

Diagnostika pro ETCS

Požadavky na diagnostiku GSM-R pro potřeby ETCS

Richard Laška
Správa železnic O14

Česká Třebová, 25/10/2023

Požadavky na spolehlivost systému ETCS

- Zajišťuje nižší vrstva GSM-R, za splnění podmínek :
- Výchozí podmínka konfigurace MA (Movement authority) do 12s
- Další podmínka OBU - SIM karta s ETCS profilem
 - Umožňuje pouze datové hovory
 - Hovor vždy prioritou 1, tj. druhá nejvyšší prioritou po volání nouze prioritou 0
- Dva možné typy datových hovorů pro ETCS:
- CS mód (přepínané okruhy)
 - kapacita hovorů BTS dána počtem timeslotů, 6+8 timeslotů pro 1 sektorovou BTS
- PS mód (paketový přenos - GPRS)
 - Kapacita hovorů BTS dána počtem timeslotů pro GPRS, a datovým tokem pro 1 hovor

V ČR používáme nyní pouze CS mód – přepínané okruhy.

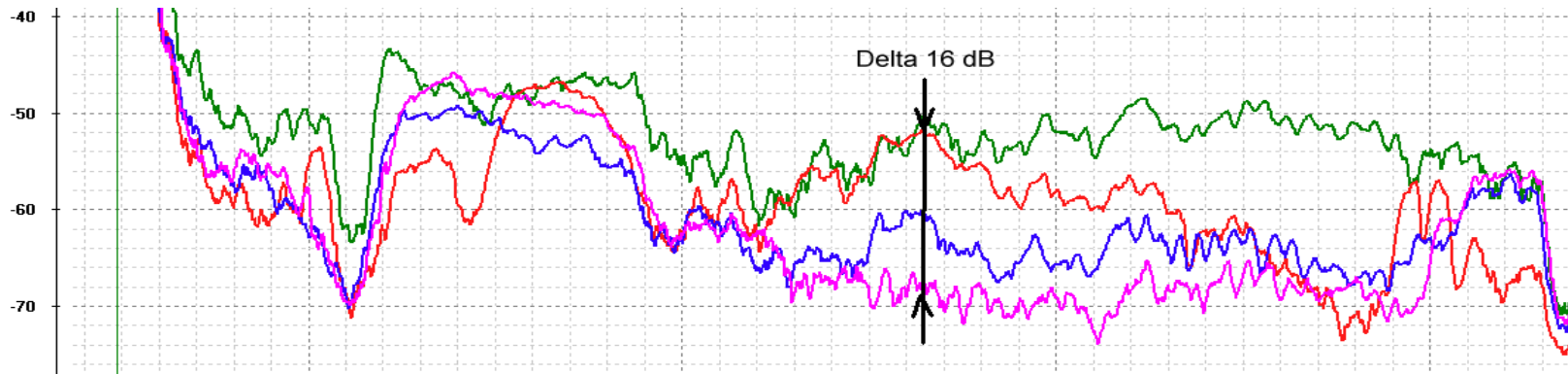
Vlastnosti CS hovorů a předání mezi BTS

- Úskalím CS datových hovorů je handover mezi BTS
 - V místě předání dojde k přerušení datového toku, použitého pro ETCS, obsluhu OBU/EDOR radiostanice přebírá následující BTS
 - Aby došlo ke správnému předání, tj. správné navázání datového toku, je nutná přesná časová synchronizace mezi BTS – zajišťuje přenosová síť, popř. doplňkově externí GPS.
- Dalším omezením CS datových hovorů je transparentní asynchronní datový přenos
 - Nedochozí k opravě chybně přijatých dat např. pomocí CRC kontrolního součtu. Jak jsou data přijata, tak jsou vyhodnocena. Popř. dojde k žádosti o opakovaný přenos.
- Následující BTS musí mít volné timesloty

