

# **GSM-R studie proveditelnosti**

## **aktualizace III, doplnění**

*GSM-R pro síť celostátních drah ČR*





06/2006

aktualizace 06/2008

aktualizace II 01/2010

aktualizace III 06/2013

aktualizace III, doplnění 09/2014

Název akce		GSM-R studie proveditelnosti – aktualizace III, doplnění
Druh dokumentace	Studie proveditelnosti	
Datum zpracování	09/2014	
Objednatel	SŽDC, s.o. Stavební správa západ Sokolovská 278/1955 190 00 Praha 9	 <small>Správa železniční dopravní cesty</small>
Zhotovitel	SUDOP PRAHA a.s. středisko 205 – koncepce dopravy Olšanská 1a 130 80 Praha 3 – Žižkov	
Číslo smlouvy	objednatele E618-S-3335/2014/PH	zhotovitele 14 318 205
Odpovědný zpracovatel projektu	Ing. Martin Večeřa	Podpis: Večeřa v.r.
Zpracovali	Ing. Martin Večeřa Ing. Petr Steiner Ing. Oldřich Hora Ing. Markéta Rožníková	
Kontroloval	Ing. Pavel Tikman	Podpis : Tikman v.r.

## Obsah

<b>1. Všeobecná část.....</b>	<b>3</b>
1.1. Cíle studie .....	3
1.2. Vazba studie na ostatní investice SŽDC s.o. a ČD a.s. ....	3
1.2.1. Všeobecně .....	3
1.2.2. Pilotní projekt GSM-R .....	3
1.2.3. Studie „Koncepce vybavení tratí 3. a 4. tranzitního koridoru systémem vlakového zabezpečovače“ .....	4
1.2.4. Zavedení Směrnice 2001/16/ES o interoperabilitě železnic .....	5
1.3. Vztah studie k platné legislativě.....	6
1.4. Interoperabilita a aplikace TSI subsystému „Řízení a zabezpečení“ na síti celostátních drah ČR .....	7
1.5. Kategorizace tratí sítě celostátních drah ČR.....	9
1.5.1. Kategorie A - Koridorové a vybrané hlavní tratě.....	9
1.5.2. Kategorie B - Hlavní tratě .....	9
1.5.3. Kategorie C .....	10
1.5.4. Kategorie D .....	10
1.5.5. Kategorie E.....	11
1.6. Rozdělení sítě celostátních drah ČR do skupin .....	11
<b>2. Podkladová část.....</b>	<b>17</b>
2.1. Vybavení sítě celostátních drah ČR optickými kabely.....	17
2.2. Vybavení sítě celostátních drah ČR přenosovými sdělovacími systémy .....	18
2.3. Vybavení sítě celostátních drah ČR radiovými systémy .....	18
2.4. Údržba sdělovacího zařízení na síti celostátních drah ČR.....	19
2.5. Tabulková část.....	20
<b>3. Analytická část.....</b>	<b>28</b>
3.1. Možnosti využití stávajících optických kabelů a přenosových systémů na síti celostátních drah ČR .....	28
3.1.1. Optické kabely .....	28
3.1.2. Současný stav optických kabelizací.....	29
3.1.3. Přenosové systémy .....	30
3.2. Možnosti rozvoje stávajících radiových systémů na síti celostátních drah ČR 31	
<b>4. Technické řešení.....</b>	<b>33</b>
4.1 Zásady řešení .....	33
4.2 Navrhovaná varianta řešení .....	38
4.3 Migrace mezi GSM-R a stávajícím systémem TRS .....	38
4.4 Referenční stav .....	40
4.5 Vliv systému na životní prostředí .....	41
4.6 Návrh technického řešení pro vybrané tratě podle kategorie .....	45
<b>5. Nákladová část.....</b>	<b>52</b>
5.1. Investiční náklady GSM-R .....	52
5.1.1. Stanovení ceny na základě celkových nákladů staveb.....	52
5.1.2. Stanovení ceny na základě rozboru jednotlivých položek .....	52

5.2.	Investiční náklady na obnovu a dostavbu stávajících analogových radiostanic	53
5.3.	Provozní náklady na provozování GSM-R	55
5.4.	Provozní náklady na provozování TRS	56
5.5.	Návrh etapizace výstavby	57
<b>6.</b>	<b>Ekonomické hodnocení</b>	<b>59</b>
6.1.	Investiční náklady	60
6.2.	Provozní náklady	61
6.3.	Časové úspory	65
6.4.	Úspory díky zvýšení bezpečnosti železniční dopravy	67
6.5.	Přehled toků a některé výsledky finanční analýzy	68
6.6.	Výsledky ekonomické analýzy	70
6.7.	Analýza citlivosti	72
6.7.1.	Elasticita	72
6.7.2.	Citlivostní analýza	72
6.7.3.	Přepínací hodnota	73
6.8.	Kvalitativní analýza rizik	74
6.9.	Výsledky ekonomického hodnocení	75
<b>7.</b>	<b>Závěry studie</b>	<b>77</b>
7.1.	Odůvodnění nasazení GSM-R	77
7.2.	Priority nasazení GSM-R	77
7.3.	Náklady na nasazení GSM-R	78
7.4.	Závěry ekonomického hodnocení	79
<b>8.</b>	<b>Seznam zkratk</b>	<b>81</b>

## 1. Všeobecná část

### 1.1. Cíle studie

V roce 2008 a 2010 byla provedena aktualizace studie proveditelnosti „GSM-R pro síť celostátních drah ČR“ (SUDOP PRAHA a.s., 2006) a to především z důvodu aktualizace investičních nákladů a provozních nákladů GSM-R. Cílem tohoto materiálu je doplnění studie z roku 2013 s ohledem na stav problematiky v roce 2014 včetně zakomponování stavby „GSM-R Plzeň – České Budějovice“.

Při zpracování studie proveditelnosti v roce 2006 byl projednán výhled nasazení GSM-R pro síť celostátních drah ČR na výrobních poradách. Na vstupní výrobní poradě bylo dohodnuto, že seznam celostátních drah bude převzat z „Prohlášení o dráze celostátní a regionální (JŘ 2009/2010)“ č.j. 44932/08-OR, což je touto aktualizací upraveno na aktuální verzi č.j. 51945/2012-OZŘP. Po rozpracování analytické části studie bylo dohodnuto, že technické řešení bude zpracováno dle rozsahu kategorií členění celostátních tratí (kategorizace tratí – viz kapitola č. 1.5.). Ekonomické hodnocení je ve studii proveditelnosti zpracováno pro vybranou železniční síť sloužící zejména pro tranzitní železniční dopravu.

Etapizace výstavby je dána prioritou nasazení GSM-R na síti celostátních drah. V rámci prací na této studii bylo konstatováno, že jednoznačnou prioritou je vybavení všech národních koridorů (1-4.) spojujících českou síť s transevropskými tratěmi. Další prioritu tvoří některé tratě AGTC a další tratě, spojující národní tranzitní koridory považované zadavatelem jako strategické.

Studie proveditelnosti je vypracována v souladu s dokumenty EU, Evropských společenství, Evropské investiční banky a národními dokumenty.

### 1.2. Vazba studie na ostatní investice SŽDC s.o. a ČD a.s.

#### 1.2.1. Všeobecně

Problematikou nasazení GSM-R se ČD zabývaly od roku 1994, kdy se zapojily do financování projektu EIRENE, který zastřešuje aplikaci GSM-R u evropských železnic. Celoevropské nasazení systémů GSM-R a nezbytnost zajištění maximální interoperability nedává prostor na variantní řešení. V roce 2000 zpracovala společnost SUDOP Brno s.r.o. pro zadavatele ČD s.o. „Studii proveditelnosti zavedení GSM-R do provozu Českých drah“. Tato studie byla prvotním krokem pro nasazení GSM-R na území České republiky a byla vstupním podkladem pro zahájení přípravy pilotního projektu a následných staveb, řešících vybavení tratí systémem GSM-R.

V roce 2003 došlo na základě zákona č.77/2002 Sb. („Transformační zákon“) ke zřízení dvou právních nástupců Českých drah, státní organizace:

- ☐ České dráhy, akciová společnost (ČD);
- ☐ Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (SŽDC).

Odpovědnost za budování a údržbu infrastruktury převzala společnost SŽDC s.o. a v důsledku toho, jí připadla úloha zajišťovat výstavbu stacionární části GSM-R.

#### 1.2.2. Pilotní projekt GSM-R

V letech 2004-2005 proběhla realizace pilotního projektu GSM-R na 1. tranzitním železničním koridoru v úseku Děčín, st. hranice – Praha – Kolín. Tímto počínem došlo k vybudování základu digitální sítě pro mobilní komunikaci, zvláště vyvinuté pro potřeby

železnic, která jako jediný rádiový komunikační prostředek splňuje podmínky interoperability třídy A pro evropský konvenční železniční systém podle Směrnice 2001/16/EC respektive podle TSI – technických specifikací interoperability pro subsystém Řízení a zabezpečení (CCS).

V případě GSM-R bylo hlavním cílem pilotního projektu:

- ☐ vybudování NSS - síťového a spínacího subsystému, tedy jakési „ústředny“ či jádra nového komunikačního systému;
- ☐ vybavení úseku cca 200km trati BSS - subsystémem základnových radiostanic;
- ☐ ověření a získání zkušeností především s organizačním začleněním nově vznikající sítě mobilní komunikace do stávajícího uspořádání drážních komunikačních systémů, organizací jejího provozu a dále získání zkušeností s praktickou realizací jednotlivých subsystémů sítě, pro její co nejefektivnější rozšiřování již v rámci rutinních staveb.

Otázky technického charakteru nebyly podstatou řešení pilotního projektu. Většina technických problémů má standardní řešení a šlo především o získání zkušeností pro jejich praktickou realizaci. Jednalo se zejména o otázky:

- ☐ osvojení si návrhu plánování rádiového pokrytí sítě včetně jeho ověření měření;
- ☐ zajištění dostatečné kapacity, kvality a dostupnosti komunikačních cest pro spojení jednotlivých subsystémů nové sítě;
- ☐ stanovení co nejefektivnější technologie při výstavbě zejména jednotlivých BTS – základnových radiostanic;
- ☐ vytvoření technologických postupů pro přejímací řízení jednotlivých subsystémů sítě, v případě BTS se bude jednat až o stovky opakovaných postupů.

Stěžejním úkolem aplikační fáze pilotního projektu GSM-R je stanovit a ověřit postupy především organizačního charakteru:

- ☐ začlenění sítě GSM-R do stávajících komunikačních systémů a následný přechod (migrace) mezi těmito systémy;
- ☐ organizace provozu sítě GSM-R;
- ☐ organizace zajištění provozu sítě GSM-R.

Realizaci pilotního projektu zajistila firma KAPSCH, a financování projektu bylo zajištěno z negarantovaného bankovního úvěru.

### **1.2.3. Studie „Koncepce vybavení tratí 3. a 4. tranzitního koridoru systémem vlakového zabezpečovače“**

V roce 2004 zpracovala společnost SUDOP PRAHA a.s. pro zadavatele SŽDC s.o. studii „Koncepce vybavení tratí 3. a 4. tranzitního železničního koridoru a dalších tratí zařazených do evropského konvenčního železničního systému technickými prostředky pro zjišťování volnosti a obsazenosti kolejových úseků a systémem vlakového zabezpečovače“.

Závěry studie lze shrnout do těchto bodů:

#### **V oblasti národního vlakového zabezpečovače LS a nasazení ETCS:**

- ☐ V rámci staveb modernizace tranzitních koridorů 3. a 4. budovat automatický blok s národním systémem LS.
- ☐ Důvodem pro použití systému LS je termín ukončení pilotního projektu ETCS, jehož první výsledky budou k dispozici koncem roku 2008.
- ☐ Systém LS bude sloužit jako záložní systém při výpadku ETCS a umožní postupnou migraci od národního systému k ETCS.

- Na tratích národních tranzitních koridorů a tratích zařazených do AGTC budovat ETCS úroveň 2, který využívá datový kanál GSM-R.
- Upřesnit časový harmonogram realizace dílčích úseků staveb ETCS na jednotlivých ramenech 3. a 4. tranzitního železničního koridoru v návaznosti na postup přípravy a realizace staveb modernizace a doprovodných staveb GSM-R.

#### **V oblasti GSM –R:**

- Urychleně přistoupit k radiovému plánování („Plánování sítě“) na vybraných tratích.
- Zahájit přípravu staveb GSM-R po zpracování „Plánování sítě“ s využitím zkušeností z realizace pilotního projektu GSM-R.
- Zajistit v rámci jednotlivých staveb modernizace a optimalizace stavební připravenost pro základnové stanice BTS systému GSM-R.
- Upřesnit časový harmonogram realizace dílčích úseků staveb GSM-R na jednotlivých ramenech 3. a 4. tranzitního železničního koridoru v návaznosti na postup přípravy a realizace staveb modernizace a optimalizace.
- Realizovat stavby GSM-R v předstihu před nasazením ETCS.

Některé závěry studie již byly realizovány, a v současné době je ukončeno radiové plánování na 3. TŽK v úseku Beroun – Plzeň a Plzeň – Cheb. Na 4. TŽK je provedeno radiové plánování v úseku Praha – Benešov – Tábor a Tábor – České Budějovice.

#### **1.2.4. Zavedení Směrnice 2001/16/ES o interoperabilitě železnic**

V roce 2004 zpracovala firma ITALFERR z prostředků EU projekt: „Zavedení Směrnice 2001/16/EC o interoperabilitě železnic“. Označení projektu bylo následující: *EUROPEAID/114172/D/SV/CZ – Projekt č. CZ02-03-01*. Příjemcem projektu byla Česká republika a zadavatelem Ministerstvo financí České republiky – centrální finanční a kontraktační jednotka (CFKJ).

Cílem projektu bylo zajistit zapojení sítě Českých drah do transevropské železniční sítě zavedením Směrnice 2001/16/EC o interoperabilitě konvenční železniční sítě.

Pro práci na projektu byl sestaven Řídící výbor složený ze zástupců zadavatele, Ministerstva dopravy ČR, SŽDC s.o a ČD a.s. Ve shodě s Řídícím výborem se rozsah práce na tomto projektu technické pomoci omezil na ty traťové úseky české železniční sítě, určené na základě rozhodnutí 1692/96/EK v souladu s přílohou 1. směrnice 2001/16/ES.

Interoperabilní konvenční síť zahrnovala v době práce na projektu především :

- všechny národní koridory spojující českou síť s trans-evropskými tratěmi,
- některé tratě AGTC a tratě spojující národní koridory uvedené ministerstvem dopravy jako strategické.

Celkový rozsah interoperabilní konvenční sítě, dle popisu výše, je 2441 km, tj. 25,8% z celkové české železniční sítě.

