet (10/100) Base TX
6. cel puțin 48 porturi Gigabit Ethernet 1000 Base SFP
7. cel puțin 48 porturi Gigabit Ethernet (10/100/1000 Base RJ45)
8. cel puțin 4 10 porturi Gigabit Ethernet Long Haul

9. cel puțin 60 porturi pentru canale E1 RJ-45
10. cel puțin 8 porturi pentru canale STM-1 TDM

Toate dispozitivele vor avea redundanța la nivelul modulelor interfețelor, modulelor de control și la nivelul echipamentului central; este necesar un echipament de redundanță la nivelul pseudo-cablului IP/MPLS și la nivelul programelor software; sunt necesare protocoale TCP/IP pentru diagnosticare și mentenanabilitate.

Fiecare dispozitiv trebuie să fie dotat cu mecanisme de punere în lista de așteptare și cu mecanisme de modelare a traficului configurabile pentru fiecare serviciu, pentru fiecare clasă de trimitere. Calitatea politicii referitoare la servicii trebuie să fie asigurată și garantată pentru gestionarea întregii rețele magistrale.

Dimensiunea nodurilor și capacitatea de comutare trebuie să fie calculate astfel încât să asigure un grad înalt de fiabilitate, precum și respectarea condițiilor critice referitoare la siguranța traficului și comunicațiilor.

În cadrul sistemului propus, fiecare nod este dotat cu interfețe corespunzătoare în funcție de traficul aferent subsistemului și considerând un procent de cel puțin 25% de interfețe disponibile pentru extinderea ulterioară.

CSG (Ruterul Celulei) sau Ruterul Local trebuie să permită utilizarea a cel puțin 32 VRF-uri configurate, cu suport pentru:

- MBGP VPN, RFC 4364;
- CSC VPN și Inter-AS VPN (Opțiunea A, B și C);
- 802.1Q, cel puțin 250 VLAN-uri.
- Q-in-Q;

CSG oferă performanțe pentru:

- Traficul L2;
- Dispozitivul de Gestionare a Defectelor de Conectivitate în rețeaua Ethernet (Ethernet Connectivity Fault Manager) (CFM) 802.1ag;
- Legătura OAM IEEE 802.3ah și IEEE 802.3 Clauza 57;
- Dispozitivul de Gestionare a Defectelor de Conectivitate în rețeaua Ethernet (Ethernet Connectivity Fault Manager) (CFM) 802.1ag;
- Interfața de Gestionare Locală a rețelei Ethernet (Ethernet Local Management Interface)(E-LMI);
- BFD pentru OSPF, ISIS, BGP și trasee statice.

Echipamentele trebuie să fie interconectate cu ajutorul tehnologiei Ethernet nivelul 2 și suportul pentru Ethernet Sincron și MLPPP pe CSG este obligatoriu.

Suportul pentru Ethernet Sincron este obligatoriu pentru toate echipamentele oferite pentru soluția de transport și trebuie să fie întotdeauna utilizat pentru interconexiunile între echipamente chiar dacă se utilizează și tehnici alternative pentru distribuția informațiilor sincronizate.

Principalele elemente centrale trebuie să aibă capacitatea de agregare și capacități de magistrală/parte centrală.

CSG trebuie să admită temperaturi de funcționare cuprinse între -20 și 60°C.

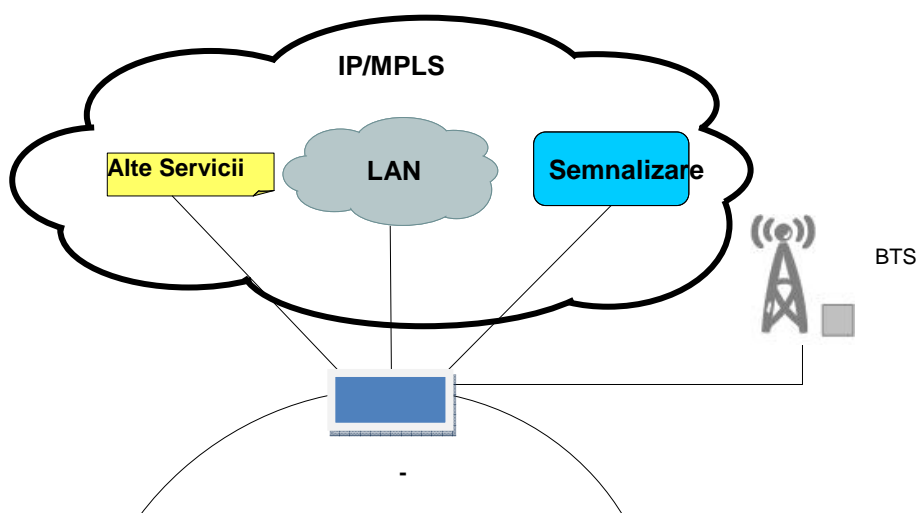


Figura 11: nod pentru terminalul din gară

4.6 SERVICE SWITCH

Toate switch de servicii vor fi legate prin cablu cu Fibră Optică pentru a obține o rețea Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z) LAN. Acestea vor fi interfațate cu CSG la începutul și la sfârșitul lanțului. Întreruperea legăturii magistrale nu va determina scoaterea din funcțiune deoarece lanțul de comutatoare se poate auto-configura din nou folosind unul sau două rutere CSG inițiale sau finale. Pentru această aplicație, Contractantul trebuie să furnizeze echipamente IP care să respecte cel puțin următoarele cerințe:

- Echipamentele ar trebui să admită o Putere mai mare decât standardele pentru Ethernet (PoE) IEEE802.3af pentru abonații serviciilor de Comunicații Vocale Administrative
- Arhitectură comutabilă care să admită standardele IEEE802.1q și IEEE802.1p pentru VLAN și gestionarea prioritară. Gestionarea VLAN va fi aplicată la nivelul porturilor cu modul cu etichetare (tagged) (802.1q) sau modul fără etichetare

- Standardul aferent Protocolului pentru Arborele de Acoperire (Spanning Tree Protocol) IEEE802.1d;
- Arborele de Acoperire Rapidă (Rapid Spanning Tree) (IEEE 802.1w)
- Arbori de Acoperire Multiplă (Multiple Spanning Trees) (IEEE 802.1s)
- Suport pentru Agregarea Legăturii către componentele sistemelor de nivel mai mic (stratul de Acces);
- Gestionarea securității la nivelul porturilor (controlul adreselor MAC)
- Gestionarea priorității traficului de date cu IEEE802.1p și TOS.