EIRENE požadavky na sílu signálu GSM-R

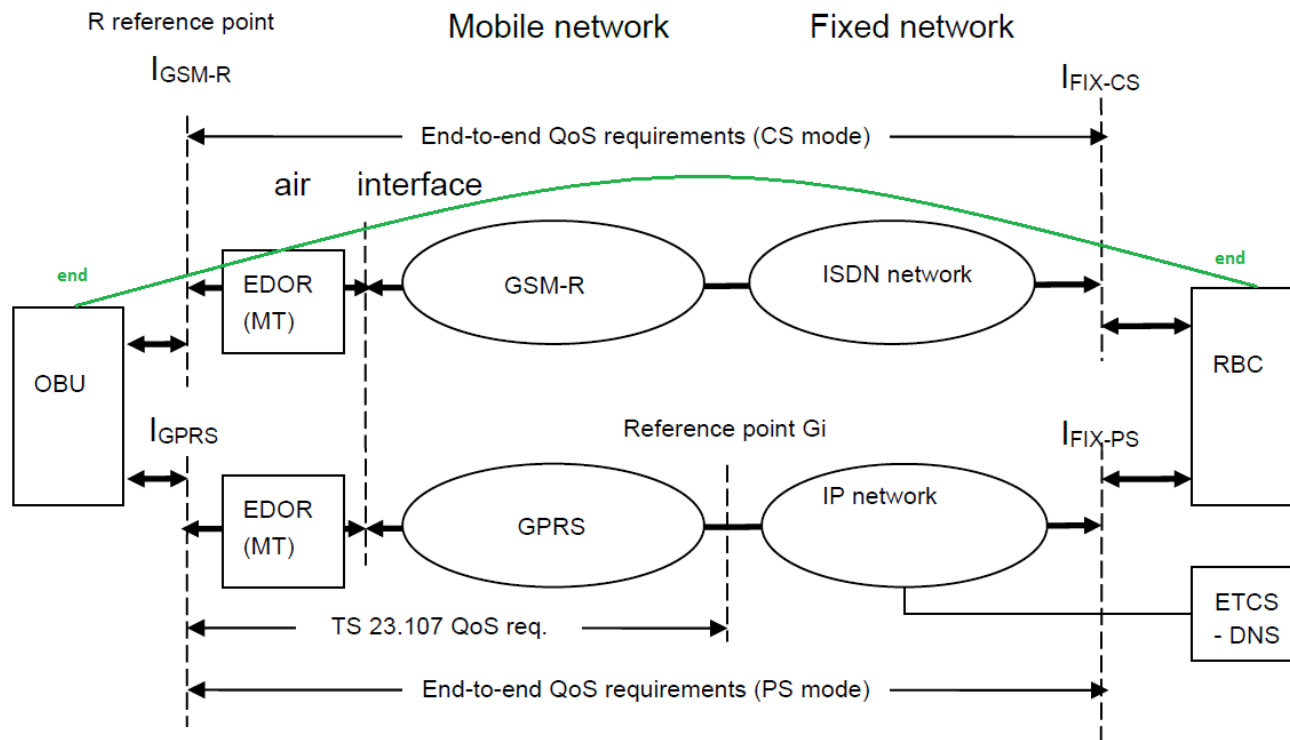
- Velmi přesné měření síly signálu bez SIM karty
 - Pro měření síly signálu nosného kmitočtu BTS použít certifikovaný skener
 - Pro prostorovou orientaci využít odometr, vzorkovací impulsy každých 10 cm tratě
 - Pro časovou referenci je použita například GPS
 - Všesměrová anténa umístěna 4m nad patou kolejnice
- Je vyhodnocována podmínka pro každý 100m úsek tratě
 - síla signálu je vyšší než -95 dBm s pravděpodobností vyšší než 95 %

Při správném rádiovém plánování s rezervou a následné realizaci dle dokumentace není tuto podmínku problém při výstavbě nových BTS splnit.