Po vydání směrnice 2004/50/ES v dubnu 2004, která rozšířila rozsah směrnice 2001/16/ES postupně na celý konvenční železniční systém (s některými menšími výjimkami), Řídící výbor souhlasil s tím, aby analýzy a příslušné návrhy zaměřené na definování nezbytných opatření, které by měly být zavedeny na zbývajících tratích české železniční sítě tak, aby vyhověly požadavkům konvenční interoperability, byly projednány mimo tento projekt technické pomoci.

Závěrem lze konstatovat, že tento projekt dospěl ke stejnému pohledu za konvenční síť železnic v České republice, jako zpracovatel studie proveditelnosti „GSM-R pro síť

celostátních drah ČR“ a rozsah sledovaných tratí první priority je zhruba stejný. Studie ITALFERR „Zavedení Směrnice 2001/16/EC o interoperabilitě železnic“ stanovila jako jednoznačnou prioritu pro dosažení interoperability železnic, zavedení systému ERTMS s tím, že prioritou je budování a rozšiřování systému GSM-R. Z hlediska potřeby investičních prostředků je studie ITALFERR ve shodě se studií proveditelnosti s tím, že v některých úsecích byly upřesněny investiční náklady na základě podrobnější analýzy stávajícího stavu.

Některé závěry tohoto projektu jsou převzaty do kapitoly 1.4 studie proveditelnosti.

### 1.3. Vztah studie k platné legislativě

Česká republika je od 1.5.2004 členem Evropské unie. Dosažení kompletní funkčnosti a interoperability železniční sítě je pro ni důležitým cílem a významným celoevropským trendem. Do interoperabilního evropského železničního systému byly původně zařazeny tratě transevropské železniční sítě nákladní dopravy (TERFN). Její součástí je v České Republice zatím cca 26% tratí.

Po vydání směrnice 2004/50/ES v dubnu 2004, která rozšířila rozsah směrnice 2001/16/ES postupně na celý konvenční železniční systém (s některými menšími výjimkami), je závazné v cílovém stavu aplikovat interoperabilitu včetně nasazení GSM-R na síť celostátních drah v České republice.

Směrnice 2001/16/ES se do naší legislativy nejdříve promítla prostřednictvím zákona č.266/1994 Sb., o drahách, ve znění zákona č.103/2004 Sb a zákona č.22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů.

Poslední novela zákona č.266/1994 Sb., o drahách, ve znění zákona č. 181/2006 Sb. a zákona č. 191/2006 Sb. zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství.

Na směrnici 2001/16/ES navazují Technické specifikace pro interoperabilitu (TSI), které stanovují charakteristiky každého interoperabilního prvku nebo systému. Aplikace Technických specifikací pro interoperabilitu jsou v našem právním prostředí řešeny vyhláškou 352/2004 Sb., Ministerstva dopravy ze dne 20. května 2004 o provozní a technické propojenosti evropského železničního systému. Tato vyhláška ve svém § 2 stanovuje Prvky evropského železničního systému.

Struktura složená ze součástí drah evropské železniční sítě vybudované nebo modernizované pro vysokorychlostní nebo konvenční železniční dopravu a kombinovanou dopravu po železnici a vozidlový park drážních vozidel určených pro jízdu na této železniční síti jsou prvky evropského železničního systému.

Evropskou železniční síť tvoří tyto typy drah a jejich strukturální součásti:

- ☐ dráhy určené pro osobní dopravu;
- ☐ dráhy určené pro smíšenou dopravu (osobní a nákladní);
- ☐ dráhy zvláště projektované nebo modernizované pro nákladní dopravu;
- ☐ stanice a terminály osobní dopravy;
- ☐ terminály nákladní dopravy včetně překladišť mezi jednotlivými druhy dopravy;
- ☐ tratě dráhy spojující výše uvedené typy drah, stanice a terminály.

Součástí drah evropského železničního systému zahrnují zařízení pro řízení dopravy, k nimž patří zejména sledování pohybu drážních vozidel na železniční dopravní cestě a zabezpečovací systémy, technická zařízení pro zpracování dat a telekomunikační zařízení určená pro osobní a nákladní dopravu na železniční síti s cílem zaručit bezpečný a plynulý provoz systému a účinné řízení dopravy.



Vyhláška rovněž ve svém § 15 stanovuje základní požadavky na subsystém Řízení a zabezpečení:

(1) Řídicí, komunikační, ovládací a zabezpečovací zařízení a užívané postupy musí vlakům umožňovat jízdu na úrovni bezpečnosti, která odpovídá cílům stanoveným pro evropský železniční systém (ERTMS). Systémy řízení, ovládání, komunikace, návěstění a zabezpečení musí dále zajišťovat bezpečnou jízdu vlaků, kterým je povolena jízda za mimořádných podmínek náhradního nebo nouzového řízení dopravy.

(2) Veškeré nové součásti dráhy a veškerá nová kolejová vozidla vyrobená nebo sestavená po schválení slučitelných systémů řízení, komunikace, zabezpečovacího zařízení a návěstění, musí být přizpůsobena pro využití těchto systémů. Žádné zařízení nesmí narušovat bezpečnou činnost řídicích, ovládacích a zabezpečovacích zařízení.

(3) Řídicí, komunikační, ovládací a zabezpečovací zařízení instalované na stanovišti osob řídících kolejové vozidlo, musí při dodržení provozních podmínek umožnit normální provoz v celém evropském železničním systému, přičemž se respektují požadavky národních systémů.

Technické specifikace pro interoperabilitu subsystému „Řízení a zabezpečení“ byly poprvé vydány jako směrnice 2002/731/ES další změna týkající se přílohy A byla vydána jako směrnice 2004/447/ES později změněnou jako 2006/679/ES s upravujícími nařízeními 2007/153/ES a 2008/386/ES. V současné době byla vydána poslední změna v rámci 2009/561/ES ze dne 22. července 2009.

TSI subsystému „Řízení a zabezpečení“ jednoznačně zavazuje k nasazení GSM-R jako digitálního radiového systému, sloužícího k hlasové komunikaci a přenosu digitálních dat. Závěrem lze konstatovat, že nasazení GSM-R na síť celostátních drah v České republice je v souladu s evropskou i národní legislativou.

Dne 25. února 2004 bylo ze strany ČR reagováno vydáním Sdělení Ministerstva dopravy o výčtu železničních drah zařazených do evropského železničního systému 111/2004, kterým byly jednotlivé tehdy vedené tratě zařazeny do Transevropské železniční sítě nákladní dopravy (TERFN). V současné době tento dokument je již zastaralý a díky některým provedeným stavbám již neplatný a připravuje se jeho změna nejen v definici průjezdů jednotlivými uzly, ale i fyzické změny ve výčtu tratí. Plné znění je přílohou této studie.

#### **1.4. Interoperabilita a aplikace TSI subsystému „Řízení a zabezpečení“ na síti celostátních drah ČR**

Technické specifikace pro interoperabilitu subsystému „Řízení a zabezpečení“ je možné označit za TSI první priority. V rámci studie ITALFERR bylo odhadnuto, že celkové investice potřebné v příštích 10 letech pro splnění požadavků na interoperabilitu u české konvenční železniční sítě v důsledku TSI první priority budou činit cca 624 mil. Euro. Tato hodnota v zásadě vyplývá z realizace ERTMS na síti a z modernizace kolejových obvodů na vyšší úroveň rušivých proudů EMC. Problematika kolejových obvodů, není předmětem této studie. Nasazení ERTMS předpokládá nasazení GSM-R pro hlasovou a datovou komunikaci.

Část uvedené investice do systému ERTMS je třeba považovat z pohledu platné legislativy za povinnou a vztahuje se na ty tratě, které jsou plánovány pro obnovu a modernizaci. Je to případ tranzitního železničního koridoru 3. a 4., spojovací tratě mezi koridorem 1. a koridorem 2., tratě Děčín – Kolín – Brno a dalších tratí a hlavních uzlů v interoperabilní síti.

V případě tranzitního železničního koridoru 1. a 2. není formální povinnost zavést ERTMS, jelikož modernizační práce na těchto dvou koridorech byly prakticky skončeny a byla provedena rozsáhlá úprava stávajícího zabezpečovacího systému. Přesto jsou doporučovány další investice do realizace ERTMS na koridoru 1. a 2. z následujících důvodů.

Je rozumné předvídat strategii přechodu, která může představovat první fázi, kdy bude současně existovat národní konvenční zabezpečovací zařízení společně s analogovým radiovým systémem TRS a současně bude probíhat aplikace nasazení ERTMS, takže konvenční zabezpečovací a sdělovací zařízení bude k dispozici pro vlaky nevybavené ETCS a GSM-R. Umožní to různé kombinace smíšeného provozu a zabrání se tím mimořádnému finančnímu zatížení ČD a.s a ostatních dopravců, jejichž povinností by byla úprava celého parku vozidel.

Česká republika dává vysokou prioritu zavedení systému ERTMS na železniční síti. Jak již bylo uvedeno, v současné době je

- ☐ ukončena realizace pilotního projektu GSM-R v úseku Děčín – Praha – Kolín,
- ☐ ukončena výstavba GSM-R v úseku Kolín – Česká Třebová – Brno – Břeclav,
- ☐ ukončena výstavba GSM-R v úseku Břeclav – Přerov – Petrovice,
- ☐ ukončena výstavba GSM-R v úseku Ostrava – st. hranice a Přerov – Česká Třebová,
- ☐ ukončena výstavba GSM-R v úseku Děčín východ – Všetaty – Kolín,
- ☐ se připravuje realizace staveb GSM-R v úseku Kolín – Havlíčkův Brod – Křižanov Brno, GSM-R uzel Praha (Beroun – Praha – Benešov), GSM-R III. koridor (Beroun – Plzeň – Cheb), stavba GSM-R IV. koridor Benešov – České Budějovice a stavba GSM-R Plzeň – České Budějovice,
- ☐ realizován pilotní projekt ETCS v úseku Poříčany – Kolín.

Oba úseky patří do 1. tranzitního železničního koridoru, který je prvním koridorem podle plánů SŽDC s.o., kde budou v plném rozsahu zavedeny systémy GSM-R a ETCS. Není pochyby o tom, že nejvyšší podíl spolufinancování EU bude věnován takovým železničním projektům, které podle předpokladu usnadní nejrychlejší dosažení interoperability v České republice. Podle současných předpokladů s ohledem na prioritu části 3. a 4. tranzitním koridoru v rámci prioritních projektů TEN – Transport se plánuje stavební dokončení obou těchto koridorů do konce roku 2017.

V září roku 2007 byl vydán implementační plán ČR, kterým se definují rozsahy plnění jednotlivých doporučení ES. V rámci tohoto implementačního plánu byly především nadefinovány priority v souvislosti s jednotlivými evropskými koridory, kde nejvyšší prioritu dostal koridor E, který na našem území kopíruje I.TŽK a shodnou prioritu dostala i jeho objízdná trasa Děčín – Mělník – Kolín – Havlíčkův Brod – Brno.

V rámci implementačního programu byly nadefinovány jednotlivé roky výstavby jak systému GSM-R, tak ETCS, pro jednotlivé TŽK (I - IV) bez definice ostatní sítě. Vzhledem k době vydání tohoto plánu a jeho závislosti na vyjmenované síti, jsou již některé části neaktuální, a proto byl v 03/2014 podán návrh na jeho úpravu.

## 1.5. Kategorizace tratí sítě celostátních drah ČR

Síť železničních tratí v České republice je pro různé účely dělena do skupin (kategorií). Současně platné dělení na tři kategorie I. kategorie (E) – koridory a vybrané celostátní tratě zařazené do evropské konvenční sítě, II. kategorie (C) – ostatní celostátní tratě a III. kategorie (R) – regionální tratě, neumožňuje dostatečně rozlišit požadavky na způsob řízení technologického procesu železničního provozu. Proto pro potřeby této studie je vhodné uvažovat s dalším účelovým dělením. Právě požadavky na způsob řízení provozu jsou z hlediska nároků na zabezpečovací a sdělovací zařízení rozhodující. V roce 2004 byla zpracována studie „Racionalizace na nekoridorových tratích nasazením dálkového ovládání a řízení“, která stanovila 5 kategorií tratí. Z toho dělení navrhuje vycházet při kategorizaci pro potřeby studie proveditelnosti „GSM-R pro síť celostátních drah ČR“

Z hlediska nasazení sdělovací a zabezpečovací techniky je tedy možné uvažovat s následující kategorizací tratí.

### 1.5.1. Kategorie A - Koridorové a vybrané hlavní tratě

Tratě tvořící základní páteřní železniční síť pro mezinárodní a tranzitní dopravu. Jedná se především o železniční tratě národních koridorů a další hlavní tratě na nichž se předpokládá pravidelná jízda vlaků tvořených klasickými soupravami rychlostí vyšší než 120 km/h.

Do této kategorie mohou být případně zařazeny další hlavní tratě tvořící s tratěmi kategorie A ucelená vozební ramena významná z hlediska mezinárodní dopravy a další tratě, které svým významem a dopravním provozem vyžadují centrální řízení z CDP.

Na základě povinností plynoucích členským státům EU ze směrnice 2001/16/EC, ve znění pozdějších směrnic, pro zajištění interoperability v evropském železničním konvenčním systému budou tratě této kategorie, postupně vybavovány systémy ERTMS (Evropský železniční řídicí systém). Jedná se především o jednotný mobilní digitální rádiový systém pro železnici GSM-R a systém jednotného evropského vlakového zabezpečovače ETCS.

Předpokládá se, že řízení dopravního procesu na těchto tratích bude zajištěno z národního centrálního dispečerského pracoviště, respektive pracovišť, která v budoucnu budou rovněž schopna poskytovat potřebné informace nadnárodním řídicím centrům evropských železničních koridorů podle zásad ERTMS (viz projekt OPTIRAILS).

Řízení dopravních procesů:

- ☐ podle SŽDC D1;
- ☐ traťový úsek řízen vždy jako celek mezi velkými dopravními uzly;
- ☐ ovládání dispečerem DOZ;
- ☐ národní systém VZ, traťová a staniční zabezpečovací zařízení třetí kategorie s počítačovým ovládáním a přenosem čísla vlaku na místní i centrální úrovni, v cílovém stavu doplněno systémy ERTMS.

### 1.5.2. Kategorie B - Hlavní tratě

Ostatní hlavní tratě pro osobní a nákladní dopravu tranzitního a dálkového charakteru, na nichž se předpokládá pravidelná jízda vlaků tvořených klasickými soupravami rychlostí nepřesahující 120 km/h. Do této kategorie mohou být případně zařazeny další tratě tvořící s tratěmi kategorie B dopravně významná ucelená vozební ramena.