4.7 Funcționalități

Pentru CSG și partea Centrală (Main Core) sunt necesare funcționalități speciale pentru a asigura toate serviciile menționate mai sus.

În particular, trebuie să existe următoarele funcționalități atât pentru CSG cât și pentru partea Centrală (Main Core):

- Protocolul de rutare OSPF V2 în conformitate cu RFC 2338;
- Protocolul de rutare IS-IS în conformitate cu RFC 1142;
- Tehnologie de trafic pentru OSPF și protocoalele de rutare IS-IS;
- TDM PW pentru MPLS, în conformitate cu CESoPSN RFC 5086 și SAToP RFC 4553;
- Ethernet PW pentru MPLS în conformitate cu RFC 4447 și RFC 4448;
- Cel puțin 100 GRE tuneluri pentru SAToP, CESoPSN, Ethernet pentru MPLS în conformitate cu RFC 2784 și 4023.

În particular, trebuie să existe următoarele funcționalități pentru partea Centrală (Main Core):

- Protocolul de rutare BGPv4 în conformitate cu RFC 1771 și 1772;
- Extinderea cu protocoale multiple către BGP-4;
- CSC VPN și Inter-AS VPN (Opțiunile A, B și C);
- Prioritizarea prefixelor de la protocolul de rutare IGP (ISIS sau OSPF);
- Tabelul de rutare hardware cu niveluri multiple care ar permite o convergență rapidă indiferent de numărul de prefixe din tabelul BGP;
- Utilizarea a cel puțin 1024 VRF-uri configurate, cu suport pentru mBGP VPN, RFC 4364;
- Servicii VPLS în conformitate cu RFC 4762;
- Trimitere Non-Stop, cunoscută sub denumirea de Repornire Blândă (Graceful Restart) (capacitatea ruterului, în cazul unui defect la nivelul controlului sau în cazul unei comutări forțate, de a continua să comute pachetele folosind informațiile de trimitere existente, actualizate în mod dinamic) pentru toate protocoalele de rutare implementate și pentru mecanismul de semnalizare asociat protocolului MPLS.

Pentru echipamentele care fac parte din rețeaua de transport, trebuie să fie asigurată redundanța la nivelul modulelor interfețelor, modulelor de control și la nivelul părții centrale/echipamentelor; următoarele condiții privind fiabilitatea trebuie să fie respectate în special pentru partea centrală (main core):

- Mecanisme de redundanță la nivelul pseudo-cablului IP/MPLS;
- Mecanisme de protecție pentru tipul cu șasiu multiplu;
- Mecanisme de protecție cu șasiu multiplu;
- Răcirea redundanței;
- Suport APS între porturile din cadrul aceluiași modul al interfeței;
- Suport LAG între porturile din cadrul aceluiași modul;
- Suport LAG între porturile din module diferite;
- Suport MLPPP pentru porturile ascendente;
- Suport MLPPP pentru porturile de acces;

Următoarele condiții referitoare la fiabilitate trebuie să fie respectate în special pentru CSG și părțile centrale (main cores):

- MPLS;
- LDP;
- Protecție pentru LSP-uri MPLS;
- Suport PW Activ/Standby(în așteptare);
- ECMP.

Următoarele condiții privind fiabilitatea trebuie să fie respectate în special pentru CSG și părțile centrale (main cores):

- Suport MLPPP pentru porturile configurate ca deconectate (unlink);
- Suport MLPPP pentru porturile configurate ca acces.

4.8 Calitatea Serviciilor

Ruterul pentru Partea Centrală (Main Core Router) trebuie să implementeze mecanisme de punere pe lista de așteptare și mecanisme de modelare a traficului configurabile pentru fiecare tip de serviciu, pentru fiecare clasă de trimitere. Scopul este acela ca mecanismul de modelare să absoarbă excesul de trafic la nivelul intrării serviciului, permițând intrarea în rețeaua de transport numai a lungimii de bandă implicate garantate la nivelul serviciului.

Pentru partea centrală (main core) trebuie să existe caracteristica aferentă Serviciului de Identificare a Fluxului QoS, astfel încât traficul de acces pentru un anumit serviciu să poată fi clasificat pe baza următorilor parametri:

- Cartografiere IEEE Dot1P/Q
- Cartografiere IP DSCP
- Cartografiere MPLS EXP

Interfețele IP/Ethernet din cadrul echipamentelor centrale trebuie să poată accepta QoS cu niveluri multiple, cu clasa mamă (mother class) QoS în care se aplică clasele QoS derivate (child classes).

Interfețele IP/Ethernet din cadrul echipamentelor centrale trebuie să accepte cel puțin 18000 de liste de așteptare.

Ruterul Celulei trebuie să implementeze mecanisme de punere pe lista de așteptare și mecanisme de modelare a traficului configurabile în funcție de tipul serviciului, în funcție de clasa de trimitere.

Mecanismul de modelare trebuie să absoarbă excesul de trafic la nivelul intrării serviciului, permițând intrarea în rețeaua de transport numai a lățimii de bandă implicate garantate la nivelul serviciului.

CSG va accepta mecanisme tip tampon la nivelul intrării și ieșirii dintr-un anumit serviciu, fără a afecta capacitatea de transmisie la nivelul conexiunii fizice. Vor putea fi configurate până la 4 liste de așteptare/ niveluri de trimitere pentru fiecare serviciu, fiecare având propriile atribute CIR, PIR, CBS, MBS și Clasă de Trimitere.

4.9 Sincronizarea

Există mai multe opțiuni sincrone disponibile pentru rețelele de comunicație care funcționează în domeniul căilor ferate în România la momentul de față:

- Sincronizare prin folosirea informațiilor prezente pe linie sau conexiunea fizică: PDH/SDH sau Ethernet Sincron, Sincronizare Externă.
- Sincronizare în bandă: ACR de Intrare(Inbound) (Restabilire Adaptivă a Ceasului),.

Echipamentele propuse trebuie să accepte următoarele mecanisme de sincronizare pe linie în conformitate cu ITU-T G.8261 sau IEEE 1588v2:

- PDH (aplicabil pentru CSG).
- SDH (aplicabil pentru partea centrală (Main Core)).
- SyncE (Ethernet Sincron) (aplicabil pentru CSG și partea centrală (Main Core)).
- ACR de Intrare (Inbound) (aplicabil pentru CSG și partea centrală (Main Core)).
- “Protocol de Precizie pentru Timp” IEEE 1588v2 (aplicabil pentru CSG).