KPI – klíčové ukazatele výkonosti sítě GSM-R

- Soubor funkčních testů spolehlivosti GSM-R End-to-End, UNISIG subset093
 - Při testech využita SIM karta přihlášená k síti GSM-R
 - Jsou ověřovány všechny pro ETCS relevantní funkcionality sítě GSM-R



KPI – klíčové ukazatele výkonosti sítě GSM-R

- Testy pro CS hovory – hodnoty dle kategorie trati
 - NRD – network registration delay $\leq 35s$ (99%)
 - Měření časové prodlevy registrace do sítě GSM-R
 - CED – connection establishment delay $\leq 10s$ (99%)
 - Měření časové prodlevy od požadavku po sestavení hovoru GSM-R
 - CLR – connection loss rate $\leq 10^{-2}/h$, (platí pro $T_{NVCONTACT} \geq 38.5s$)
 - Vyhodnocení statistiky pádů hovoru v síti GSM-R
 - MATVR – MA trasmission violation rate $\leq 10^{-2} /h$
 - Movement authority není vydáno do 12 sekund
 - TD – Transfer delay $\leq 0.5s$ (99%)
 - Dopravní zpoždění informace end-to-end, např. z OBU do RBC
 - Test TI – transmission interference rate
 - TTI doba mezi interferencemi $>20s$ (95%), $>7s$ (99%)
 - T_{REC} – doba zotavení $< 0.8s$ (95%), $<1s$ (99%)
 - **V nové verzi subset093 4.0.0 test vyřazen, moc restriktivní..**

KPI – klíčové ukazatele výkonosti sítě GSM-R

- Testy pro PS hovory – zatím nevyhodnocujeme, ale v budoucnu budeme (použití GPRS pro přenosy ETCS)

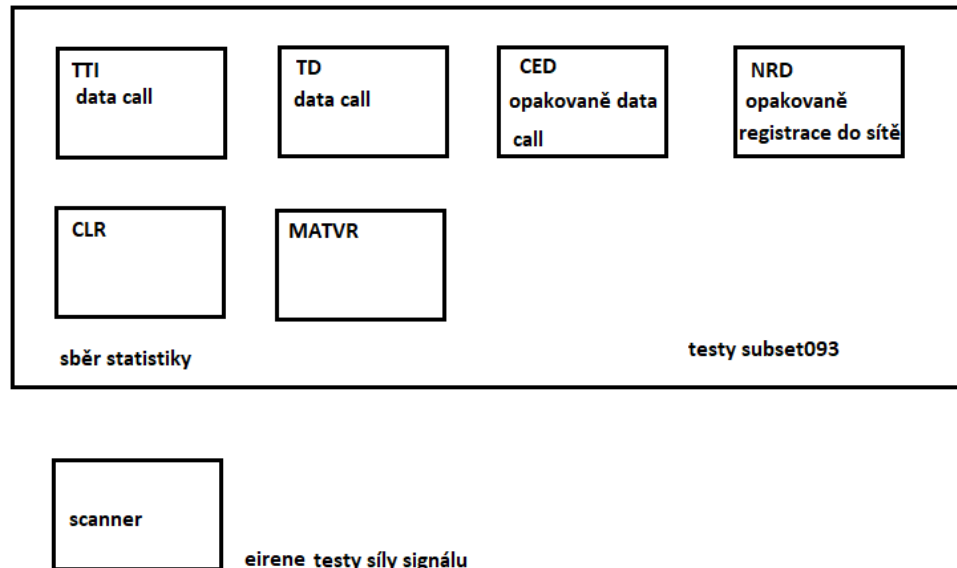
Měření subset093 – CTD, automatizované měření s odpovídáčem.



KPI – klíčové ukazatele výkonosti sítě GSM-R

Testovací sestava GSM-R pro měření subset093 + EIRENE

- Opakované průjezdy měřicího vlaku vyhodnocovaným úsekem
- Paralelní měření jednotlivých testů subset093
- Použití chytrého odpovídače jako protistrany pro jednotlivé testy
- Automatické vyhodnocení testů, **splněno**/**nesplněno** .