Tratě této kategorie budou systémy ERTMS (GSM-R a ETCS) vybavovány v souladu s národní implementační strategií v druhé fázi (od roku 2015).

Předpokládá se, že řízení dopravního procesu na těchto tratích bude zajištěno z dispečerských pracovišť dálkového ovládání zabezpečovacího zařízení.

Řízení dopravních procesů:

- ☐ podle SŽDC D1;
- ☐ traťový úsek řízen vždy jako celek mezi velkými dopravními uzly;
- ☐ ovládání dispečerem DOZ;
- ☐ národní systém VZ, traťová a staniční zabezpečovací zařízení třetí kategorie s počítačovým ovládáním a přenosem čísla vlaku na místní i centrální úrovni, v cílovém stavu doplněno systémy ERTMS.

### **1.5.3. Kategorie C**

Vedlejší tratě s intenzitou dopravy, vyžadující předjíždění vlaků různé priority v nácestných stanicích. Předpokládá se jízda vlaků rychlostí do 100 km/h, použité systémy řízení a zabezpečení však po doplnění přenosu povolení k jízdě a funkce vlakového zabezpečovacího zařízení na hnací vozidlo nesmí bránit provozu rychlosti do 120 km/h.

Je nežádoucí snížení rychlosti přes stanici na 40 km/h u některých vlaků.

Mezistaniční oddíl není nutno dělit na více než dva traťové oddíly.

Není na závadu spolupráce vlakové čety při zajištění jízdních cest za mimořádných okolností.

Tratě této kategorie budou systémy ERTMS (GSM-R a ETCS) vybavovány, s ohledem na stávající stav přípravy a postup ověření těchto systémů, až ve třetí fázi (pravděpodobně ne dříve než po roce 2020).

Řízení dopravních procesů:

- ☐ podle SŽDC D1 a SŽDC (ČD) D7;
- ☐ traťový úsek řízen vždy jako celek mezi velkými dopravními uzly;
- ☐ řízení a ovládání dispečerem DOZ z vybrané stanice řízené oblasti nebo jiné vhodné stanice;
- ☐ vnitřní odbočné, pásmové, úsekové stanice ovládány dálkově, případně místně;
- ☐ za mimořádných okolností se očekává spolupráce vlakové čety při zajištění jízdních cest, traťová a staniční zabezpečovací zařízení třetí kategorie, v cílovém stavu trať doplněna systémy ERTMS. Systém řízení a zabezpečení musí umožnit doplnění přenosu povolení k jízdě na hnací vozidlo tak, aby byla možná jízda rychlostí do 120 km/h.

### **1.5.4. Kategorie D**

Vedlejší tratě s malou intenzitou dopravy, na kterých nedochází k předjíždění jiných vlaků než manipulačních. Manipulační vlak uvolňuje dopravní kolej cestou posunu. Předpokládá se jízda vlaků rychlostí do 60 (90) km/h.

U všech vlaků není na závadu snížení rychlosti přes stanici na 40 km/h.

Řízení dopravních procesů:

- ☐ podle SŽDC D1, D3 nebo také podle zvláštního předpisu;
- ☐ traťový úsek řízen vždy jako celek;
- ☐ řízení a ovládání dispečerem, z vybrané stanice řízené oblasti nebo jiné vhodné stanice, resp. dirigujícím dispečerem;

- navrhované vybavení trati: radioblok, traťový souhlas nebo jinak řešené zabezpečení protisměrných jízd, včetně zjišťování volnosti mezistaničních úseků.

#### 1.5.5. Kategorie E

Odbočné tratě s koncovou stanicí, na kterých se může vyskytovat jen jeden vlak. Další vlak může vyjet na trať až po návratu předchozího vlaku. Předpokládá se jízda vlaků rychlostí do 100 km/h.

Řízení dopravních procesů:

- podle SŽDC D1 nebo D3, s tím že cílovým stavem je SŽDC D3;
- řízení výpravčím z přilehlé stanice, respektive dirigujícím dispečerem;
- navrhované vybavení trati: zabezpečovací zařízení, které je schopno zabránit odjezdu následného vlaku před návratem předchozího z výchozí stanice – funkce traťového klíče nebo počítač náprav (režim dovnitř/ven, reset).

Z výše uvedeného vyplývá, že pro potřeby této studie je možné vycházet z této kategorizace a použít ji pro potřeby nasazení GSM-R. V rámci této studie bude technické řešení zpracováno pouze v rozsahu kategorií A – C členění celostátních tratí.

Ekonomické hodnocení je ve studii proveditelnosti zpracováno pro vybranou železniční síť sloužící zejména pro tranzitní železniční dopravu. Konkrétně jde o úseky: I. koridor (Děčín – Praha – Kolín, Kolín – Česká Třebová – Brno – Břeclav), II. koridor (Břeclav – Přerov – Petrovice), III. koridor (Beroun – Plzeň – Cheb, Ostrava – st. hranice a Přerov – Česká Třebová), IV. koridor (Benešov – České Budějovice – Horní Dvořiště), uzel Praha (Beroun – Praha – Benešov), Děčín východ – Všetaty – Kolín, Kolín – Havlíčkův Brod – Křižanov Brno a Plzeň – České Budějovice.

### 1.6. Rozdělení sítě celostátních drah ČR do skupin

#### TABULKA KATEGORIZACE TRATÍ

Význam jednotlivých sloupců a použitých značek:

Číslo sloupce:	1 - číslo trati
	2 - kategorie trati dle studie
	3 – název začátku tratě
	4 – název konce tratě
	5 - celková stavební délka tratě uvedená v km

Kategorie D a E nejsou součástí technického řešení studie

1	2	3	4	5
10	A	Česká Třebová	Praha-Libeň	159,9
11	A	Praha-Libeň	Praha Holešovice	6,8
70	A	Praha hl.n	Praha-Vysočany	5,2
72	A	Lysá nad Labem	Ústí nad Labem západ	96,0
73	A	Ústí nad Labem Střekov	Děčín hlavní n.	27,3
90	A	Kralupy nad Vltavou	Děčín hl.nádr.	102,0
91	A	Praha-Holešovice	Kralupy nad Vltavou	24,0
98	A	Děčín hl.n.	Dolní Žleb st.hr.	10,8
170	A	Beroun	Cheb	177,0
171	A	Praha hl.n.	Beroun	43,0
196,81	A	Horní Dvořiště st.hr.	České Budějovice	58,8
220	A	České Budějovice	Benešov u Prahy	115,6
221	A	Benešov u Prahy	Praha-Vršovice	50,5
230	A	Havlíčkův Brod	Kolín	75,3
231	A	Lysá nad Labem	Praha-Vysočany	30,2
231	A	Praha-Libeň	Praha-Vysočany	1,6
231	A	Kolín	Nymburk hl.n.	24,7
231	A	Nymburk hl.n.	Lysá n. L.	15,0
250	A	Lanžhot st.hr.	Brno hl.n.	67,0
250	A	Brno hl.n.	Havlíčkův Brod	121,0
260	A	Brno hl.n.	Česká Třebová	89,1
270	A	Bohumín	Přerov	96,3
270	A	Prosenice	Dluhonice	14,8
270	A	Přerov	Česká Třebová	109,9
280,84	A	Horní Lideč st.hr.	Hranice na Moravě	71,2
320	A	Mosty u Jabl. st.hr.	Bohumín	49,0
320	A	Petrovice u K. st.hr.	Dětmárovice	20,9
320	A	Odb. Koukolná	Odb. Závada	1,2
321	A	Český Těšín	Polanka nad Odrou	37,9
321	A	odb.Odra	Ostrava-Svinov	4,3
330	A	Přerov	Břeclav	94,6
801,8	A	Břeclav	Břeclav st.hr.	5,0
813	A	Cheb	Cheb st.hr.	10,6
011/231	A	Praha-Libeň	Praha Masaryk.nádr.	4,4
210/221	A	Praha-Vršovice	Praha hl.n.	2,3
833/836	A	Bohumín st.hr.	Bohumín	3,3
	A	Děčín východ	Děčín-Prostřední Žleb	4,0
20	B	Choceň	Velký Osek	100,8
21	B	Lichkov st. hr.	Letohrad	23,3
24	B	Letohrad	Ústí nad Orlicí	15,3
60	B	Nymburk hl. n.	Poříčany	15,4
90,130	B	Ústí nad Labem jih	Ústí nad Labem záp.	1,8

130	B	Ústí nad Labem hl.n.	Most	48,9
130	B	Chomutov	Most	24,2
131	B	Ústí nad Labem západ	Bílina	27,1
140	B	Chomutov	Cheb	112,0
180,81	B	Plzeň Jižní předm.	Česká Kubice st.hr.	72,6
190	B	České Budějovice	Plzeň hl.nádr.	139,0
199	B	České Velenice	České Budějovice	50,0
225	B	Veselí nad Lužnicí	Jihlava	94,0
226	B	České Velenice	Veselí nad Lužnicí	55,0
300	B	Přerov	Brno hl.n.	89,1
316	B	Ostrava-Svinov	Opava východ	28,0
831	B	Lichkov	Lichkov st.hr.	2,6
199/804	B	České Velenice st.hr.	České Velenice	0,4
	B	Opatovice nad Labem	Odb. Plačice	3,9
	B	Odb. České Zlatníky	Obrnice	1,9
21	C	Hanušovice	Lichkov	25,0
21	C	Letohrad	Týniště nad Orlicí	40,2
26	C	Týniště nad Orlicí	Meziměstí st.hr.	68,5
30	C	Jaroměř	Liberec	121,6
31	C	Pardubice	Jaroměř	39,0
32	C	Jaroměř	Trutnov hl.n.	52,6
40	C	Chlumec nad Cidlinou	Trutnov	102,8
41	C	Hradec Králové hl.n.	Turnov	82,6
61	C	Jičín	Nymburk město	42,7
70	C	Praha-Vysočany	Turnov	98,2
71	C	Nymburk hl.n.	Mladá Boleslav hl.n.	27,2
80	C	Bakov nad Jizerou	Česká Lípa hl.n.	44,3
81	C	Benešov	Rumburk	50,0
81	C	Česká Lípa hl.n.	Děčín východ hor.n.	31,4
86	C	Česká Lípa hl.n.	Liberec	60,5
88	C	Rumburk	Jiříkov st.hr.	6,9
89	C	Rybniště	Varnsdorf st.hr.	12,0
110	C	Kralupy nad Vltavou	Most	87,3
120	C	Praha-Bubny	Chomutov	125,3
120	C	Praha Masar.nádraží	Prah Bubny	0,8
122	C	Praha-Smíchov spol.n.	Hostivice	20,0
122	C	Rudná u Prahy	Odb. Jeneček	7,8
123	C	Žatec západ	Obrnice	29,3
124	C	Lužná u Rakovníka	Rakovník	9,7
126	C	Louny předměstí	Rakovník	44,2
127	C	Louny	Postoloprty	11,3
160	C	Plzeň hl.n.	Žatec západ	106,3
173	C	Praha-Smíchov	Beroun-Závodí	32,3
174	C	Rakovník	Beroun	43,5
183	C	Plzeň hl.n.	Železná Ruda st.hr.	97,4
185	D	Horaždovice předm.	Klatovy	59,6

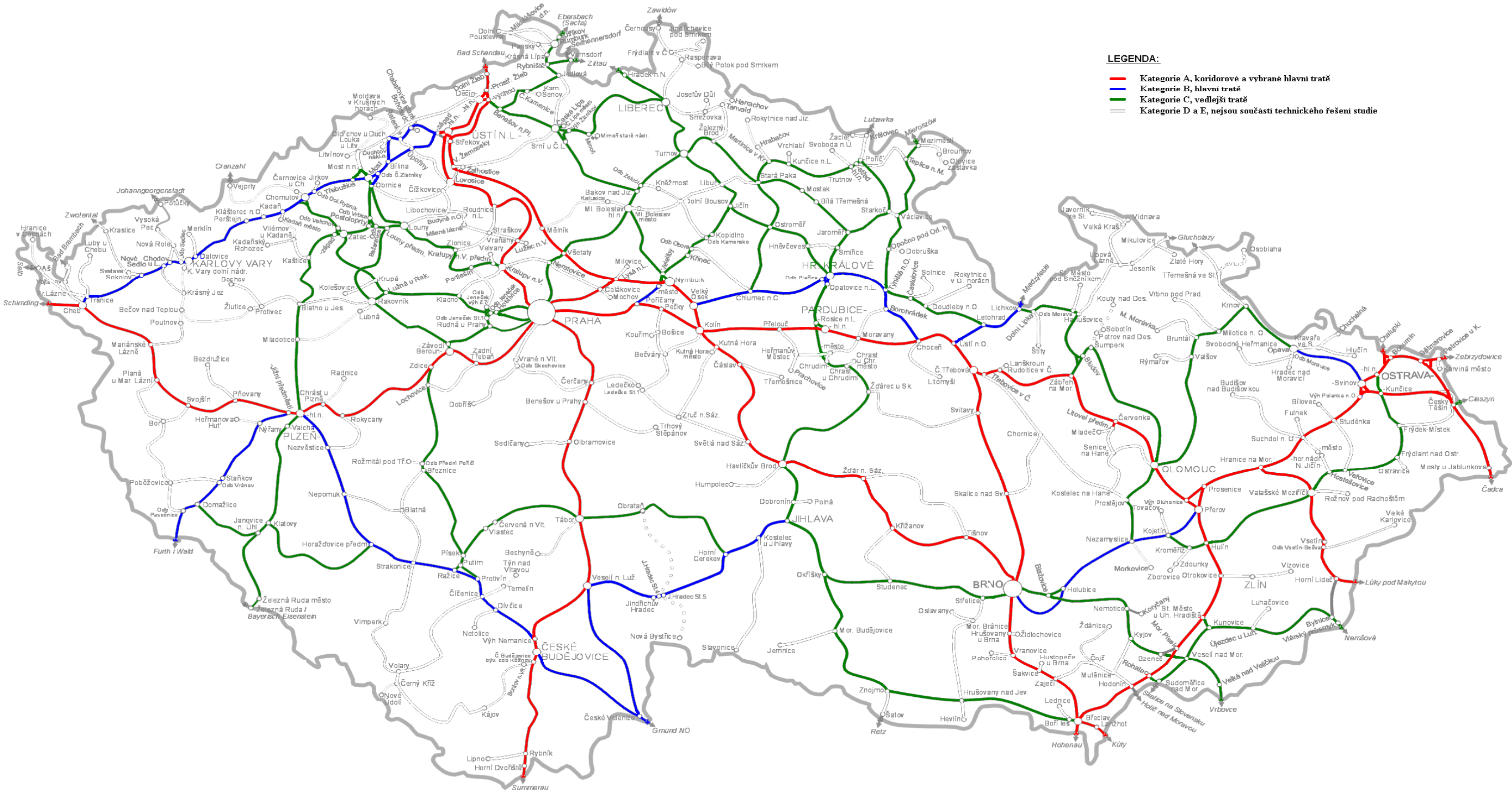
185	C	Janovice nad Úhlavou	Domažlice	32,3
200	C	Zdice	Protivín	103,3
201	D	Tábor	Ražice	68,0
224	D	Horní Cerekev	Tábor	70,1
238	C	Havlíčkův Brod	Rosice nad Labem	93,7
240	C	Brno hl.n.	Havlíčkův Brod	131,0
241	C	Znojmo	Okříšky	70,0
246	C	Břeclav	Znojmo	71,8
290	C	Šumperk	Olomouc hl. n.	57,0
291	C	Zábřeh na Moravě	Bludov	8,9
292	C	Hanušovice	Šumperk	85,3
301	C	Olomouc	Nezamyslice	40,0
303	C	Valašské Meziříčí	Kojetín	61,0
310	C	Opava východ	Krnov	29,0
310	C	Krnov	Olomouc	88,0
323	C	Ostrava hl.n.	Valašské Meziříčí	72,9
340	C	Veselí nad Moravou	Uh. Hradiště	18,0
340	C	Veselí nad Moravou	Brno hl.n.	69,5
340	C	Blažovice	Holubice	3,7
341	C	Vlářský průsmyk st.hr.	St.Město u U.Hradiště	68,0
343	D	Rohatec	Veselí nad Moravou	19,8
344	D	Velká nad Veličkou st.hr.	Veselí nad Moravou	22,3
835	C	Český Těšín	Český Těšín st.hr.	1,1
89,828/829	C	Liberec	Hrádek n.Nisou st.hr.	21,0
	C	Odb. Jeneček st. 1	Odb. Jeneček výh. č. 7	0,8
	C	Žatec západ	Odb. Velichov	1,3
	C	Odb. Bažantnice	Odb. Vrbka	0,8
	C	Most	Most nové nádr.	2,8
	C	Třebošice	Most nové nádr.	4,0
	C	Srní u České Lípy	Žizník	4,9
15	D	Přelouč	Prachovice	21,7
33	C	Václavice	Starkoč	3,6
37	C	Liberec	Černousy st.hr.	40,1
43	D	Trutnov-Poříčí	Královec st.hr.	15,2
64	C	Mladá Boleslav hl.n	Mladá Boleslav město	6,5
92	C	Kralupy nad Vltavou	Neratovice	18,2
93	C	Kladno	Kralupy nad Vltavou	25,4
121	C	Odb.Jeneček	Podlešín	29,1
133	D	Jirkov	Odb. Dolní Rybník	2,1
134	D	Oldřichov u Duch.	Louka u Litvínova	11,5
135	D	Most nové nádr.	Louka u Litvínova	10,7
137,83	D	Chomutov	Vejpřty st.hr.	57,9
142,83	D	Karlovy Vary	Potůčky st.hr.	41,0
147	D	Františkovy Lázně	Aš st.hr.	22,4
148	C	Cheb	Vojtanov st.hr.	19,4
210	C	Praha-Křč	Praha-Vršovice	6,1