Echipamentele propuse trebuie să suporte următoarele mecanisme de sincronizare externă:

- timp de intrare de 2 MHz (aplicabil pentru CSG și partea centrală (Main Core)).
- timp de ieșire de 2 MHz (aplicabil pentru CSG).
- MHz/10 MHz timp de intrare/ieșire (aplicabil pentru partea centrală (Main Core)).

4.10 Gestionarea Rețelei Magistrale de Transport

Trebuie să existe un sistem adecvat de gestionare pentru a asigura supravegherea centralizată a tuturor dispozitivelor Rețelei Magistrale de Transport

Sistemul de gestionare propus va asigura:

- Asistență pentru configurație, vizualizare, diagnosticarea multor tipuri de servicii, inclusiv PW din TDM, tipul Ethernet, în cadrul unei rețele cu pachete care folosește IP/MPLS.
- Instalare rapidă, configurare rapidă a serviciilor folosind interfețe grafice intuitive de tipul „point-and-click” (selectare cu vârful mouse-ului și clic cu mouse-ul).
- Interfață pentru utilizator ușor de folosit, pe baza GUI, cu “Modele de Configurare” implicate.

- Reducerea costurilor operaționale, cu ajutorul mecanismelor de testare, diagnosticare și deservire centralizată (OAM pentru Servicii).
- Interfețe ascendente pentru a facilita integrarea cu aplicațiile OSS existente.
- Mecanisme de redundanță și de sincronizare între baza de date a sistemului de gestionare și părțile centrale (cores) care sunt supravegheate.
- Suport complet FCAPS.
- Suport SNMP V1, 2 și 3.
- Descoperirea automată a elementelor rețelei.

Sistemul de gestionare trebuie să aibă o disponibilitate mare prin utilizarea redundanței geografice pentru platformele hardware. Redundanța trebuie să fie automată.

În cazul unei defecțiuni la nivelul sistemului activ, sistemul de gestionare trebuie să comute în sistemul de stand-by(așteptare) fără a fi necesară intervenția utilizatorului.

Sistemul de gestionare propus trebuie să asigure gestionarea completă a elementelor părților centrale (cores) ale rețelei, permițând următoarele:

- Gestionarea echipamentelor.
- Inventarierea și raportarea.
- Gestionarea securității.
- Sesiunea CLI (Telnet/SSHv1/SSHv2) pentru accesul NE.
- Transferul securizat al fișierelor, proceduri de realizare a copiilor de rezervă (backup) și de restabilire (restore) pentru configurațiile din NE.
- Posibilitatea de deplasare (surfing) în cadrul structurii fizice/logice a echipamentelor.
- Statistici.
- Gestionarea alarmelor.

Accesul la Interfața Grafică pentru Utilizator (GUI) pe diverse platforme, inclusiv platformele de bază standard PC va fi dotat cel puțin cu următoarele caracteristici:

- Afișarea stărilor echipamentelor și a alarmelor.
- Configurarea și administrarea aplicațiilor pentru gestionarea rețelei.
- Simplificarea configurării echipamentelor, serviciilor și a abonaților, precum și a administrării folosind programul „wizard”.
- Configurarea, administrarea și monitorizarea la nivelul SLA și la nivelul echipamentelor folosind dispozitivele de măsurare a performanței.
- Elaborarea și administrarea politicilor de securitate pentru accesul la rutere și pentru operațiunile executate de utilizatorii sistemului de gestionare.

Trebuie să fie posibilă și Instalarea dispozitivelor: trebuie să fie disponibilă cel puțin configurarea următoarelor tipuri de servicii de la GUI:

- Configurarea serviciilor: rutarea IP, servicii punct-cu-punct L2 (PW), servicii multipunct în multipunct L2 VPN (VPLS), servicii L3 VPN (IP VPN).

- Configurarea asistată folosind programele „wizard”.
- Modele pentru configurarea serviciilor.
- Gestionarea tunelurilor LSP și a traseelor MPLS.
- Gestionarea politicilor QoS, Filtrare, Rutare.
- Deplasarea (Surfing) în acdrul serviciului.

Sistemul de gestionare propus trebuie să realizeze configurarea următoarelor protocoale de la GUI fără a fi necesar să utilizeze CLI pentru fiecare element de rețea:

- OSPF.
- ISIS.
- BGP.
- MPLS.
- LDP.
- IGMP.
- PIM.
- RSVP.

Sistemul de gestionare propus trebuie să permită realizarea cel puțin a următoarelor teste:

- Un set complet de instrumente OAM ar putea fi configurat și lansat de la GUI fără a fi necesar să se utilizeze CLI pentru fiecare element de rețea.
- Capacitatea de a planifica faptul ca testele OAM să fie efectuate în mod automat, fără a fi necesară intervenția operatorului.
- Rezultatele testelor OAM să fie accesibile de la GUI.
- Rezultatele testelor OAM să fie memorate în baza de date a sistemului de gestionare.
- Capacitatea de aplicare a unor teste OAM multiple pentru un anumit obiect și de a programa testele OAM astfel încât acestea să fie executate la un anumit moment.

Colectarea datelor statistice de la elementele rețelei este necesară:

- pentru fiecare port;
- pentru fiecare serviciu;
- pentru fiecare filtru QoS;
- pentru fiecare clasă de trimitere.

Sistemul de gestionare va asigura colectarea datelor statistice la nivelul protocolului și afișarea grafică în timp real a statisticilor de performanță.

Pentru datele statistice afișate pe GUI trebuie să fie posibilă exploatarea acestora sub forma fișierelor HTML sau CSV.

Sistemul de gestionare propus va asigura afișarea hărții pentru topologia fizică, care arată conexiunile fizice între elementele rețelei și hărțile topologice la nivelul serviciului care arată conectivitatea logică a serviciilor între noduri.

Accesul la sistemul de gestionare trebuie să se facă în condiții de siguranță; conturile pentru utilizatori trebuie să respecte următoarele cerințe:

- Controlul accesului pe baza numelui utilizatorului și a parolei.
- Parole complexe.
- Expirarea parolei după o anumită perioadă prestabilită.
- Capacitatea de a bloca în mod automat conturile atunci când o logare nereușită depășește o limită implicită.
- Capacitatea de blocare manuală a conturilor.
- Capacitatea de monitorizare a sesiunilor curente.
- Capacitatea de localizare a accesului și acțiunilor tuturor utilizatorilor.
- Capacitatea de restricționare a accesului utilizatorilor la anumite operațiuni.
- Capacitatea de restricționare a accesului utilizatorilor la anumite zone ale rețelei.