KPI – klíčové ukazatele výkonosti sítě GSM-R

Souvislost testovacích scénářů subset093 s ETCS

Scenario	QoS Parameters	Application Rules
MA extension	Transfer delay Transmission error rate	Short MA for time critical scenarios
Entry into Level 2	Registration delay Connection establishment delay Connection establishment error rate Transfer delay Transmission error rate	Radio coverage Balise group locations
Awakening/ Start of Mission	Connection establishment delay Connection establishment error rate Transfer delay	
RBC/RBC handover	Connection establishment delay Connection establishment error rate Transfer delay Transmission error rate	Balise group locations
Communication loss / T_NVCONTACT	Registration delay Connection loss rate Connection establishment delay Connection establishment error rate Transfer delay Transmission error rate	Radio coverage Number of mobile stations on-board Short MA for time critical scenarios

KPI – klíčové ukazatele výkonosti sítě GSM-R

- Důsledky neplnění parametrů subset093 na trati
 - End-to-end QoS neplatí, tj .např. špatná srozumitelnost hovoru (při extrémně špatné kvalitě signálu)
 - Nestabilita poskytované služby GSM-R pro ETCS
 - Pády CS data hovoru, přerušení datového toku pro ETCS s negativním důsledkem pro drážní provoz - krizové brždění.

Nesplněn subset093 => **porucha funkce sítě GSM-R**

Ale kde je příčina?

- Oznamovatel musí poruchu nahlásit co nejdříve kvůli zachycení LOGŮ ze sítě GSM-R
- Oznamovatel musí ke hlášení připojit co nejvíce detailů o závadě, tj. přesné místo, čas, MSISDN číslo mobilního terminálu, kam se volalo..atd

Poruchy sítě GSM-R

Při diagnostice postupujeme při hledání příčiny závady volání GSM-R nejdříve vyloučením zjevných poruch, které jsou snadno zjistitelné i odstranitelné.

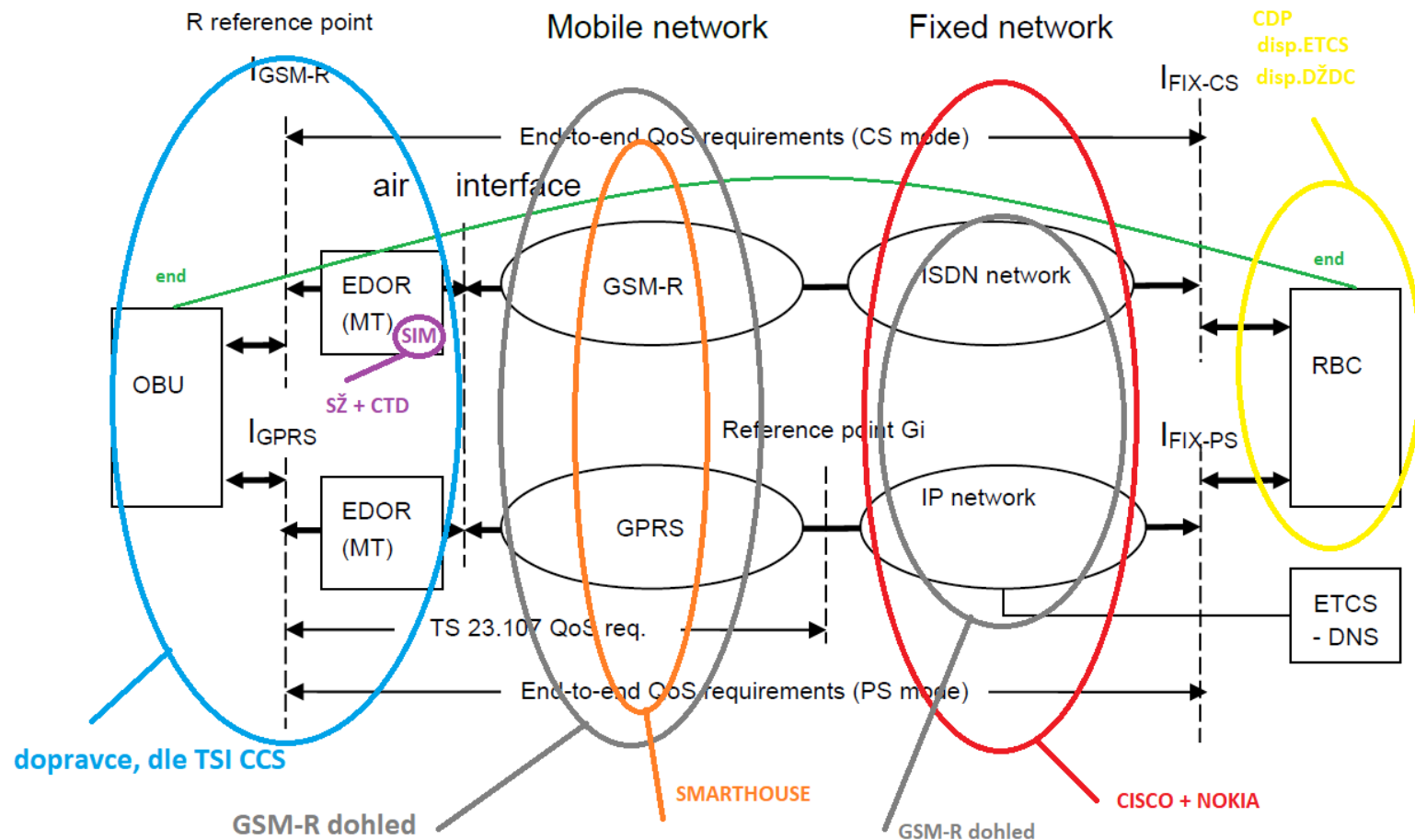
- Výpadek napájení BTS
- Přerušení optického kabelu
- Požár / vandalství / zátopa
-