248	C	Šatov st.hr.	Okříšky	82,4
273	D	Senice na Hané	Červenka	15,4
275	D	Prostějov hl. n.	Kostelec na Hané	6,9
283	D	Bylnice	Horní Lideč	18,1
92	C	Krnov	Jindřichov ve Slezsku st.h.	26,6
92	C	Mikulovice st.hr.	Hanušovice	51,8
331	C	Zlín střed	Otrokovice	10,9
332	C	Hodonín	Hodonín st.hr.	3,6
342	C	Bzenec	Moravský Písek	5,5
346	D	Újezdec u Luhačovic	Luhačovice	10,3
847	D	Sudoměřice n.M.st.hr.	Sudoměřice n.M.	0,6
111	E	Kralupy n.Vlt. předm.	Velvary	8,0
125	E	Krupá	Kolešovice	12,1

MAPA KATEGORIZACE TRATÍ

- LEGENDA:
- Kategorie A, koridorové a vybrané hlavní tratě
  - Kategorie B, hlavní tratě
  - Kategorie C, vedlejší tratě
  - Kategorie D a E, nejsou součástí technického řešení studie



## 2. Podkladová část

### 2.1. Vybavení sítě celostátních drah ČR optickými kabely

V rámci postupu modernizace tratí se s celosvětovým přechodem na digitální spojovací a přenosové systémy podél Českých drah budují optické kabely. Program budování optických kabelů se značně přizpůsobuje potřebám a názorům na zabezpečení řízení železničního provozu. V prvopočátku vedení dráhy striktně požadovalo budovat optické kabely SM o kapacitě max. dvanácti vláken. Tento bohužel úsporný požadavek přežíval z analogového prostředí, kdy jednotkou byly okruhy s pásmem 0,4-4kHz, které pro digitální přenos v TDM technologii si vyžádaly datový kanál o kapacitě 64kbps. Následný přechod na nové digitální technologie a využívání optických spojů pro zařízení zab.zař. které klade důraz na striktně uzavřený systém, si vyžádal použití optických kabelů s větším počtem vláken. Dnes je tedy standardem optický kabel o kapacitě 36 resp. 72 vláken. Z důvodu již zmíněné uzavřenosti systému u zabezpečovacích zařízení nelze u dnešních 12-ti vláknových kabelů výrazně zvýšit kapacitu použitím vlnových multiplexů a tedy v krátké době může volba omezení optických kabelů na 12 vláken vyvolat potřebu zafouknout další optický kabel, popřípadě tento nahradit za nový s větším počtem vláken.

Pro presentování nutnosti použít OK s větším počtem vláken je možné uvést rekapitulaci vláken, kterou jsme řešili na trati Přerov – Polanka v souvislosti s DOZ Přerov – Břeclav:

<input type="checkbox"/> Zab.zař	6 vláken
<input type="checkbox"/> Sdělovací systém	2 vlákna
<input type="checkbox"/> Rezerva na GSM-R	2 vlákna
<input type="checkbox"/> Rezerva pro ETCS	2 vlákna
<input type="checkbox"/> Celkem	12 vláken

Pro GSM-R a ETCS se navrhují vždy samostatná vlákna, neboť s ohledem na dislokaci BTS a prvků ETCS je nezbytné kabel vyvádět v mezistaničních úsecích. Z tohoto důvodu je vhodné tyto systémy kombinovat se staniční sdělovací a řídicí technologií pouze omezeně.

Výše uvedený výčet okruhů nepostihuje veškeré možné nároky a presentace, pouze úvahy související s zaváděním DOZ Přerov – Polanka. Z dalšího je patrné, že co se týče GSM-R nemusíme vždy vyjít s rezervou 2 vláken na GSM-R ale lze předpokládat i použití tří párů vláken (dle konfiguračních a terénních podmínek) a dá se předpokládat i použití dalších systémů, jako je kamerové sledování tratí a zastávek, budování vizuálních informačních systémů na zastávkách a v budoucnu i vyšší využití optických vláken v systémech zab. zař. V současné době se dispečerské řízení u SŽDC začíná budovat a tudíž je vhodné počítat s určitou rezervou v optických vláknech.

S ohledem na výše uvedené navrhujeme v dalších stavbách použít optických kabelů s minimálním profilem 36 vláken, z čehož navrhujeme ve všech (i malých) žst oboustranně vyvádět 16 popřípadě 24 vláken, neboť v dnešní době se optická vlákna již rozšiřují z magistralních spojů i na přístupovou vrstvu.

V přechodném období se u ČD používaly i t.zv kombinované kabely, tj. metalické kabely s optickými prvky. Použití těchto kabelů se omezovalo pouze na regionální tratě.

S ohledem na zhoršené přenosové parametry, ztíženou opravitelnost a minimalizaci úspor vůči tradiční pokládce optického kabelu se tento záměr dále nepodporuje.

Na majetku Českých drah je vybudována samostatná optická kabelová síť firmy ČD-Telematika, která slouží komerčním potřebám. V tomto kabelu má SŽDC smluvně vyhrazen malý počet vláken, nicméně s ohledem na již na nich provozované systémy s nimi nelze počítat pro potřeby GSM-R. Důvodem tohoto malého počtu vláken pro potřeby ČD, dnes SŽDC, byly v té době platné názory na optické přenosy, které již byly komentovány u stávajících OK s 12-ti vlákny.

## **2.2. Vybavení sítě celostátních drah ČR přenosovými sdělovacími systémy**

Přenosové systémy v síti SŽDC dokumentují celosvětový vývoj v digitální přenosové technologii, tj. jsou zde použity multiplexy PDH I.řádu, III.řádu, SDH systémy, ATM systémy a datové routery a switche propojené optickými převodníky. S ohledem na přechod od tradiční TDM technologie k datové technologii založené na ethernetu, se v poslední době používají vyšší přenosové rychlosti. Z tohoto důvodu se v síti optických kabelů SŽDC začínají jednotně používat SDH přenosové systémy o kapacitě STM-1-4-16 se zakomponovaným switchem.

Topologie GSM-R je založená na zaokruhovaných okruzích E1 propojujících 4-5 BTS stanovišť (vysílací bod) na stanici BSC (základní řídicí jednotka sítě GSM). To si vyžádá značný nárok na okruhy E1. S ohledem na terénní reliéf krajiny, respektive začlenění tratě do terénu a šíření el.mag. pole v použitém rádiovém pásmu, v žádném případě nevyjdeme s situováním bodu BTS do železničních stanic. Cena BSC stanic vede u ČD, respektive SŽDC k malému počtu BSC stanic centralizovaných k ústřednám, co však vede k růstu nároků na přenosové systémy. Proto lze přenosový systém, zabezpečující potřeby GSM-R, rozdělit na dvě úrovně a to

- ☐ liniovou (překryvnou), kterou je řešeno napojení BTS skupin (uspořádaných po 4-5 BTS) do BSC stanice;
- ☐ přístupovou, kterou jsou řešena propojení těchto BTS v jedné oblasti.

Pro první úroveň se nově navrhuje použití přenosového systému STM-4, který bude současně zabezpečovat i běžné rutinní systémy železničních uzlů. Na přístupovou úroveň se navrhuje použít optomodemy, systémy STM-1 či jiné přenosové systémy s menší kapacitou (ale s rozhraním IP) a tedy lacinější. Nutno konstatovat, že sjednocení obou vrstev do jedné by zvýšilo pravděpodobnost havárie při napadení systému, neboť přes takto koncipovaný systém s omezenou možností zálohování napájení v bodech BTS a sníženou odolností před cizím napadením, by běžely veškeré i magistralní spoje. S ohledem na plánovanou centralizaci řízení dopravy do dispečerských center se navrhuje do přenosové sítě doplnit vyšší překryvnou úroveň, která by byla řešena přenosovým systémem o kapacitě STM-16.

## **2.3. Vybavení sítě celostátních drah ČR radiovými systémy**

Rádiové systémy na celostátních železničních tratích jsou dnes po stránce infrastruktury v majetku SŽDC. Tyto lze rozdělit dle pásma, principu činnosti a nasazení do tří rozličných skupin a to

- ☐ Systémy MRTS, tj. rádiové sítě v pásmu 150MHz, zabezpečující technologické a organizační procesy v železničních stanicích.

- Systémy TRS, tj. rádiové sítě TRS pracující s rotující skupinou kmitočtů v pásmu 460MHz, zabezpečující spojení s jednou lokomotivou a spojení s údržbou na železniční trati; do této skupiny patří i dosluhující systémy „Zugfunk“ a „ASCOT“.
- Digitální systémy GSM-R, které mají nahradit v budoucnu oba tyto systémy.

Nutno konstatovat, že všechny tyto systémy s výjimkou GSM – R jsou navrženy na dnes dosluhující systém řízení dopravy z železničních stanic, kde důležitým a rozhodujícím řídicím článkem řízení dopravy je výpravčí. Celá stávající technologie TRS, MRTS (nově MRS), Zugfunk a ACSOM je konstruovaná na analogovém principu jako samostatný systém vybavený vždy separátními ovládacími terminály. V souvislosti s přechodem na dispečerský systém řízení jsou realizovány kroky, jak začlenit tyto systémy do dispečerských systémů řízení, nicméně vždy s určitým omezením daným historicky danou analogovou koncepcí. Tyto systémy nemohou nikdy plnohodnotně splnit všechny současné požadavky na tyto zastaralé systémy kladené. Změny, respektive doplnění systémů TRS a MRTS (nově MRS) je řešeno vždy v souvislosti se zaváděním dispečerského řízení. V souvislosti s zaváděním dispečerského řízení se rádiové systémy TRS a MRTS převádějí na IP propojení, co některé z omezení odstraňují. Urychlením přechodu na GSM-R by se omezily investice do přechodových stavů. Toto však není jen otázkou investiční, ale i úpravy platných předpisů.

Prosté napojením stávajících analogových systémů na digitální přenosové a spojovací systémy bez výrazné úpravy rádiové technologie se nezvýší spolehlivost těchto systémů, nicméně se značně znehodnotí přenosový řetězec a systém údržby.

## **2.4. Údržba sdělovacího zařízení na síti celostátních drah ČR**

Údržbu veškerého výše zmíněného zařízení v současné době smluvně řeší pro SŽDC organizace ČD – Telematika. Je nezbytné konstatovat, že s přechodem na digitální prostředí se snižují nároky na nastavování zařízení a rostou nároky na organizaci práce, pohotovosti, dohledy a s tím související problematiku. S tím je spojen i přechod od velkého počtu relativně levných pracovních sil k omezenému kolektivu velmi kvalifikovaných pracovníků, vybavených kvalitními dopravními prostředky a kvalitní diagnostickou aparaturou.

Kvalita údržby a provozuschopnost navrženého zařízení značně závisí na topologii systému, použitých komponentech a firemně zapracovaných opravných mechanismech, jakož i na situování bodů BTS a přístupových komunikacích k nim.