Sistemul de gestionare propus trebuie să accepte instalarea unui program „firewall” între componentele cheie ale acestuia și datele de codificare transmise între computerele cheie ale acestuia.

Sistemul de gestionare a alarmelor trebuie să fie dotat cu următoarele: alarmele trebuie să fie afișate pe GUI în timp real și trebuie să fie posibilă filtrarea ușoară a alarmelor pe baza câtorva opțiuni cum ar fi, dar fără a se limita la, gravitatea alarmei, momentul producerii, elementul de rețea, etc. Este necesară corelarea alarmelor: alarmele de nivel redus fiind corelate cu cele mai importante alarme cu nivelul cel mai mare.

Sistemul de gestionare propus trebuie să permită efectuarea cel puțin a următoarelor acțiuni:

- mărirea și scăderea intensității alarmei în funcție de setarea pragului.
- operatorii care trebuie să cunoască, să șteargă sau să adauge observații text asociate fiecărei alarme în parte.
- ignorarea alarmelor individuale.
- modificarea setărilor implicite referitoare la clasificare în funcție de gravitatea alarmelor.
- căutarea cu ușurință în cadrul bazei de date care conține istoricul tuturor alarmelor

Sistemul de gestionare va trebui să facă diferența între alarmele declanșate la echipamentele care sunt deja în funcțiune și alarmele declanșate la echipamentele care sunt în curs de dare în exploatare.

Sistemul de gestionare propus trebuie să ofere o bază de date cu istoricul tuturor alarmelor care au fost șterse/eliminate. Dimensiunea acestei baze de date trebuie să fie configurabilă.

Sistemul de gestionare propus trebuie să poată accepta existența unei interfețe ascendente (NBI) pentru interfațarea cu sistemele OSS.

4.11 Reziliență și Disponibilitate

Sistemul va garanta că nu există un singur punct de defectare care să antreneze defectarea întregului sistem (No Single Point of Failure) precum și o performanță și disponibilitate mari.

Orice nod trebuie să fie din clasa purtătoarelor cu părțile comune complet redundante:

- 1+1 protecție de rezervă la cald pentru sistemul de control și comunicație
- 1+1 protecție de rezervă la cald pentru conexiunea transversală
- 1+1 protecție de rezervă la cald pentru Energia electrică

Contractantul trebuie să specifice MTBF pentru fiecare modul singular din cadrul întregului sistem de transmisie: este necesar documentul RAMS referitor la toate sistemele TLC.

Deoarece sistemul radio GSM-R este utilizat pentru aplicațiile critice de securitate, cum ar fi comunicațiile vocale internaționale între dispecerul trenului și mecanicul trenului, cât și pentru controlul automat al trenului ETCS, în acest proiect a fost luat în considerare un concept îmbunătățit cu privire la redundanță pentru rețeaua magistrală de transmisie.

Practic fiecare BTS este conectat la BSC prin intermediul unei bucle logice și mecanismul de protecție este executat la nivelul aplicației chiar între BTS și BSC. Prin urmare, sunt necesare două trasee complet independente, atât în ceea ce privește cablul de fibră optică, cât și în ceea ce privește echipamentele, în cadrul rețelei magistrale de transport. Din punct de vedere al abordării generale, Rețeaua Magistrală de Transport trebuie să fie dimensionată astfel încât să permită implementarea schemelor de protecție a rețelei pentru oricare dintre serviciile aferente rețelei.

4.12 Capacitatea de upgradare (actualizare)

Ținând seama de toate cerințele existente și estimate, Rețeaua Magistrală de Transport trebuie să utilizeze cele mai bune soluții adaptate cerințelor pe termen scurt, mediu și lung.

În particular, arhitectura magistralei de transport trebuie să permită modificarea ușoară a configurației (adăugarea sau eliminarea unui nod, a interfețelor de acces, modificarea rutării...) fără intervenția producătorului.

4.13 DERULAREA CONTRACTULUI ȘI TESTAREA PENTRU REȚEAUA MAGISTRALĂ DE TRANSPORTARE

Pe durata derulării contractului referitor la rețea vor trebui asigurate toate piesele de schimb necesare.

Contractantul va trebui să efectueze cu succes toate testele pentru biblioteca standard și cea a furnizorului, în scopul testării rețelei înainte de livrare.

Contractantul va trebui să efectueze cu succes toate testările, pentru a garanta conformitatea cu Specificațiile tehnice privitoare la interoperabilitate.

Contractantul va trebui să dea toate asigurările prevăzute de lege și să furnizeze 10 % din piesele de schimb.

5 LEGĂTURA RBC

Centrul radio bloc RBC aferent porțiunii 1 va fi legat de MSC1 și MSC2 prin rețeaua SDH existentă a Brașovului.

Pentru această conexiune, la OCC-ul Brașovului va fi disponibilă o legătură SDH adecvată.

Va mai trebui să fie pusă la dispoziție încă o legătură SDH redundantă, care să lege RBC de rețeaua IP/MPLS Brașov – Sighișoara prin cealaltă conexiune SDH existentă a Sighișoarei.

În scopul asigurării unei funcționalități complete, RBC-ul va fi conectat la ambele MSC-uri pentru funcționalitatea distribuirii sarcinilor ; spre exemplu, în cazul cedării MSC-ului, RBC-ul va trebui să comute pe celălalt MSC în mai puțin de 30 de secunde fără intervenție din partea operatorilor.

6 CURSURI DE FORMARE PROFESIONALĂ PENTRU PERSONALUL BENEFICIARULUI.

Contractantul trebuie să asigure Formarea Profesională referitoare la Sistemele TLC pentru personalul CFR astfel încât sistemele respective să poată fi utilizate și întreținute în mod eficient. Trebuie să fie acoperite cel puțin următoarele subiecte:

- Utilizarea sistemului GSM-R pentru servicii vocale.
- Utilizarea sistemului GSM-R pentru serviciile de date.
- Interfața cu ETCS ca parte a ERMTS.
- Funcționarea și întreținerea rețelei GSM-R și utilizarea în acest scop a facilităților de gestionare a sistemului.
- Gestionarea QoS și utilizarea în acest scop a facilităților de gestionare a sistemului.
- Planificarea radio pentru rețeaua GSM-R și utilizarea în acest scop a facilităților de gestionare a sistemului.
- Funcționarea și întreținerea rețelei IP/MPLS.
- Întreținerea Celulei.
- Gestionarea Performanțelor GSM BSS.
- Descrierea Tehnică GSM BSS.
- Funcționarea și Întreținerea GSM BSS.
- Administrarea GSM OMC-R.
- Descrierea Tehnică a Sistemului GSM-R.
- Dimensionarea GSM-R BSS.
- Optimizarea Parametrilor GSM-R BSS.
- Funcționarea și Întreținerea TNMS.
- Măsurători pentru Rețelele Wireless.