K poruchám složitěji zjistitelným, které vyžadují hlubší znalosti fungování sítě GSM-R

- Poruchy přenosového systému SDH/MPLS
 - Poruchy synchronizace BTS
 - Poruchy signálového pokrytí tratě
 - Nefungující zkrácené volání z vlaku na dispečera dopravy
 -
- Základním vodítkem jsou dohledové systémy

Poruchy sítě GSM-R

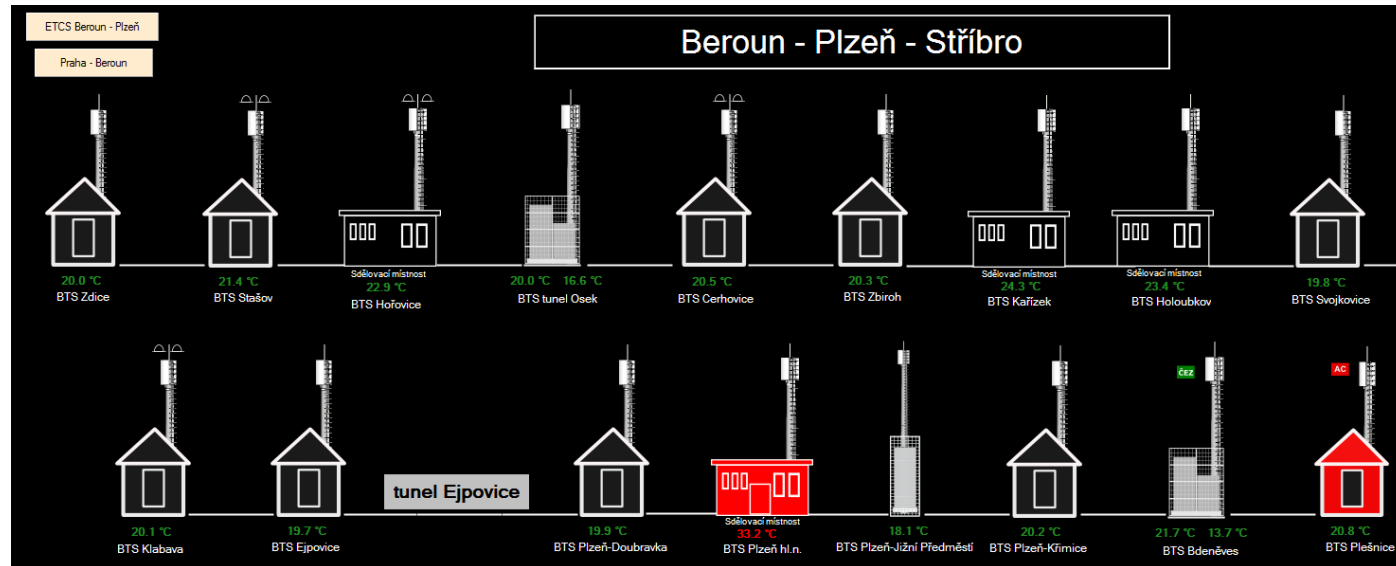
Přehled hlavních dohledových systémů



Poruchy sítě GSM-R => Dohled sítě GSM-R

- Lokalita Praha
- Dohledové centrum disponuje odborníky se sofistikovanými nástroji pro diagnostiku poruch systému GSM-R
- SW nástroj OMC-R umožňuje konfiguraci a dohled nad sítí GSM-R
 - Zobrazuje případné poruchy BTS, přenosového systému
 - V případě poruchy se zde zobrazují alarmy jednotlivých zařízení systému základnových stanic GSM-R.