## 2.5. Tabulková část

### TABULKA STÁVAJÍCÍHO STAVU TECHNICKÉ VYBAVENOSTI TRATÍ

Význam jednotlivých sloupců a použitých značek:

- Číslo  
sloupce:
- 1 - číslo trati
  - 2 - kategorie trati dle studie
  - 3 - název začátku tratě
  - 4 - název konce tratě
  - 5 - celková stavební délka tratě uvedená v km
  - 6 - optická sdělovací kabelizace SŽDC (počet vláken)
  - 7 - optická sdělovací kabelizace ČD-T (počet vláken)
  - 8 – traťové radiové systémy
  - 9 - přenosové sdělovací systémy

Kategorie E a D nejsou součástí technického řešení

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	A	Česká Třebová	Praha Libeň	159,9	Projekt OK 36vl. Praha - Kolín; OK 12vl. Kolín - Uhersko; Projekt OK 36vl. Ústí n.O. - Uhersko	DOK, ZOK 36vl. Libeň - Pardubice	GSM-R/SELEKTIC	SDH STM4(16)
11	A	Praha Libeň	Praha Holešovice	6,8	DOK 36vl.	DOK, ZOK 36vl.		SDH STM4
70	A	Praha hl.n	Praha Vysočany	5,2	DOK 36vl		GSM-R	SDH STM4
72	A	Lysá n. Labem	Ústí n. Labem západ	96,0		ZOK 72vl.	GSM-R/TRS	SDH STM4(16)
73	A	Ústí n. Labem	Děčín hl.n.	27,3	DOK 36vl	ZOK 72vl.	GSM-R	SDH STM4

		Střekov						
90	A	Kralupy n. Vltavou	Děčín hl.n.	102,0	ZOK 36vl. Kralupy - Ústí n.L. sever, 12vl. Ústí n.L. sever - Děčín		GSM-R	SDH STM4(16)
91	A	Praha Holešovice	Kralupy n. Vltavou	24,0	DOK 36vl.		GSM-R	SDH STM4
98	A	Děčín hl.n.	Dolní Žleb st.hr.	10,8	OK 12vl.		ZUGFUNK	SDH STM4
170	A	Beroun	Cheb	177,0	Projekt DOK 36vl. Beroun - Zbiroh, Zbiroh - Rokycany, Rokycany - Plzeň; Projekt DOK 36vl. Plzeň - Stříbro, Stříbro - Planá, Planá - Cheb	ZOK 36vl. Beroun - Plzeň.; DOK 36vl. Plzeň - Cheb	TRS	SDH STM4
171	A	Praha hl.n.	Beroun	43,0		DOK, ZOK 36 vl.	TRS/GSM-R	SDH STM4
220	A	České Budějovice	Benešov u Prahy	115,6		DOK 36vl. Č.B - Veselí n.L.	TRS/GSM-R	
221	A	Benešov u Prahy	Praha Vršovice	50,5	OK 36vl.		TRS/GSM-R	–SDH STM4
230	A	Havlíčkův Brod	Kolín	75,3	Projekt 36vl.	ZOK 36vl.	TRS/GSM-R	SDH STM4
231	A	Lysá n. Labem	Praha Vysočany	30,2	Projekt 36vl.		TRS/GSM-R	SDH STM4
231	A	Praha Libeň	Praha Vysočany	1,6	OK 72 vláken	ZOK 72vl	GSM-R	SDH STM4
231	A	Kolín	Nymburk hl.n.	24,7	OK 24+72 vláken		TRS/GSM-R	SDH STM4
231	A	Nymburk hl.n.	Lysá n. L.	15,0		ZOK, DOK 36vl. Všetaty - Nymburk	GSM-R/SELEKTIC/TRS	SDH STM4
250	A	Lanžhot st.hr.	Brno hl.n.	67,0	OK 36vl. Lanžhot - Břeclav; Projekt OK 36vl. Břeclav - Brno	ZOK 36vl. Brno - Havl. Brod, ZOK 72vl. Brno - Břeclav - st. hranice		Projekt ús.Břeclav-Brno ONS, STM 4.řádu
250	A	Brno hl.n.	Havlíčkův Brod	121,0	Projekt 36vl.		GSM-R	SDH STM4
260	A	Brno hl.n.	Česká Třebová	89,1	OK 12vl.; OK 36vl.	DOK 36vl. Brno - Skalice n. S., DOK 72vl. Skalice n. S. - Č.	GSM-R	SDH STM 4(16)

						Třebová		
270	A	Bohumín	Přerov	96,3	OK 12vl.	ZOK, DOK 72vl. Hranice - Přerov	TRS	
270	A	Prosenice	Dluhonice	14,8			TRS	
270	A	Přerov	Česká Třebová	109,9	OK 12vl. Č.Třebová - Krásíkov; OK 36vl.	ZOK 36vl. Olomouc - Č. Třebová; OK Olomouc - Přerov - Hulín	TRS/GSM-R	SDH STM 4
320	A	Mosty u Jabl. st.hr.	Bohumín	49,0	OK 36vl.		GSM-R	SDH STM 4
320	A	Petrovice u K. st.hr.	Dětmárovice	20,9	OK 12vl.	DOK 72vl.	TRS/GSM-R	SDH STM4
320	A	Odb. Koukolná	Odb. Závada	1,2				
321	A	Český Těšín	Polanka nad Odrou	37,9	OK 36vl. Ostr.hl.n.- Kunčice	DOK 72vl.		SDH STM 4
321	A	odb.Odra	Ostrava Svinov	4,3			TRS	
330	A	Přerov	Břeclav	94,6	OK 12vl.	ZOK 72vl. Břeclav - Hulín; OK Olomouc - Přerov - Hulín	TRS/GSM-R	SDH STM 4
813	A	Cheb	Cheb st.hr.	10,6	OK 16vl.	DOK 72vl.	Projekt GSM-R	SDH STM4
?	A	Děčín východ	Děčín-Prostřední Žleb	4,0		DOK 72vl.	GSM-R	SDH STM4
011/ 231	A	Praha Libeň	Praha Masaryk.nádr.	4,4	OK 36 vl.		GSM-R	SDH STM4
196, 806	A	Horní Dvořiště st.hr.	České Budějovice	58,8	OK 12vl.	DOK 36vl., 72vl.	TRS/GSM-R	SDH STM4
210/221	A	Praha Vršovice	Praha hl.n.	2,3	Projekt OK 72vl.	ZOK 36vl.	GSM-R	Projekt ONS STM 4
280, 843	A	Horní Lideč st.hr.	Hranice na Moravě	71,2			TRS	
801, 802	A	Břeclav	Břeclav st.hr.	5,0		OK 72vl.		
833/ 836	A	Bohumín st.hr.	Bohumín	3,3	OK 24vl.		TRS	
20	B	Choceň	Velký Osek	100,8			TRS	
21	B	Lichkov st. hr.	Letohrad	23,3	Projekt OK 36vl. Letohrad - Lichkov			Projekt STM 4



24	B	Letohrad	Ústí n. Orlicí	15,3	Projekt 36vl.	DOK 36vl. H. Králové - Letohrad - Č. Třebová	Projekt GSM-R	Projekt STM 4
60	B	Nymburk hl. n.	Poříčany	15,4		DOK 36vl.	Projekt TRS/GSM-R	SDH STM4
130	B	Ústí n. Labem hl.n.	Most	48,9		DOK 72vl.	TRS	
130	B	Chomutov	Most	24,2		DOK 36vl.	TRS	
131	B	Ústí n. Labem západ	Bílina	27,1			TRS	
140	B	Chomutov	Cheb	112,0	OK 36vl. K.Vary - Kadaň	DOK 36vl. Most - Kadaň, Kadaň - K. Vary, K. Vary - Cheb	TRS	PDH 3.řádu
190	B	České Budějovice	Plzeň hl.n.	139,0	ZOK 12vl.	DOK 36vl.	TRS/GSM-R	PDH 3.řádu PHILIPS/ SDH STM4
199	B	České Velenice	České Budějovice	50,0	Projekt OK 36vl.		TRS/GSM-R	Projekt SDH STM4
225	B	Veselí n. Lužnicí	Jihlava	94,0		DOK 36vl.	TRS	
226	B	České Velenice	Veselí n. Lužnicí	55,0			TRS	
300	B	Přerov	Brno hl.n.	89,1			TRS/ASCOM	
316	B	Ostrava Svinov	Opava východ	28,0	OK 36vl.	DOK 72vl. Ostrava - Opava	TRS/GSM-R	SDH STM 4
831	B	Lichkov	Lichkov st.hr.	2,6	Projekt OK 36vl.			
090, 130	B	Ústí n. Labem jih	Ústí n. Labem záp.	1,8			GSM-R	
180, 811	B	Plzeň Jižní předm.	Česká Kubice st.hr.	72,6			TRS	
199/804	B	České Velenice st.hr.	České Velenice	0,4	Projekt OK 36vl.		TRS/GSM-R	SDH STM4
	B	Opatovice n. Labem	Odb. Plačice	3,9				
	B	Odb. České Zlatníky	Obrnice	1,9				
21	C	Hanušovice	Lichkov	25,0			TRS	
21	C	Letohrad	Týniště n. Orlicí	40,2		DOK 36vl H. Králové - Letohrad - Č. Třebová		
26	C	Týniště n. Orlicí	Meziměstí st.hr.	68,5			TRS	
30	C	Jaroměř	Liberec	121,6			Projekt	

							TRS/ASCOM/-	
31	C	Pardubice	Jaroměř	39,0		DOK 36vl. Pardubice - Hr. Králové	TRS	
32	C	Jaroměř	Trutnov hl.n.	52,6			TRS	
40	C	Chlumec n. Cidlinou	Trutnov	102,8				
41	C	Hradec Králové hl.n.	Turnov	82,6			TRS	
61	C	Jičín	Nymburk město	42,7				
70	C	Praha Vysočany	Turnov	98,2				
71	C	Nymburk hl.n.	Mladá Boleslav hl.n.	27,2		OK 36vl.		SDH STM4
80	C	Bakov n. Jizerou	Česká Lípa hl.n.	44,3	OK 36vl.		TRS	SDH STM4
81	C	Benešov	Rumburk	50,0				
81	C	Česká Lípa hl.n.	Děčín východ hor.n.	31,4			Projekt TRS	
86	C	Česká Lípa hl.n.	Liberec	60,5				
88	C	Rumburk	Jiříkov st.hr.	6,9				
89	C	Rybniště	Varnsdorf st.hr.	12,0				
110	C	Kralupy n. Vltavou	Most	87,3			TRS	
120	C	Praha Bubny	Chomutov	125,3			TRS/-	
120	C	Praha Masar.nádraží	Praha Bubny	0,8		DOK, ZOK 36 vl.		
122	C	Praha Smíchov spol.n.	Hostivice	20,0		DOK 72vl. Praha Smíchov - Hostivice		
122	C	Rudná u Prahy	Odb. Jeneček	7,8				
123	C	Žatec západ	Obrnice	29,3			TRS	
124	C	Lužná u Rakovníka	Rakovník	9,7				
126	C	Louny předměstí	Rakovník	44,2				
127	C	Louny	Postoloprty	11,3				
160	C	Plzeň hl.n.	Žatec západ	106,3	Kombinovaný kabel 16vl.		TRS	
173	C	Praha Smíchov	Beroun Závodí	32,3		36vl.	GSM-R	SDH STM4
174	C	Rakovník	Beroun	43,5			Projekt TRS	

183	C	Plzeň hl.n.	Železná Ruda st.hr.	97,4	ZOK 12vl. Plzeň - Klatovy		TRS/-	
185	D	Horažďovice předm.	Klatovy	59,6	Kombinovaný kabel 12vl. Horažďovice - Sušice		Projekt TRS/SELEKTIC	
185	C	Janovice n. Úhlavou	Domažlice	32,3				
200	C	Zdice	Protivín	103,3	Kombinovaný kabel 12vl.		TRS	PDH 3.řádu
201	D	Tábor	Ražice	68,0			TRS	
224	D	Horní Cerekev	Tábor	70,1	Kombinovaný kabel 12vl.		TRS	
238	C	Havlíčkův Brod	Rosice n. Labem	93,7				
240	C	Brno hl.n.	Havlíčkův Brod	131,0	Projekt OK 36vl. Jihlava - H.Brod	OK 72vl. Jihlava - H.Brod	TRS/GSM-R	Projekt SDH STM4
241	C	Znojmo	Okříšky	70,0				
246	C	Břeclav	Znojmo	71,8	Projekt OK 36vl.		TRS/-	Projekt STM 1
290	C	Šumperk	Olomouc hl. n.	57,0			TRS	
291	C	Zábřeh na Moravě	Bludov	8,9	OK 36 vl.	DOK 36vl. Zábřeh n. M. - Mikulovice	TRS	
292	C	Hanušovice	Šumperk	85,3		DOK 36vl. Zábřeh n. M. - Mikulovice	TRS	
301	C	Olomouc	Nezamyslice	40,0			TRS	
303	C	Valašské Meziříčí	Kojetín	61,0	OK 12vl. v úseku Val.Mež - Hulín (44 km)	DOK 72 vl.	TRS	ATM
310	C	Opava východ	Krnov	29,0			TRS	
310	C	Krnov	Olomouc	88,0			TRS	
323	C	Ostrava hl.n.	Valašské Meziříčí	72,9	OK 12vl.	DOK 72 vl.	TRS	ATM
340	C	Veselí n. Moravou	Uh. Hradiště	18,0			ASCOM	
340	C	Veselí n. Moravou	Blažovice	69,5	OK 12vl. Blažovice - Slavkov		ASCOM	PDH 1.řádu

340	C	Blažovice	Holubice	3,7	OK 12vl.		ASCOM	PDH 1.řádu
341	C	Vlářský průsmyk st.hr.	St. Město u U. Hradiště	68,0			ASCOM	
343	D	Rohatec	Veselí n. Moravou	19,8			ASCOM/-	
344	D	Velká n. Veličkou st.hr.	Veselí n. Moravou	22,3			ASCOM	
835	C	Český Těšín	Český Těšín st.hr.	1,1				
89, 828/829	C	Liberec	Hrádek n. Nisou st.hr.	21,0			Projekt TRS/ASCOM	
	C	Odb. Jeneček st. 1	Odb. Jeneček výh. č. 7	0,8				
	C	Žatec západ	Odb. Velichov	1,3				
	C	Odb. Bažantnice	Odb. Vrbka	0,8				
	C	Most	Most nové nádr.	2,8				
	C	Třebušice	Most nové nádr.	4,0				
	C	Srní u České Lípy	Žizník	4,9				
15	D	Přelouč	Prachovice	21,7			TRS	
33	C	Václavice	Starkoč	3,6			TRS	
37	C	Liberec	Černousy st.hr.	40,1			ASCOM	
43	D	Trutnov Poříčí	Královec st.hr.	15,2				
64	C	Mladá Boleslav hl.n	Mladá Boleslav město	6,5				
92	C	Kralupy n. Vltavou	Neratovice	18,2				
93	C	Kladno	Kralupy n. Vltavou	25,4				
121	C	Odb.Jeneček	Podlešín	29,1				
133	D	Jirkov	Odb. Dolní Rybník	2,1				
134	D	Oldřichov u Duch.	Louka u Litvínova	11,5				
135	D	Most nové nádr.	Louka u Litvínova	10,7				
147	D	Františkovy Lázně	Aš st.hr.	22,4				
148	C	Cheb	Vojtanov st.hr.	19,4	Projekt OK 36vl. Fr.Lázně - Aš		GSM-R	Projekt Fr. Lázně - Aš SDH STM4
210	C	Praha Krč	Praha Vršovice	6,1				

248	C	Šatov st.hr.	Okříšky	82,4	OK 36vl.		GSM-R	SDH STM4
273	D	Senice na Hané	Červenka	15,4				
275	D	Prostějov hl. n.	Kostelec na Hané	6,9				
283	D	Bylnice	Horní Lideč	19,5			TRS	
292	C	Krnov	Jindřichov ve Slezsku st.h.	26,6			TRS	
292	C	Mikulovice st.hr.	Hanušovice	51,8			TRS	
331	C	Zlín střed	Otrokovice	10,9		DOK Otrokovice - Zlín		
332	C	Hodonín	Hodonín st.hr.	3,6				
342	C	Bzenec	Moravský Písek	5,5				
346	D	Újezdec u Luhačovic	Luhačovice	10,3			ASCOM	
847	D	Sudoměřice n.M.st.hr.	Sudoměřice n.M.	0,6				
137, 826	D	Chomutov	Vejprty st.hr.	57,9				
142, 825	D	Karlovy Vary	Potůčky st.hr.	41,0	OK 36 vl.			
111	E	Kralupy n.Vlt. předm.	Velvary	8,0				
125	E	Krupá	Kolešovice	12,1				

### 3. Analytická část

#### 3.1. Možnosti využití stávajících optických kabelů a přenosových systémů na síti celostátních drah ČR

##### 3.1.1. Optické kabely

###### Požadavky na kvalitu kabelů:

Systém GSM-R nemá definované podmínky na přenosové vlastnosti optických vláken. Systémy nejsou řešeny pro přímé zapojování vláken do systému. Vstupní parametry jsou definovány rozhraním G.703 (E1), které pro daný úsek zabezpečuje přenosový systém.