Cursurile trebuie să fie structurate în următoarele etape:

- Instruirea trebuie să se desfășoare în trei serii și 2 grupe a câte 6 persoane, fiecare va participa pentru partea de rețea GSM-R.
- Prima serie va începe în mod obligatoriu sesiunea de instruire înainte de începerea lucrărilor.
- Instruirea trebuie să includă procedura de comutare a serviciilor pentru subsistemul BSS și interfața cu și MSC, procedură care trebuie să fie executată de participanți.

Toate cursurile de formare profesională trebuie să cuprindă cursuri teoretice și practice și fiecare participant trebuie să primească un atestat de participare la cursuri.

7 RECEPȚIA SISTEMULUI

Contractantul trebuie să furnizeze toate sistemele TLC în conformitate cu specificațiile standard menționate la paragrafele anterioare.

În plus, pentru a finaliza implementarea întregii rețele GSM-R și a rețelei magistrale, sunt necesare teste de recepționare pentru a verifica respectarea specificațiilor tehnice.

Recepția sistemului se va face prin desfășurarea următoarelor activități:

- FAT (test de conformitate efectuat în fabrică)
- teste de instalare
- recepția funcțională
- recepția performanțelor sistemului

7.1 FAT (Testul de Conformitate efectuat în Fabrică)

În timpul primului FAT, Contractantul trebuie să testeze toate elementele, unitățile și fiecare piesă a sistemului pentru a fi demonstrată conformitatea deplină cu specificațiile din documentele aferente. Beneficiarul are dreptul de a participa la FAT-urile executate de Contractant.

7.2 Teste în vederea instalării

Testele efectuate cu ocazia instalării au scopul de a verifica integritatea echipamentelor după livrare și instalare.

După executarea acestor teste, se validează configurația hardware, interoperabilitatea diverselor carduri și dacă instalația este în conformitate cu specificațiile.

Contractantul va răspunde de procedura de testare a tuturor echipamentelor din cadrul rețelei GSM-R și rețelei magistrale.

7.3 Recepția funcțională

Contractantul va prezenta un plan tipic de testare funcțională a sistemului integrat “capăt la capăt”; acesta va conține situații tipice de testare și descrierea acestora.

Contractantul va propune un plan de recepție funcțională pentru recepția rețelei GSM-R și a rețelei magistrale. CFR poate adăuga teste suplimentare planului propus.

Contractantul va prezenta un plan de testare a rețelei cu o descriere detaliată a situațiilor de testare și cerințele referitoare la implicarea CFR în efectuarea acestor teste.

7.4 Recepția cu privire la performanțele sistemului

Pentru recepția cu privire la performanțele sistemului, trebuie să fie identificați indicatorii cheie ai performanței (KPI) care sunt stabiliți prin calculul tehnologic specific rețelei respective.

În această categorie, trebuie să fie incluși următorii indicatori KPI:

- timpul de inițializare a apelului.
- toate celelalte întârzieri.

Contractantul va prezenta o propunere cu privire la modul în care se obțin acești KPI pentru rețeaua CFR. Această propunere de testare va fi înaintată CFR spre aprobare.

În a doua categorie de KPI se va include:

- nivelul acoperirii radio.
- ratele de succes oale inițializării apelurilor.
- ratele de întrerupere a apelurilor.

CFR va urmări acești KPI pentru a se asigura că aceștia sunt cei indicați pentru rețeaua respectivă. Acești KPI vor fi calculați pe baza anumitor practici de măsurare corespunzătoare și pe baza unui exemplar statistic al dimensiunii relevante.

Pentru FAT, vor fi selectate testele care vor evidenția conformitatea rețelei GSM-R cu toate cerințele pentru a se demonstra conformitatea cu standardele în vigoare și cu contractul semnat. Testele respective vor fi structurate astfel încât să se verifice serviciile necesare pentru funcționarea sistemului în conformitate cu standardul EIRENE. Serviciile vor fi verificate în următoarea ordine:

a) Servicii vocale:

- apeluri vocale punct cu punct;
- apeluri publice de urgență;
- apeluri de difuzare;
- apeluri în grup;
- conferințe.

b) Serviciile aferente datelor:

- servicii de transport pentru aplicațiile generale aferente datelor.

c) Servicii de apelare:

- grupul utilizatorilor privați;
- eMLPP;
- gestionarea avansată a apelurilor cum ar fi apelurile în așteptare, transferul apelurilor, lista de așteptare;
- interzicerea efectuării sau primirii unui apel;
- indicații de supraveghere a apelurilor.

d) Aplicații specifice căilor ferate:

- apelul de localizare;
- apelare prin numerotare funcțională;
- apeluri operaționale de urgență pentru căile ferate.

e) Caracteristici feroviare specifice:

- afișarea identității funcționale;
- efectuarea unor apeluri rapide și garantate.

Toate testele vor fi efectuate în cadrul locațiilor unde are loc instalarea, în prezența beneficiarului. După finalizarea testelor, va fi întocmit un proces verbal care să indice rezultatele testelor: reușit, nereușit, întârziat.

7.5 Acoperirea dublă

Verificarea gestionării corecte a traficului în condițiile unei duble acoperiri reprezintă o cerință cheie a CFR. CFR dorește să acumuleze experiență în ceea ce privește comportarea sistemului în condițiile unei duble acoperiri. Aceste teste vor fi efectuate într-un modul nominal și într-un modul alterat. În modulul nominal, trebuie să se demonstreze că terminalul mobil rămâne la un nivel în modul idle (inactiv), în VGCS și în starea de apelare punct cu punct. În modulul alterat, trebuie să se demonstreze că terminalul mobil trece în mod corect de la nivelul alterat la un nivel secundar și că va reveni la primul. Demonstrația trebuie să fie făcută nu numai pentru modul idle (inactiv), ci și pentru VGCS precum și pentru starea de apelare punct cu punct.