 - Nastavují se s jeho pomocí konkrétní rádiové parametry BTS, tj. například vysílací výkon nebo při jaké síle signálu dojde k předání mezi sousedícími BTS stanicemi.
 - Do systému OMC-R jsou vyvedeny i externí alarmy BTS, které souvisejí s děním v technologickém kontejneru BTS (tj. např. výpadek napájení).
 - Další informace z dané lokality BTS jsou dostupné v rámci dohledu **Smarthouse**.

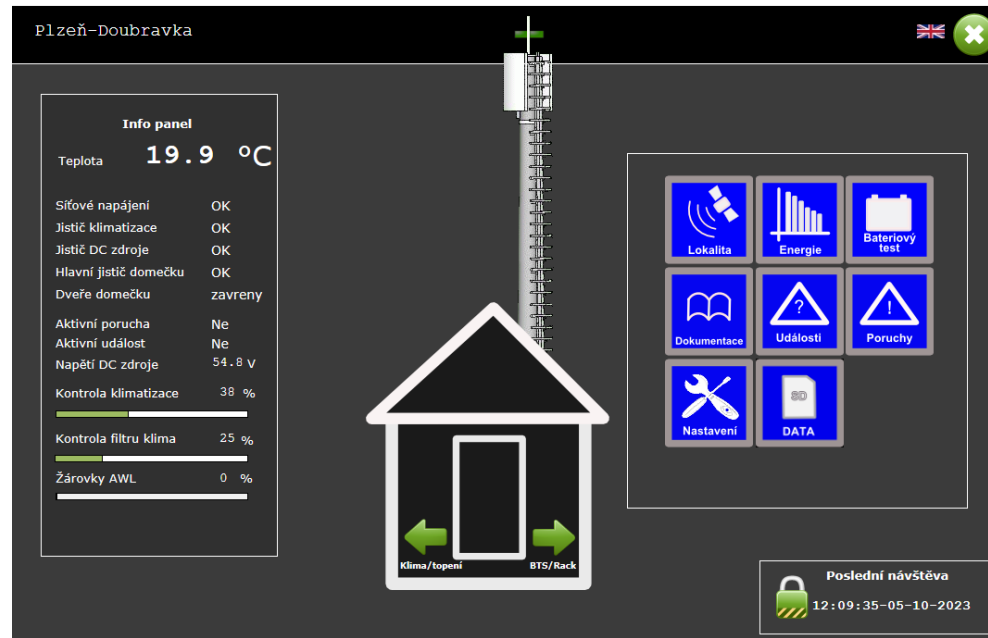
Poruchy sítě GSM-R => dohled Smarthouse



- Systém zobrazuje poruchy v technologických objektech BTS
 - Externí alarmy směrem k dohledu OMC-R, tj. přenos informací po GSM-R přenosovém systému:

- 0 Dveřní alarm - skříň zdroj
- 1 Výpadek napájení 230V AC
- 2 Porucha napájecího zdroje
- 3 Teplotní alarm
- 4 Jiná porucha SmartHouse
- 5 Rychlý pokles napětí na bat.
- 6 Výpadek pojistky zátěže
- 7 Nízké DC napětí