Vlastnosti optických kabelů pro použití u ČD resp. SŽDC jsou dány výnosem č.j. 56048/2000 z 31.3.2000 „Základní technické parametry optických kabelů a jejich příslušenství v telekomunikační síti ČD“ včetně přílohy a dodatku. Při návrhu optické přenosové cesty je také nutné respektovat „Technické kvalitativní podmínky staveb ČD“ v kapitole 28.

V těchto materiálech jsou definovány požadované vlastnosti kabelů z hlediska konstrukčního i přenosového (G.652).

V podmínkách železniční dopravy je možné kabely ukládat do zemně i zavěšovat na trakční podpěry. Oba způsoby uložení jsou provozně ověřeny a vyšší bezpečnost a spolehlivost provozu a parametrů je u zemního uložení kabelů. Na tratích, kde se výhledově předpokládá nasazení ETCS bude vhodnější navrhovat zemní uložení kabelů.

Technologie zavěšování má především výhodu v rychlém řešení kabelizace v požadovaném úseku elektrizované tratě. Zavěšený kabel je opticky snáze kontrolovatelný, ale podléhá více vnějším vlivům a opravy kabelu jsou náročnější.

Vlastnosti optických vláken, stanovené ve výše citovaném výnosu, plně zabezpečí provoz přenosových systémů, takže není nutné definovat vlastnosti na vlákna pro provoz GSM-R.

Při aplikaci opakovačů signálu v úseku s provozem GSM-R, se opakovače připojují přímo optickým kabelem na příslušnou BTS. Parametry optických vláken musí také splňovat podmínky v úvodu citovaného výnosu.

###### Požadavky na počty vláken pro GSM-R:

Žádný předpis u ČD a SŽDC neřeší a nedefinuje požadavky na počty vláken pro provoz GSM-R, nicméně nařízení SŽDC, OAE řeší rozdělení vláken mezi sdělovací a zabezpečovací systémy, včetně vyvedení vláken v prostorách sdělovacího a zabezpečovacího zařízení. Následující doporučení vychází ze zkušenosti při návrhu a provozu „Pilotního projektu GSM-R .....“ a projektové přípravy dalších staveb.

V systému jsou tři úrovně provozu, jedna řeší napojení vlastních BTS na příslušný koncentrátor (BSC) a druhá připojení BSC na ústřednu (MSC) a třetí připojení opakovačů.

V úrovni napojování BTS je optimální používat dva páry vláken, jeden provozní pár a druhý záložní. Tzn., že pro příslušný traťový úsek jsou potřebné dva páry vláken. V případě, že na tato vlákna jsou nasazovány přenosové systémy různých kategorií (např. vyšší úroveň v žst. – STM4 a nižší v mezistaničních úsecích – STM1 nebo PDH) jsou potřebné 3 páry vláken – 2 páry pro přenosové zařízení a jeden pár záložní.

Výpichy z optického kabelu pro příslušnou BTS je potřeba z důvodů provozní bezpečnosti řešit co nejkratší. Zapojování BTS do provozních smyček je již předmětem přenosového systému.

V druhé úrovni tj. propojení BSC – MSC závisí řešení na situování těchto bloků. V případě, že bloky jsou v různých místech sítě, musí být jejich propojení řešeno dvěma nezávislými kabelovými cestami. V každé cestě musí být opět dva páry vláken, jeden provozní a druhý záložní. Vlastní přenos je řešen prostřednictvím příslušného přenosového systému. Většinou se navrhuje situování BSC do významnějších telekomunikačních uzlů, kde je podmínka zaokružování kabelů již splněna.

Pro připojování opakovačů signálu je provozně využíváno jedno vlákno mezi příslušnou BTS a opakovačem. Z důvodů provozní bezpečnosti je vhodné vyvádět dvě vlákna. Je-li z jedné BTS připojeno více opakovačů, připojují se hvězdicově, tomu je úměrný počet vláken v příslušném směru. Z hlediska uložení těchto kabelů je možné několik řešení a to podle místní situace: např. v uvedené trase je stávající optický kabel v trubce a neprovádí se nové výkopové práce, lze do stávající trubky zatáhnout druhý kabel. V případě, že se provádí zemní práce, položí se samostatná trubka. Nedoporučuje se pro připojení opakovačů využívat rezervní trubky.

### **3.1.2. Současný stav optických kabelizací**

Dělení kabelů podle majitelů

V obvodu železniční sítě jsou položeny v současné době kabely dvou majitelů:

- ☐ Správa železniční dopravní cesty s.o. (SŽDC);
- ☐ ČD –Telematika a.s..

Správcem kabelů pro SŽDC je Technická ústředna dopravní cesty (TÚDC). Servis a údržbu pro všech kabely v železniční síti zajišťuje ČD–Telematika a.s. Přehled úseků železničních tratí s kabely jednotlivých majitelů je uveden v kapitole 2. Podklady.

Kabelizace zahajované do roku 2002 byly řešeny jako investice Českých drah s.o. a v rámci organizačních změn byly předány SŽDC. Samostatně budované kabelizace byly pouze v případech řešení havarijních stavů. Po roce 2002 jsou stavby převážně řešeny jako investice SŽDC s.o. (Modernizace nebo optimalizace tratí, dispečerské řízení tratí, interoperabilita ...) a kabelizace jsou pouze dílčí částí příslušné stavby.

ČD-Telematika a.s. (dříve ČD-T) vybudovala svoji síť optických kabelů prakticky do roku 2003 a v současné době zajišťuje též servis kabelů a přenosových systémů SŽDC viz výše. Její další činnosti nejsou předmětem této studie.

#### Dimenze a obsazování kabelů:

Poměrně velké rozdíly v dimenzích kabelů jsou podle jejich majitelů a doby výstavby. Kabely SŽDC položené cca do roku 2000 byly s dimenzí 12vláken (SM). Kabely pokládané po roce 2000 byly řešeny již v souladu s citovanými zásadami a s dimenzí převážně 24 – 36 vláken.

Kabely budované ČD-Telematikou a.s. (dříve ČD-T) byly s dimenzí 36 a 72 vláken.

Ve výnosu SŽDC 918/04-OP z 25.2.2004 je definováno, pro které uživatele a systémy se má kabel prioritně využívat. Jedná se o přenosy pro:

- ☐ zabezpečovací zařízení;
- ☐ sdělovací zařízení v majetku SŽDC;
- ☐ trakční a silnoproudé napájení v majetku SŽDC;

- zbývající kapacita může být využita pro pokrytí potřeb zařízení v majetku ČD a.s.

Pro obsazování kabelů SŽDC rovněž nebyly stanoveny žádné zásady a tato problematika je individuální v každém projektu.

V kabelech ČD-Telematiky byla mezi majitelem a SŽDC uzavřena dohoda o standardním využívání 3 párů optických vláken. Další vlákna je možné využívat pouze na základě smluvního vztahu za úhradu.

### **3.1.3. Přenosové systémy**

#### **Požadavky na přenosové kanály:**

Základním typem kanálu pro přenosy systému je standardní kanál 2Mbit/sec značený podle doporučení G.703 (E1). Tímto typem kanálu jsou propojovány jednotlivé BTS s příslušným BSC. Na stejné úrovni tj prostřednictvím kanálů E1 probíhá přenos mezi BSC s MSC v případě, že systémy jsou prostorově dislokovány.

Opakovače použité v Pilotním projektu jsou připojovány přímo na vlákno optického kabelu. Optoelektrický převodník je součástí příslušného opakovače.

#### **Požadavky na přenosové systémy:**

Systémově pro připojování BTS mohou být v síti GSM-R navrhována zařízení v úrovních PDH a SDH. Z hlediska zabezpečení provozu musí navržený systém splňovat tyto základní podmínky:

- do jedné smyčky E1 je doporučeno připojit max. 4-5 BTS (z důvodů provozní bezpečnosti a možnosti dalšího rozšiřování kapacity BTS);
- systém musí umožnit přesměrování provozu při poruše systému nebo kabelu;
- v uzlových stanicích příspěvkové kanály E1 směřovat do SDH systému, který by měl v případě poruchy základního směru systémově přesměrovávat úroveň STM1 případně vyššího řádu;
- uzly BSC je doporučeno dislokovat do větších telekomunikačních uzlů. Tyto uzly se buďto vybavují systémy SDH, nebo jsou jimi již vybaveny a příslušné propojení BSC-MSC je systémově takto zabezpečeno.

Veškerá přenosová telekomunikační zařízení musí být začleněna do dohledového systému. Pro možnost začlenění do centrálního dohledu musí podporovat SNMP protokol.

Napájení přenosových systémů musí být zálohováno baterií. Obecně nejsou definovány doby, které musí v případě výpadku sítě provoz baterie zajistit. V průběhu zpracování projektů byly dohodnuté časy, které musí kapacitně baterie překlenout:

- přenosový systém pro BTS– 6hod;
- přenosový systém v uzlové stanici – min.6 hod. (bez zálohované primární sítě);
- přenosový systém v uzlové stanici – min.3 hod. (se zálohovanou primární sítí).

Zařízení musí být instalováno v objektech SŽDC příp.ČD. Objekty musí být přístupné pouze pracovníkům údržby a dozoru. Z hlediska narušení objektu je vhodné instalovat systém EZS.

#### **Současný stav přenosových systémů:**

Obdobně jako v kabelové části, jsou systémy majetkově členěny v přenosové technice.

- Správa železniční dopravní cesty s.o.;
- ČD –Telematika a.s..



Správa železniční dopravní cesty s.o. buduje svoji přenosovou síť v investicích od roku 2002. Její síť není ucelená a tvoří pouze malou část přenosového prostředí. V rámci realizovaných a připravovaných staveb se síť postupně doplňuje a rozšiřuje a to hlavně v tratích koridorových a v tratích, kde probíhají stavby racionalizací. Veškerá zařízení jsou ve správě Technické ústředny dopravní cesty. Údržbu a provoz zajišťuje ČD-Telematika.

Přenosová síť ČD-Telematiky pokrývá koridorové a provozně významné tratě. Systémy jsou nasazeny na vlastních kabelech, kabelech ČD i na kabelech pronajatých od jiných organizací.

#### Dělení podle úrovně systémů:

V síti SŽDC s.o. jsou převážně nasazeny systémy STM 4, popřípadě STM 1 a 16. Využívání instalovaných systémů pro aplikace GSM-R, vzhledem k jejich malému nasazení, potřebám pro které jsou budovány (nutno ošetřit vždy železniční stanice) je bez jejího rozšíření nepoužitelné.

Síť ČD – Telematiky je řešena v úrovni STM 1,4,16. Je kapacitně dobře vybavena, rozložení jejích uzlů je především v železničních stanicích a v místech větší koncentrace provozu. Připojování vlastních BTS nelze řešit tímto systémem. Je využitelný pro propojení mezi uzlovými stanicemi příp.MSC a BSC.

### **3.2. Možnosti rozvoje stávajících radiových systémů na síti celostátních drah ČR**

#### Přehled provozovaných radiových systémů v síti celostátních drah ČR.

V současné době jsou provozovány analogové systémy v pásmech 150MHz a 460MHz.

Sítě v pásmu 150MHz jsou především využívány pro provoz místních radiových sítí a v případě sítě SOE jako stuhová. Provozované základnové stanice jsou starší typy Selectic a novější různé typy od fy Motorola popřípadě HYT (obojí ve vozidlovém provedení) s venkovními anténami. Jako přenosné radiostanice jsou to typy opět od fy Motorola (P110, GP300, P040....) popřípadě HYT. S postupujícím dispečerským řízením se rádiové sítě v pásmu 150MHz upravují tak, aby je bylo možné dálkově ovládat z dispečerského centra. V nejbližší době bude nutné řešit zásadní obměnu sítí 150MHz a to z důvodu změny kmitočtového pásma a změny kanálového odstupu na 12,5kHz.

Sítě v pásmu 460MHz jsou využívány především pro hovorové spojení strojvedoucích případně pracovníků na širé trati. Již v minimálním nasazení jsou starší systémy od firmy Funkwerk Kolleda a ASCOM a postupně jsou nahrazovány TRS.

Velké nasazení je systémem TRS (výrobce HTT Pardubice a pozdější nástupci této firmy). Systém je nasazen cca na 3200km železničních tratí a v době zpracování této studie byly ještě stavebně dokončeny některé úseky. Systém byl budován od roku 1993. Přehled tratí kde je TRS nasazen je uveden v kapitole 2 Podklady. Přenosné stanice jsou především od fy Kenwood (řada TK3xx).