7.6 Performanțele OAM

Contractantul trebuie să demonstreze detaliile menționate în proiectul său în ceea ce privește procedura și timpul necesar pentru detectarea unui defect, revenirea sistemului în stare operațională și ștergerea alarmelor (BSS).

7.7 Trenurile pentru teste

CFR va pune la dispoziție trenuri pentru teste pentru un număr limitat de încercări în vederea efectuării testelor de recepție funcțională și a performanțelor.

8 SERVICIILE

Contractantul va garanta că va oferi asistență pentru sistemul propus pe toată durata de viață a acestuia. Această asistență va cuprinde corecții software și servicii de întreținere.

Dacă nu se specifică în alte secțiuni ale caietului de sarcini, durata de viață a sistemului va fi de minim 20 de ani de la data dării în exploatare.

Contractantul va furniza cel puțin următoarele echipamente de testare:

- spectrometru radio.
- dispozitiv de analizare a traficului pentru rețeaua de transport.
- dispozitiv de testare pentru terminalele GSM-R.
- OTDR și dispozitiv de măsurare a puterii.
- GPS with L1/L2 type GPS GNSS RTK Stonex S9 Rover Generation 2.
- câte 5 truse de scule pentru fiecare persoană care se ocupă de partea electronică, în care să se afle un multimetru, o stație de sudură, scule diferite
- aparat de sudură cu fibră optică

9 SISTEME DE MĂSURARE

Sistemul va urmări monitorizarea și depanarea sistemului GSM-R printr-o colectare și analiză de date, care vin de la mai multe dispozitive de colectare.

Va fi prevăzut un mers de testare și analiza și monitorizarea sistemului:

Aceste sisteme de măsurare vor asigura cel puțin următoarele caracteristici:

- Supervizare sincronizată GSM-R, ETCS și subsisteme de interblocaj.
- Identificarea anomaliilor cu analiză automată și manuală.
- Prevenirea ineficienței și analiza degradării.
- Suport pentru configurarea parametrilor.
- Analiza automată a curselor / parcursurilor de trenuri.
- Raportarea la nivel atât operațional cât și managerial.
- Statistica privind toate serviciile și tot echipamentul rețelei.

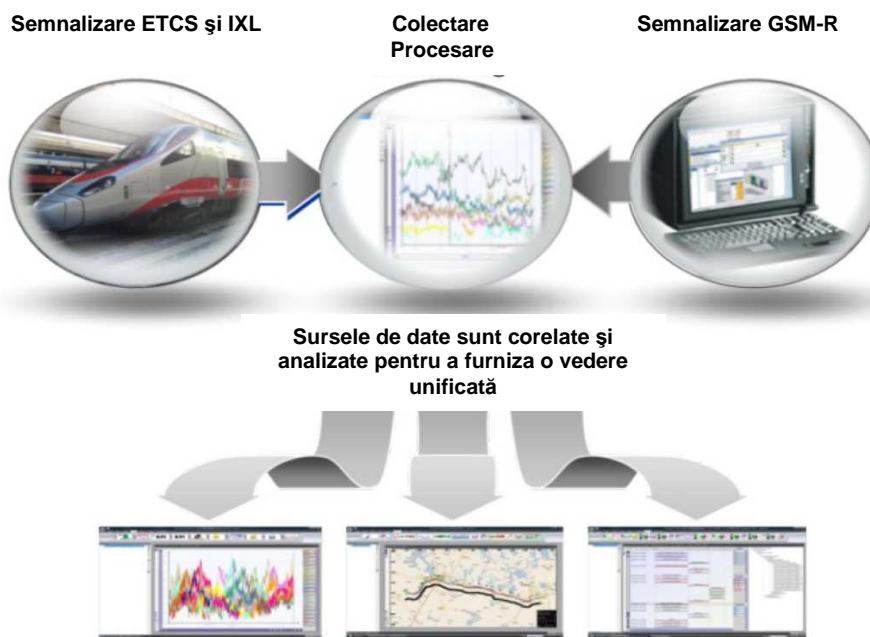


Figura 12. Funcționalitatea tipică a sistemului de măsurare

9.1 SISTEMUL DE TESTARE A MERSULUI

Verificarea eficienței RF și a Calității Service-ului (QoS) a unui sistem de comunicare fără fir este o sarcină care necesită monitorizarea multor parametri pentru a verifica diferitele aspecte și funcționalități.

Testul de mers va permite să se efectueze diferite tipuri de teste și măsurători asupra diferitelor tehnologii și diferitelor rețele.

Acest sistem va fi un instrument eficient pentru trasarea rețelelor digitale, va colecta rezultatele măsurătorilor și coordonatele geografice (cu ajutorul unui receptor GPS) și le va stoca pe un hard disc.

Rezultatele măsurătorilor vor furniza informații utile pentru verificarea și acordarea rețelei și pentru scopuri de întreținere. Rezultatele vor fi vizionate în mod eficient și ușor cu funcționalitățile Replay, sau analizate prin folosirea unui dispozitiv de post-procesare.

Sistemul de testare a mersului va fi în stare să conducă simultan diferite dispozitive. Sistemul va asigura următoarele caracteristici:

- Capturare de date în timp real
- Suport pentru multiple dispozitive
- Măsurătoare independentă
- Divizarea dispozitivului independent
- Conformare la multiple tehnologii (adică GSM, GSMR)
- Scanere în circuit închis / suport mobil de traseu
- Proceduri automate de testare cu
- Export și post-procesare mai ușoară
- Suport GIS
- Măsurătoare RF precisă care operează la viteză mai mare de 300 km/h
- Testarea calității voci conform ETSI (algoritm PESQ)

9.1.1 SUPORT MOBIL

Sistemul de testare a mersului va suporta cea mai largă varietate de GSM-R UE-uri și radiouri CAB disponibile pe piață.

Pentru o mare parte din acestea sistemul va suporta interfața de traseu pentru a efectua campaniile de inginerie și comanda AT ordinară precum și pentru a le utiliza ca și UE-uri comune.

Acestea vor fi combinate în teste în orice număr și în orice configurație posibilă pentru a executa testul de la acoperire simplă la verificarea multiplă a microtelefoanelor.