Poruchy sítě GSM-R => dohled Smarthouse



- Systém přenáší další informace/alarmy po ethernetu na dohledové centrum
- Srdcem systému je průmyslové PC Tecomat s periferiemi
 - Např. Kouřové čidlo, monitorování teploty v objektu, zabezpečení objektu heslem
 - monitorování stavu napájecího zdroje DC 48V, filtry klimatizace, monitorování spotřeby objektu
 - Vzdálený kapacitní test baterií

Poruchy sítě GSM-R = přenosový systém

- Páteřní systém pro přenos dat od ústředny GSM-R k BTS
- E1 TDM dat. tok (nativní pro GSM-R) je přenášen uvnitř SDH/MPLS rámců
- Požadavek na vysokou přesnost frekvenční synchronizace všech prvků
- BTS i prvky přenosového systému mají vnitřní hodiny s krystalem (ve fázovém závěsu) s vnější synchronizací (SDH/MPLS)
- Nejpresnější hodiny jako zdroj pro další zařízení přenosového systému jsou umístěny v blízkosti ústředny GSM-R
- Přesnost tohoto hierarchicky šířeného hodinového signálu při průchodu sítí klesá, je nutné ve vhodných bodech umístit další méně přesné hodiny
- Pokud dojde k poruše funkce jakéhokoliv zařízení po cestě k BTS a systém sám nezvolí pro šíření hodinového signálu jinou cestu k BTS, dojde ke ztrátě synchronizace BTS => vnitřní hodiny BTS se po čase rozladí => dojde k výpadkům datových hovorů v místě předání mezi „postiženou“ BTS a sousední BTS.

Poruchy sítě GSM-R = přenosový systém

- BTS mají speciální alarm pro ztrátu synchronizace =>dohled GSM-R
- Výpadky synchronizace mohou být pouze částečné, náhodné a nemusí být patrné, který prvek v řetězci je ten vadný =>složitá diagnostika
- Prvek přenosového systému v podezření je např. měřen po dobu 24h, zda je jeho frekvence stabilní dle specifikace – toleranční pole TDEV.
- Topologie přenosové sítě se stále mění s přibývajícimi stavbami GSM-R, je nutné s rostoucí velikostí přenosové sítě myslet i na redundanci a zajištění přesnosti synchronizace v budoucnu
- Poruchy synchronizace jsou na detekci ten nejhorší případ
- dopad na GSM-R QoS je velký a může být i ve velkém rozsahu, dle umístění nesynchronizovaného prvku..

Strategie SŽ – dohledové systémy

- **Stávající dohledy**

- Různí výrobci
- Různý HW/SW
- Náročné na znalosti/školení operátorů dohledu GSM-R
- Každý dohled vypadá jinak
- Diagnostika složitějších závad vyžaduje manuální průzkum velkého množství LOGŮ – hledání jehly v kupce sena..
 - Pracné, zdlouhavé a někdy nevedoucí k výsledku