#### Stručný popis stávajících systémů a jejich možnosti pro další rozvoj

TRS – Systém byl vyvinutý podle požadavků Českých drah a v době vzniku vyhovoval jejím požadavkům, především pro vnitrostátní dopravu. Tento systém vyhovuje UIC 751–3 a je v TSI veden jako národní systém třídy B, který z hlediska ETCS nevyhovuje z mnoha

hledisek. V současné době je to již systém zastaralý a neperspektivní a jeho nasazování se omezuje. Zařízení TRS se stále dodává a výrobcem je firma T.CZ.

Systémy Kolleda a ASCOM nedosahují svými vlastnostmi ani na parametry TRS a již se nevyrábí.

Systémy v pásmech 150MHz se neustále provozují a slouží především pro místní práce v železničních stanicích. Neustále zajišťují provoz v technologických a provozních sítích (VOS, MOS, SPZ, STH, SSZ, STE, SMV, SOE). Sítě zajišťují pouze fonický provoz v obvodu žel.stanice. Pokud provoz těchto sítí nebude nahrazen GSM-R, budou sítě neustále využívány a provozovány. Přejít na systém GSM-R vyžaduje, aby všechna odvětví související žel.dopravou (doprava, provoz, údržba) a dopravci v dané oblasti se vybavili prostředky GSM-R.

## 4. Technické řešení

### 4.1 Zásady řešení

Digitální mobilní síť GSM-R bude tvořit jednu ze základních součástí železniční infrastruktury a její aplikace budou nedílnou součástí vybavení dopravní cesty. Kvalita a vybavenost sítě GSM-R, musí splňovat požadavky na bezpečnost železniční dopravy minimálně v takovém stupni, jako ostatní prvky dopravní cesty. Mezi ukazatele kvality a bezpečnosti sítě patří následující hlediska:

- ☐ úroveň a kvalita pokrytí tratě signálem;
- ☐ odolnost proti výpadku základnových stanic z důvodu:
  - výpadku napájení;
  - výpadku spojovací cesty – kabelu;
  - výpadku přenosové cesty;
  - poruchy systému;
  - živelných událostí;
  - vandalismu;
- ☐ bezpečnost a zálohování centrálních částí.

#### **Úroveň a kvalita pokrytí tratě signálem:**

Nejpřísnější požadavky jsou na tratích kategorie A, kde musí být síť připravena na implementaci zabezpečovacího systému ETCS v úrovni 2 pro rychlosti do 220km/h. Vybavení pro tuto rychlost vyhoví i pro ETCS úrovně 3.

Pro tratě kategorie B musí být síť rovněž vybavena pro ETCS úrovně 2, na těchto tratích se počítá s dopravní rychlostí 120km/h, síť GSM-R by měla vyhovovat stejným požadavkům jako tratě kategorie A. S vybavováním tratí B systémem ETCS se počítá od r. 2015, v té době by měla být síť GSM-R pro tuto aplikaci již připravena.

S vybavováním tratí kategorie C systémem ETCS se počítá po r. 2020, dopravní rychlost na těchto tratích je 100km u vybraných spojů 120km/h. Kvalita sítě GSM-R na těchto tratích musí vyhovovat pro nasazení aplikace ETCS úrovně 2.

Na tratích kategorie D a E se nepočítá s nasazením ETCS. Vybavení sítě GSM-R na těchto tratích postačí pro fónické aplikace a nezabezpečené datové aplikace.

#### **Odolnost základnových stanic proti výpadku:**

Odolnost základnových stanic a jejich bezpečnost je z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti sítě klíčová. Problémy s tímto související byly řešeny a vyhodnocovány v rámci výstavby Pilotního projektu a projekční přípravy sítě GSM-R na 1. koridoru. Spolehlivost a bezpečnost základnové stanice BTS může být narušena z několika důvodů, které lze částečně eliminovat příslušným doporučeným opatřením.

#### **Výpadek napájení:**

Pro napájení BTS se využívají především železniční silnoproudé sítě, v místech kde se železniční zdroje nenachází se využívá veřejný rozvod. Pro napojení je možné využít následující rozvody el. energie:

- ☐ zálohovaný nebo nezálohovaný drážní rozvod nn 230/400V/50Hz;

- ☐ zálohovaná drážní síť 6kV/50Hz doplněná transformátorem;
- ☐ zálohovaná drážní síť 6kV/75Hz doplněná transformátorem a měničem;
- ☐ veřejná distribuční síť nn;
- ☐ trakční vedení.

U rozvodů 6kV se provádějí pravidelné revize, při kterých dochází k vypnutí sítě až na 6 hodin. Pro eliminaci výpadků se navrhuje následující opatření:

- ☐ podružný rozvaděč nn na straně BTS vybavit vývodkou pro připojení dieselagregátu a pro úseky do cca 15 BTS rezervovat dva záložní dieselagregáty;
- ☐ vybavovat BTS zálohovaným ss zdrojem 48V se záložní baterií na 6 hodin, pokud není silové napájení řešeno ze záložního zdroje.
- ☐ dimenzování ss zdroje 48V s min. rezervou 30% a budovat je pokud možno (musí to být ekonomicky přijatelné) tak, aby pokryly i spotřebu ostatních sdělovacích systémů;
- ☐ při umísťování BTS do stávajících sdělovacích místností využívat stávající zdroje pouze v případě jejich dostatečné kapacity a kvality;
- ☐ repeateru vybavovat záložním zdrojem na 3 hodiny a vývodkou pro dieselagregát;
- ☐ přenos informace o výpadku napájení (230/400V/AC nebo 48V/DC) do centrálního dohledového pracoviště.

#### **Výpadek spojovací kabelové trasy:**

Pro připojení BTS, resp. přenosového systému, který zajišťuje propojení na centrální části sítě se využívají optické kabely (velmi výjimečně metalické kabely) v různých úrovních.

- ☐ Zemní kabely dálkového typu označované jako DOK;
- ☐ závěsné kabely dálkového typu označované jako ZOK;
- ☐ místní zemní optické kabely označované jako MOK v žst.;
- ☐ místní zemní optické kabely pro připojení repeaterů.

DOK a ZOK se využívají především v mezistaničních úsecích, v zastávkách, případně v energetických areálech a napojení se provádí výpichem. DOK a ZOK se dále využívá v železničních stanicích kde je technologie BTS umístěna ve stejném místě jako ukončení DOK/ZOK tj. ve stávajících sdělovacích místnostech. V těchto případech je v místě BTS umístěn přenosový systém, který se připojuje přímo na BTS i na DOK/ZOK.

MOK se používají především v železničních stanicích pro napojení BTS, která je umístěna v samostatném objektu mimo stávající sdělovací místnost. Přenosové zařízení je umístěno ve sdělovací místnosti, kde se přímo připojí na DOK/ZOK a přes MOK se prostřednictvím modemu napojí na BTS.

Pro eliminaci výpadku kabelové cesty se navrhuje následující opatření:

- ☐ preferovat využívání DOK před ZOK;
- ☐ preferovat využívání kabelů ve vlastnictví SŽDC;
- ☐ minimalizovat délku výpichů (do max. 200m);
- ☐ výpichy k BTS provádět z oboustranně se záložním párem vláken;
- ☐ minimalizovat délku MOK, kapacita MOK – min. 12 vláken;
- ☐ pro připojení repeaterů pokládat samostatný kabel;
- ☐ zabezpečení přenosu informace o přerušení kabelové trasy do centrálního dohledového pracoviště.

### **Výpadek přenosové cesty:**

Připojení BTS na centrální část systému zajišťuje přenosový systém. Obecně lze přenosový systém řešit následujícím způsobem:

- ☐ nový jednoúčelový přenosový systém, který je určený především pro síť GSM-R s malou nadbytečnou kapacitou pro ostatní aplikace, jedná se především o systém PDH, který byl použitý v rámci Pilotního projektu;
- ☐ nový přenosový systém s větší kapacitou, který zajišťuje přenosy pro více aplikací v dané lokalitě. Jedná se např. o technologii SDH v kapacitě STM4 pro železniční stanice nebo STM1 pro mezistaniční úseky, která umožňuje i lepší a efektivnější způsob zálohování;
- ☐ využití stávajícího přenosového systému jiného vlastníka – využívá se především pro zálohování cest mezi systémovými částmi.

Pro eliminaci výpadku přenosové cesty se navrhuje následující opatření:

- ☐ zaokružování a zálohování přenosové cesty;
- ☐ přenos informace o výpadku přenosové cesty do centrálního dohledového pracoviště.

### **Porucha systému:**

K poruše systému může dojít na základě vnitřních nebo vnějších okolností. Vnitřní okolnosti souvisejí především s vlastním systémem a jeho spolehlivostí. Mezi vnější okolnosti patří především klimatické podmínky, podmínky prostředí a možnosti vzniku požáru v daném prostředí. Pro eliminaci výpadku systému se navrhuje následující opatření:

- ☐ výběrem prověřeného systému, který je určen pro provoz v daném prostředí
- ☐ vybavení dotčených prostor klimatizací případně temperováním
- ☐ v případě využití stávajících sdělovacích místností provést nezbytné úpravy – elektroinstalace, EPS, uzemnění apod.
- ☐ vybavení nových prostor čidlem pro detekci požáru
- ☐ v místech zvláště ohrožených zvážit použití samozhášecích systémů
- ☐ přenos informace o vzniku mimořádné události do centrálního dohledového pracoviště

### **Živelné události:**

Mezi hlavní živelné události, které mohou ohrozit bezpečnost provozu BTS patří záplavy. Při výběru lokality pro umístění BTS je nutné respektovat místní záplavové oblasti a situovat umístění technologie na vyvýšeném místě. V případě, že toto není možné zajistit, je nutné zřídit pro technologii zvýšený podstavec. V takovém případě je vhodnější použít venkovní technologii ve skříňovém provedení. Alternativou také může být použití vodotěsného kontejneru.

### **Vandalismus:**

Proti vandalismu je nutné chránit BTS dvěma případně třemi základními způsoby:

- ☐ polohou a zábranou;
- ☐ výstražným a signalizačním zařízením;
- ☐ kamerovým systémem.

V případě ochrany polohou a zábranou se doporučují následující opatření:

- ☐ umístování zařízení do betonových technologických domků nebo kontejnerů s bezpečnostními dveřmi;

- ☐ opatření venkovních technologických skříní ochrannou klecí;
- ☐ vedení koaxiálních kabelů mezi stožárem a technologií zemí;
- ☐ vedení koaxiálních kabelů ve spodní části stožáru v ocelových trubkách;
- ☐ zakrytí výstupových žebříků a kabelových roštů ve spodní části oplechováním.

V případě ochrany výstražným a signalizačním zařízením se doporučují následující opatření:

- ☐ vybavení prostor signalizačním poplachovým zařízením s přenosem informace do dohledového centra;
- ☐ vybavení objektu sirénou;
- ☐ vybavení objektů BTS cedulkou o nebezpečném záření.

V případě ochrany kamerovým systémem, který zatím pro BTS nebyl využitý je možné případně použít i atrapy kamer s výrazným upozorněním o sledovaném prostoru.

### **Bezpečnost a zálohování centrálních částí:**

Základní kritéria bezpečnosti u centrálních částí jsou obdobná jako u jednotlivých základnových stanic. Větší důraz je zde kladen na zálohování napájecích systémů, které se mohou řešit zdvojením soustavy 48V/DC, zvýšenou kapacitou záložních baterií až do 10 hodin, zálohovanou sítí 230/400V/AC, přímým napojením na náhradní zdroj – dieselaagregát, případně kombinací těchto zabezpečení. Výpadek kabelových spojení a přenosových cest na straně systémových částí není tak kritický, řešením je zaokružování a zálohování optických vláken a přenosových traktů. Systémové části jsou obvykle umístěny v telekomunikačních centrech, kde se nacházejí hlavní kabelové a přenosové uzly a zálohování a zaokružování systémů je snadno řešitelné. U systémových částí není kritickým problémem výpadek z důvodu živelných událostí nebo vandalismu. Umístění centrálních částí musí být situováno tak, aby nedošlo k jeho zaplavení z důvodu povodně, což je v případě železnic dodrženo. Z důvodu stálého dozoru v místech systémových částí a vybavením signalizačními systémy je výpadek z důvodu vandalismu minimální.

Výpadek z důvodu poruchy systému je u centrálních částí kritický. Pro minimalizaci výpadku je nutné učinit příslušná opatření, která spočívají jednak ve vybavení dotčených prostor a jednak v zálohování systému. Prostory pro centrální části systému tj. pro část MSC a BSC musí být vybaveny klimatizací, případně temperováním pro zajištění konstantní teploty. Prostory musí být dále vybaveny systémem elektrické požární signalizace (EPS), případně signalizací elektrické zabezpečovací signalizace (EVS).

Zálohování centrálních částí je nezbytné u komponentů, které mohou způsobit výpadek sítě. Zálohování je v zásadě dvojího typu:

Lokální zálohování prvků systémů – spočívá ve zdvojení některých komponentů a vybavení náhradními díly.

Zálohování systému – spočívá ve zdvojení celého systému MSC a BSC. Zdvojení MSC je navrženo v rámci realizace stavby GSM-R uzel Praha, kde je proveden upgrade původní ústředny v Praze. V rámci realizace předchozích staveb GSM-R, byla vybudována nová ústřednová část v CDP Přerov a tím bude položen základ, pro možné zálohování celého systému zdvojením ústřednových částí. V rámci dalších staveb GSM-R se počítá s vytvořením systému redundance, kdy se vytvoří podmínky pro téměř okamžité přepojení systému z jedné ústřednové části na druhou v případě potřeby. Zálohování BSC je vytvořeno umístěním druhé BSC v CDP Přerov. Uvažuje i s alternativou rozložení kapacity BCS postavením další části v Plzni nebo v Českých Budějovicích v rámci dalších staveb GSM-R.

### **Zásady při přípravě staveb GSM-R:**

Při výstavbě sítě GSM-R a plánování pokrytí železničních tratí signálem v příslušné kvalitě je nutné postupovat s ohledem na již vybudované části sítě z hlediska návaznosti a kompatibility. Důležité je, aby se rozšiřování týkalo ucelených částí dopravních cest, aby pokrytí signálem zahrnovalo úseky o minimální délce 100-200km. Samostatné základnové stanice má smysl budovat pouze pro posílení již vybudované části sítě ať už z kapacitních důvodů nebo z důvodu zlepšení pokrytí.

Při návrhu lokalizace základnových stanic je doporučeno provádět měření pokrytí signálem, které lze s určitým omezením nahradit výpočtem. V tomto případě se měření musí provádět před vlastní realizací s následnou korekcí rozmístění BTS. U staveb, které se realizují nebo byly realizovány, byly použity oba postupy. Návrh lokalizace základnových stanic pro GSM-R je omezeno několika faktory:

- ☐ dostatek místa na železničních pozemcích pro umístění stožáru a technologie;
- ☐ existence optického kabelu;
- ☐ existence drážních resp. veřejných napájecích zdrojů;
- ☐ soulad s místním územním plánem;
- ☐ soulad se zákony na ochranu přírody a krajiny, zákony o lesích, vodách a zemědělské půdě;
- ☐ soulad se zákony památkové péče.