9.1.2 CONFIGURAȚIILE HW

Acesta va fi prevăzut cu o varietate largă de configurații posibile, funcție de cerințe în termeni de:

- Testul ce va fi efectuat
- Scenariile ce vor fi implementate
- Cerințele de portabilitate
- Tipul de terminal



Figura 13. Sistemul tipic de măsurare

9.2 SISTEM DE MONITORIZARE ȘI ANALIZĂ

9.2.1 SUB-SISTEM (BSS)

Sistemul de monitorizare și analiză va asigura o combinație a preciziei analizei și a automatizării procesului, precum:

- Analiza automată a Căderii Apelului datorată sistemelor integrate, sistemelor de împământare sau rețelei GSM-R
- Control al transmiterii, testarea secvențelor greșite, eliberarea nedatorată celulei mai bune sau ping-pong-ului
- Vedere generală a Setării Apelului în termeni de timp necesar pentru a stabili conexiunea, disponibilitatea canalelor de semnalizare și a canalelor de trafic
- Detectarea interfeței datorită co-canalului, canalului adiacent sau terței părți.

Sistemul BSS va asigura o gamă largă de KPI-uri tipice și acesta va permite în același timp să se separe contoarele comune de trafic de la contoarele ETCS, ultimele fiind supuse la o gamă mai largă de constrângeri.

Toate măsurătorile, evenimentele și KPI-urile vor fi afișate pe hărți, grafice, diagrame la scară sau tabele.

Toate planurile generale vor fi sincronizate iar măsurătorile sunt geo-localizate și corelate la poziția lor de-a lungul liniei ferate.

Mai mult, sistemul va sugera cauzele posibile ale proastei funcționări grăbind depanarea.

9.2.2 SISTEMUL ETCS DE MONITORIZARE

Sistemul ETCS va asigura automatizarea procesului și inteligența sistemului pentru a efectua:

- Testarea automată a contorului de parcurs
- Scoaterea în evidență a punctelor în care lipsesc informațiile
- Depășirile de timp a contactului TNV al punctelor fierbinți
- Transmiterea RBC a analizelor, în special a celor efectuate cu același MT
- Verificarea TSR (Restricție Temporară de Viteză) a depășirii pragului în cadrul aceleiași autorități de mișcare
- Confirmarea testului în cadrul aceleiași autorități de mișcare a mesajelor CES și UES
- Reducerea autorității de mișcare de verificare datorată lărgimii ocupate
- Analiza generală a curselor trenurilor

9.2.3 SISTEM IXL DE MONITORIZARE

Sistemul IXL va asigura automatizarea procesului și inteligența sistemului pentru a efectua testul, a monitoriza și depana interfața de interblocaj.

9.3 CARACTERISTICI GLOBALE

Sistemul de colectare și analiză va prezenta subsisteme variate, tratate mai jos.

9.4 CALECTAREA DATELOR

Sistemele vor colecta un set voluminos de funcționalitate, specific pentru operatorii de căi ferate. În figura de mai jos este o vedere schematică a tot ceea ce vor analiza sistemele.

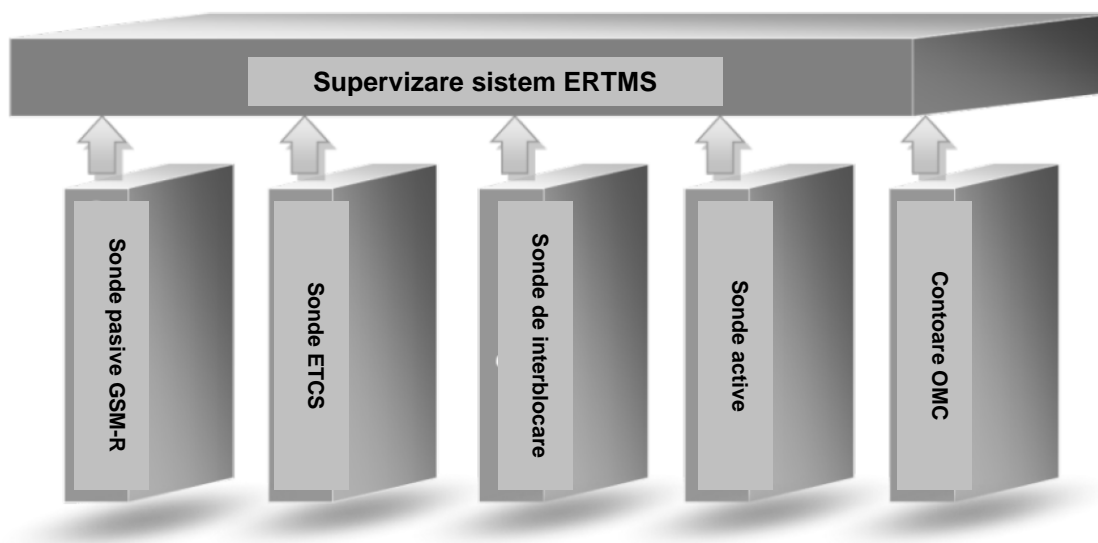


Figura 13. Funcționalitatea tipică a sondelor

9.5 SONDELE PASIVE

Sistemul va avea un modul pentru a captura mesajele schimbate între dispozitivele de rețea GSM-R / ETCS / IXL.

9.6 SONDELE ACTIVE

Sistemul va avea posibilitatea de a genera un trafic artificial pentru a simula rețeaua și a verifica răspunsul acesteia.

Va avea posibilitatea să monitorizeze serviciul GSM-R și partenerii de la distanță sau să evalueze acoperirea serviciului de operatori telecom.

9.7 SISTEMUL DE ACHIZIȚIE

Sistemul de măsurare va trebui să poată monitoriza următoarele subsisteme GSM-R ERTMS :

Cu ajutorul sistemului vor trebui să se poată monitoriza toate interfețele care converg înspre un singur element al rețelei sau înspre mai multe.

1. SUBSISTEMUL GSM-R

Interface	Between
Abis	BSC-BTS
A	BSS-MS
IN	MSC and SCP
B	MSC-VLR
C	GMSC-HLR or SMSG-HLR
D	HLR – VLR
E	MSC- MSC
Gb	PCU –SGSN
Gn	SGSN - GGSN
Gi	GGSN external

2. SUBSISTEMUL ETCS

Cu ajutorul sistemului vor trebui să se poată monitoriza toate interfețele dintre MSC-uri și RBC-uri, pentru a se identifica conexiunile stabilite de către sistemele de transportare pe întreaga lungime a traseului monitorizat (RBC-MS).

3. SUBSISTEMUL IXL

Cu ajutorul acestui sistem vor trebui să se poată monitoriza toate conexiunile dintre punctele de informare și eurobalize de-a lungul șinei și al RBC-urilor, pentru a se repera eventualele modificări ale stărilor care au apărut de-a lungul liniei.