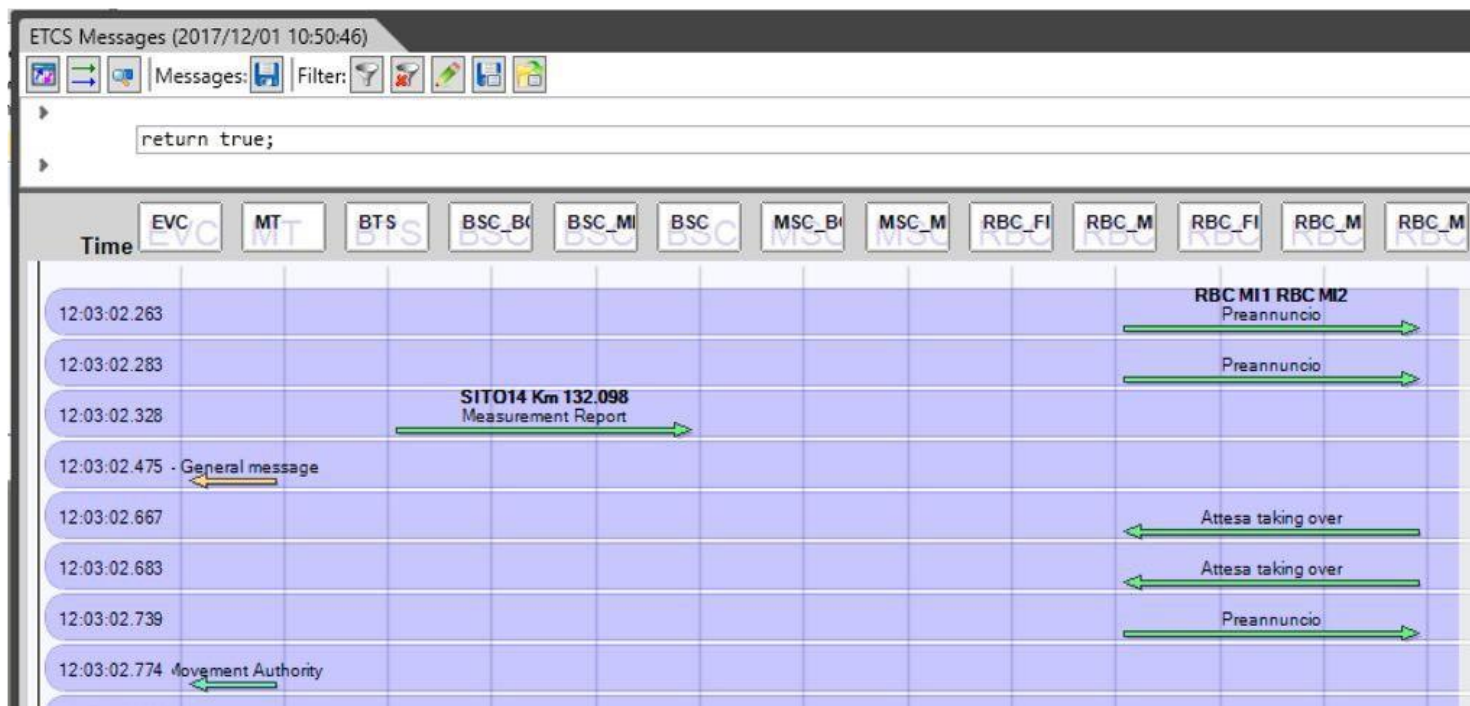
Řešením jsou automatizované dohledové systémy

- Rychlé odhalení příčiny závady, časová úspora
- Jeden dohled pro všechny prvky sítě GSM-R/ETCS
- Live monitoring sítě umožňuje dobrý přehled o dění v síti
- Nutnost použití mnoha sond v síti GSM-R => vyšší náklady
- Automatizované měření/sběr dat o pokrytí GSM-R
- Není nutné manuálně procházet velké množství LOGŮ, systém sám směřuje obsluhu dohledu k relevantním datům o závadě
- Profesionální reporty ke stavu sítě

Strategie SŽ – dohledové systémy

Příklad Automatizovaného dohledového systému VIAVI

Pokud by se všechna data z GSM-R, signalizace a zabezpečovacího zařízení dala shromáždit, synchronizovat a zobrazit na jednom místě, poskytlo by to výrazně zjednodušený pohled na jízdu vlaku a diagnostiku, aniž by došlo ke ztrátě detailů. Výsledkem by byl úplný přehled o výkonu systémů ERTMS od začátku do konce.



Soužití ETCS a GSM-R

System ETCS požaduje od GSM-R 100% spolehlivost
(zpoždění dopravy, nouzové brždění, nepohodlí cestujících..)



Tlak na kvalitu datového toku



~ **Rovnováha** ~
(přijatelné náklady a spolehlivost)



Tlak na nízkou cenu/počet lidí



System GSM-R neumožňuje 100% spolehlivost
(vliv změn podmínek rádiového kanálu, stárnutí HW, vliv počasí, poruchy..)

Závěr – udržovat rovnováhu, dokud nepřijde nový drážní systém FRMCS, měnící poměr mezi spolehlivostí, náklady a užitnou hodnotou.

Děkuji za pozornost

Diagnostika pro ETCS

Požadavky na diagnostiku GSM-R pro potřeby ETCS

Dotazy?