Fluxul de date obținut se va corela cu alte semnale, pentru a se ajunge la un ERTMS unificat.

4. APARATUL DE ÎNREGISTRARE A DATELOR LEGALE

Acest sistem va importa, va analiza și va corela datele înregistrate de aparatul de înregistrare a datelor legale sau de orice alt aparat de înregistrare cronologică certificat și montat la capătul operatorului.

5. JURNALELE INTEGRATE

Acest sistem va importa, va analiza și va corela datele înregistrate la EVC-uri. Va fi necesar să se implementeze un mecanism de obținere din sistemele de transportare a fișierelor generate dintr-o poziție centrală de unde este imposibil să se facă importul.

6. CORELAREA FLUXURILOR DE MESAJE

Sistemele de achiziție vor trebui să poată recunoaște fluxurile din diferite subsisteme GSM-R ETCS.

Corelările vor trebui să fie următoarele :

- în cazul apelurilor vocale sau de date GSM-R de pe interfețele A, Abis și eventual de pe toate celelalte interfețe implicate : B,C,D,E
- în cazul unei conexiuni cu comutare de pachete GB, Gi și Gn
- în cazul apelurilor de date ETCS de pe interfața ISDN dintre MSC și RBC cu decodare și corelarea temporală a traficului ETCS cu cel GSM-R
- în cazul apelurilor ETCS va trebui să se verifice pe interfața rețelei dinspre interblocare relația mesajelor venite de la eurobalize ori a balizelor cu fluxul ETCS.

Cu ajutorul acestei relații se va putea reconstrui fluxul tuturor mesajelor care țin de un anumit apel : vocal, de date, de tip pachet sau ETCS.

9.8 PLATFORMELE DE POSTPROCESARE

Sistemul va aduna date privitoare la măsurătorile de la :

- sistemul de capturare (sondă/sonde)
- platformele existente (LDR, OMC-R etc.)
- măsurătorile de pe teren

După importarea datelor se vor obține parametrii de mai jos :

- punerea într-un anumit loc a datelor privitoare la măsurători
- analizarea datelor

- gestionarea alertelor
- generarea de rapoarte
- întrebări generate de platformele-client.

9.9 STRATIFICAREA ANALIZILEI FUNCȚIE DE PRICEPEREA UTILIZATORULUI

Conform cursului de instruire, sistemul va avea o abordare stratificată pentru a permite personalului nepriceput să acceseze sistemul și să aibă a idee sumară privind felul cum funcționează rețeaua.

9.10 PERSPECTIVELE DE ANALIZĂ

Sistemele vor fi capabile să analizeze traficul real, traficul utilizatorului, defecțiunile și anomaliile. În figura de mai jos este un exemplu de perspectivă de analiză a întregului sistem.

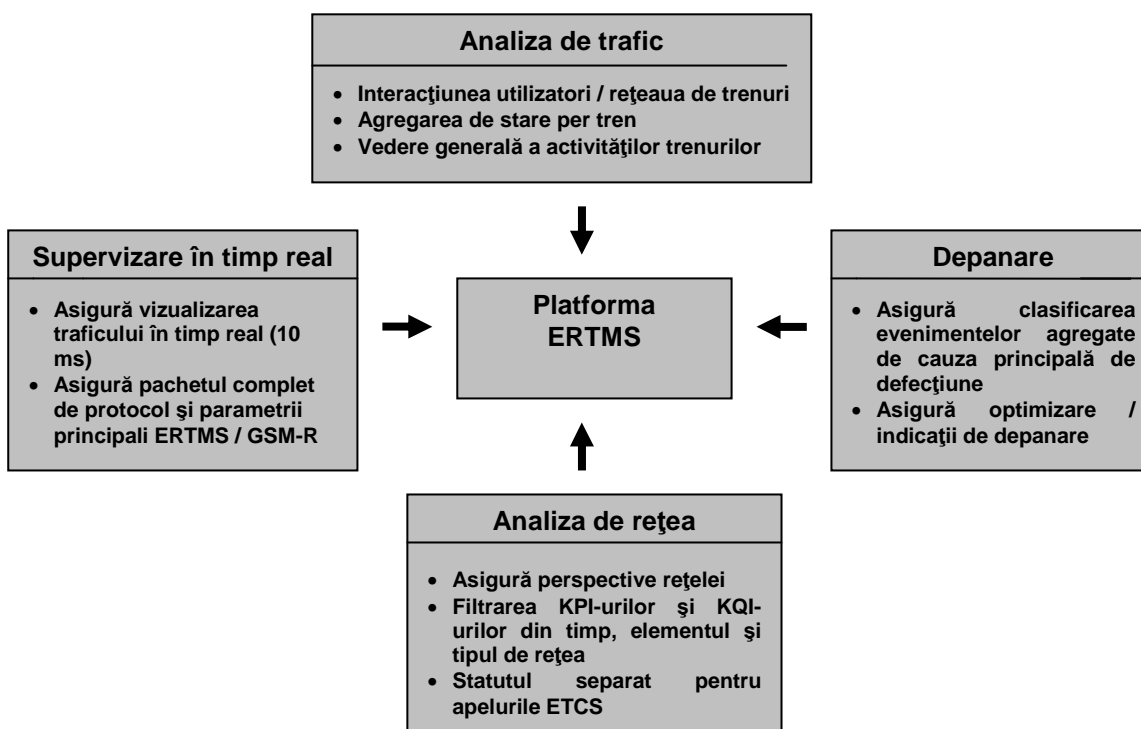


Figura 14. Exemplu de perspectivă de analiză

10 INSTALARE ȘI PUNERE ÎN FUNCȚIUNE

Acest service presupune instalarea fizică a echipamentului furnizat de Antreprenor în fiecare locație sau memorie de acces.

Antreprenorul va asigura supervizarea instalării și punerii în funcțiune. La prima punere în funcțiune (primul amplasament), Antreprenorul va prezenta o propunere privind modelul de acceptare, această propunere trebuind să fie supusă aprobării CFR. Toate celelalte puneri în funcțiune trebuie să fie făcute pe baza modelului aprobat de CFR.

După fiecare punere în funcțiune, ofertantul trebuie să prezinte un dosar care trebuie să conțină cele mai importante documente pentru echipamentele instalate. Dosarul va conține planurile de cablare și instalare precum și setările folosite. La fiecare punere în funcțiune, trebuie de asemenea să participe și personalul CFR.