Poslední dva zmíněné body vyžadují v některých případech složitá správní řízení a někdy je vhodnější zvolit alternativní řešení pokud jsou možná. Stojí za zvážení u staveb GSM-R, kde se navrhuje současně i výstavba optické trasy DOK, zahrnout tuto výstavbu do samostatných doprovodných staveb pro zjednodušení územních řízení staveb GSM-R.

Doporučení pro přípravu staveb jsou následující:

- ☐ provést základní rozvahu rozmístění základnových stanic na základě předběžného výpočtu a možností dané trati, lokalizaci provést s jistou mírou nadbytečnosti;
- ☐ lokalizovat základnové stanice pokud možno do žst., zastávek nebo jiných drážních areálů, v případě nutnosti vykrytí oblouků mimo žst. vyhledávat lokality s mezistaničními objekty, které již v mnoha případech neslouží původním účelům, využívat drážní pozemky ;
- ☐ provést předběžné místní šetření pokud možno za účasti drážního pracovníka pro správu silnoproudých sítí a pracovníka odpovědného za sdělovací síť, zjistit předběžná možná omezení s ohledem na životní prostředí, památkovou péči nebo územní plán obce;
- ☐ na základě získaných poznatků provést přepočet a zpřesnění lokalizace;
- ☐ v takto vytipovaných lokalitách provést místní šetření za účasti komise, zahrnující všechny odpovědné drážní složky, z každého místa vyhotovit závazný zápis (protokol);
- ☐ následně nebo současně s komisním místním šetřením provést měření úseku a v koordinaci se zjištěnými poznatky z místních šetření provést optimalizaci rozmístění BTS s eliminací problémových lokalit;
- ☐ na základě získaných výsledků zpracovat příslušnou dokumentaci, která by měla mít následující části (stupně):

- souhrnná dokumentace celé stavby pro potřeby investora (v rozsahu dle předpisů SŽDC);
- dokumentace pro územní řízení pro potřeby správního řízení s místně příslušným stavebním úřadem v lokalitách, kde je to vyžadované (v rozsahu stanoveném stavebním zákonem);
- dokumentace pro stavební řízení pro potřeby správního řízení s Drážním úřadem (v rozsahu stanoveném stavebním zákonem);
- realizační dokumentace pro potřeby zhotovitele stavby (v rozsahu dle předpisů SŽDC).

Provedení měření pokrytí signálem daného úseku v průběhu zpracování dokumentace je vhodnější, lze provést eliminaci nadbytečných základnových stanic před vlastním správním řízením (územním a stavebním).

Součástí staveb GSM-R musí být i vyřešení napojení řídicích dopravních zaměstnanců na rádiovou síť GSM-R, respektive je nutné umožnit výpravčím a traťovým dispečerům spojení s jedoucí lokomotivou. Tuto funkčnost se navrhuje řešit samostatnými stavbami u traťového úseku GSM-R v trati Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav. V ostatních úsecích je tato funkčnost zahrnuta do náplně staveb.

## 4.2 Navrhovaná varianta řešení

Při návrhu výstavby resp. rozšíření sítě GSM-R je nutné respektovat tři časová stadia sítě:

- ☐ výchozí stav sítě v době plánování konkrétní výstavby;
- ☐ plánovaný stav sítě dosažený další plánovanou konkrétní výstavbou;
- ☐ cílový stav sítě – koncepce dlouhodobého rozvoje.

V současné době je za výchozí stav sítě považované pokrytí tratí v rámci Pilotního projektu v úseku st.hranice ČR/SRN – Děčín – Ústí n/L. – Kralupy – Praha – Kolín – Česká Třebová – Brno – Břeclav, tratí v úseku Břeclav – Přerov – Petrovice a úseku Děčín východ – Všetaty – Kolín. Pokryté tratě spadají do kategorie A.

Plánovaný stav sítě je předmětem této studie a předpokládá pokrytí tratí kategorie A a B. Tratě kategorie A, tj. koridorové a vybrané hlavní tratě, představují rozsah cca 1 700 km tratí včetně hlavních železničních uzlů. V dnešní době je ukončena výstavba na cca 1.100 km tratě. Celkem představují tratě A a B délku 2.735 km, z toho je v současné době v plánu výstavby cca 2000 km.

Cílový stav sítě, který je rovněž předmětem této studie, představuje v dlouhodobém výhledu postupné rozšíření signálu GSM-R na tratě kategorie C. Pokrytí těchto tratí lze předpokládat po r. 2020, tj. do doby předpokládané aplikace ETCS. Jedná se celkem o 2 900km. V případě využití sítě GSM-R na těchto tratích pouze pro potřeby hlasových služeb a služeb přenosu dat pro méně náročné aplikace je možné budovat síť na těchto tratích za menších nákladů. Se samostatným pokrytím tratí kategorie D a E se zatím nepočítá.

## 4.3 Migrace mezi GSM-R a stávajícím systémem TRS

Systémy TRS je vybaveno cca 3 800km železničních tratí v ČR. Jak je patrné z přehledu vybavení tratí podle kategorií v kapitole 2. Podklady, systémy TRS jsou na všech úrovních tratí. Jednotlivé kategorie tratí (A -koridorové tratě a mezinárodní důležitosti, B –



hlavní tratě, C – vedlejší tratě) nejsou systematicky pokrývány signálem TRS. Nasazování TRS na jednotlivé tratě bylo ovlivňováno více hledisky (provozním, finančním, technickým vybavením příslušné trati a v neposlední řadě také územním). V obvodu ČD je prakticky 90% hnacích vozidel vybaveno technologií TRS.

Přechod ze systému TRS na GSM-R je podmíněn řadou předpokladů. Podmínky, které jsou vyžadovány pro nasazení GSM-R na příslušnou trať jsou specifikovány v jiných částech této studie. Vzhledem k tomu, že z železničních uzlů vycházejí tratě různých kategorií a s rozdílnou prioritou výstavby GSM-R, musí být vždy v dané oblasti po určitou dobu vybudovaná infrastruktura pro oba systémy. Důležitým prvkem v postupném přechodu z TRS na GSM-R je vybavenost hnacích vozidel radiostanicemi schopnými pracovat v obou systémech (duální stanice).

Obecně lze naznačit několik způsobů migrace z TRS na GSM-R.

### 1. způsob

Na tratích typu A i B bude instalován GSM-R. Současně zůstane v provozu systém TRS a to na všech typech tratích (A, B, C). Pro cílový stav se ještě dobuduje na vedlejší tratě (C příp. D a E).

- Výhody:
  - splnění mezinárodních závazků
  - nižší náklady na řešení GSM-R
- Nevýhody:
  - v jednom úseku budou provozovány oba systémy
  - nižší využití drahých centrálních částí
  - nejednotný způsob vazby na pevnou síť
  - různý režim komunikace s hnacími vozidly
  - vybavení vozidel duálními stanicemi
  - dovybavení vedlejších tratí zastaralým analogovým systémem

### 2. způsob

Na tratích typu A i B bude vybudován GSM-R a na tratích typu C zůstane TRS. Systém TRS se ještě dobuduje na vedlejších tratích (C příp. D a E).

- Výhody:
  - splnění mezinárodních závazků
  - nižší náklady na řešení GSM-R
  - oproti 1. variantě se použití dvou systémů omezuje na menší úseky tratí
  - lepší využití drahých centrálních částí
- Nevýhody:
  - v některých úsecích budou provozovány oba systémy, ale v menším rozsahu než u var.1
  - dovybavení vedlejších tratí zastaralým analogovým systémem
  - vybavení vozidel duálními stanicemi, v ale menším rozsahu než u var.1

### 3. způsob

Na tratích typu A, B, C se instaluje systém GSM-R. Protože tato studie neřeší problematiku regionálních tratí tj. kategorie D a E, kde jsou nyní také provozovány systémy TRS budou v několika málo oblastech v provozu oba systémy.

- Výhody:
  - rozsáhlé používání jednoho systému minimalizuje provozní náklady
  - maximální využití centrální části
  - prakticky jednotný systém komunikace v celé síti
- Nevýhody:
  - vyšší investiční náklady, rozsah tratí kategorie C je velký a má malé technické vybavení (na tratích typu C nejsou v potřebných rozsazích optické kabelizace a vhodné přenosové systémy)

Tato studie se především zabývá řešením infrastrukturní části radiové sítě a neřeší problematiku vybavování hnacích vozidel. Jejich vybavení mobilními stanicemi je povinností příslušného dopravce.

Při výstavbě infrastruktury GSM-R budou prioritně touto technologií vybavovány tratě ve vazbě na jejich důležitost. Je vhodné, aby instalace GSM-R v rámci jedné stavby byla prováděna na poměrně dlouhém úseku (100 – 200 km), protože řešení na kratších úsecích nepřináší žádný technický ani ekonomický efekt. Je předpoklad, že touto technologií budou vybaveny v první řadě koridorové a mezinárodní tratě (typ A) a hlavní tratě (typ B). To znamená, pokud na trati bude nasazeno GSM-R je možné v uvedeném úseku systém TRS ponechat, nebo případně zrušit podle vybrané varianty. Hnací vozidla musí být ale i nadále vybavena duálním radiovým systémem, protože je předpoklad, že některé typy vozidel budou přejíždět do obvodu obou technologií.

Na tratích se přechody mezi jednotlivými technologiemi signalizují příslušnou návěstí („radiovníky“), aby byl strojvedoucí upozorněn na změnu radiového systému.

#### 4.4 Referenční stav

Pod pojmem referenční stav je zapotřebí uvažovat zachování stávající technologie, kdy se bude nadále podporovat systém TRS, tj. bude se dále technologie TRS rozšiřovat na další tratě. K tomu je zapotřebí konstatovat, že systém TRS byl vyvinut na základě požadavků Českých drah před cca 15-20 lety. Tento systém však odpovídá potřebám, které se v době vývoje kladly na řízení železniční dopravy s tím, že následně byl upravován pro potřeby úsekového řízení a v současné době je upravován pro potřeby dispečerského řízení. Nutno však konstatovat, že u těchto následných úprav nebyla prováděna řádná analýza z hlediska ergonomie práce výpravčího, ale postupovalo se minimalizací zásahů do stávajícího systému. Toto je z jedné stránky výhodné, neboť se zachovává plná kompatibilita k předchozím variantám, nicméně z druhé strany to neumožňuje ve všech funkcích optimalizovat obsluhu přístupového terminálu. Úzká vazba ČD na výrobce zařízení TRS umožnila postupem času implementovat do systému další rutiny běžné u moderních rádiových systémů, jako např. „generální stop“, které výrazně rozšiřují možnosti zásahu výpravčího či dispečera v krizových situacích.

Systém TRS je dnes většinou koncipován tak, že nejvyšší prioritu má místně příslušný výpravčí a stávající dispečer má nižší prioritu pro navázání spojení, nicméně na rozdíl od výpravčího v celém úseku sítě. Prioritu přístupu je ale možné nastavit dle potřeby. S přechodem na dispečerské řízení se ale jeví jako problém omezení přístupu na straně centralizovaného řízení, neboť systém TRS umožní soudobé spojení pouze jednomu účastníkovi, tj. buď traťovému dispečerovi nebo místnímu dispečerovi v dispečerském centru.

Rádiový systém se skládá z vozidlových radiostanic umístěných na hnacích vozidlech (v dnešní době je jimi vybavena většina traťových lokomotiv) a ze systému základnových radiostanic umístěných podél trati. Princip šíření el.mag. pole v pásmu 460MHz až na malé výjimky umožní vyjít s rastrem výpravních budov, což sice značně zlevňuje výstavbu, nicméně širě přenášeného pásma a zvolená koncepce propojení analogovým nf kanálem neumožní přenášet mezi lokomotivou a pevnou sítí mimo fonické informace větší množství řídicích informací. Tímto je v podstatě rádiový systém TRS zakonzervován, dále nepodporován a neuvažuje se s jeho implementací do systému zabezpečovacích zařízení. Časem může nastat i problém, že budou chybět analogové linky, neboť stávající analogové

přenosové systémy již dosluhují a v podstatě slouží pouze pro potřeby TRS a dalších v dnešní době již výběhových drážních systémů. Přenos analogových signálů přes digitální prostředí je sice možný, nicméně se tímto ztrácí jednoduchá topologie a systém se stává značně komplikovaným a tím značně závislý na zdokumentování stávajícího stavu. V případě havárie typu překopnutí kabelu kombinace dvou nesourodých technologií značně komplikuje a prodlužuje uvedení do opětného provozu.

V souvislosti s použitím IP technologie i rámci staveb racionalizace na regionálních tratích se v poslední době uvažuje i použití nového rádiového systému, plně kompatibilního s vozidlovými a přenosnými radiostanicemi TRS. Výhodou tohoto systému by bylo opuštění propojení analogovým kanálem a částečné zvýšení prostupnosti sítě (dva pevní účastníci mohou současně navázat spojení přes dvě rozdílné základnové radiostanice).

Výhodou tohoto systému je jeho v podstatě dnes téměř celoplošné nasazení, čímž se tento systém stal národním standardem a velká část hnacích vozidel je tímto systémem vybavena. Nevýhodou je, že rádiový komunikační systém TRS je v podstatě proprietární řešení nepodporované evropskými výrobci drážních rádiových systémů, a ty platné mezinárodní standardy a doporučení, které však sice splňuje, nejsou z důvodu přechodu na GSM-R dále rozvíjeny a podporovány.

Z výše uvedených důvodů se uvažuje se systémem TRS, či jiným systémem, který je s přenosnými a vozidlovými radiostanicemi TRS kompatibilním ho nasadit na regionální trati s menší četností provozu, t.j. na tratích, kde se neuvažuje s nasazením ETCS.

#### 4.5 Vliv systému na životní prostředí

Níže jsou popsány nejdůležitější vlivy na životní prostředí včetně popisu účinků na lidské zdraví. Stavba sítě GSM-R nemá vliv na následující oblasti (které proto nejsou posuzovány): voda, emise do ovzduší, hluk, vibrace, vliv na přírodní systémy (např. ÚSES).

##### Krajinný ráz

Výstavba věží BTS zcela jistě pozmění charakter krajiny, v které budou postaveny. Největších negativních účinků pak bude docíleno v přírodní nenarušené krajině. Změna krajinného rázu je obzvláště problematická ve zvláště chráněných územích dle § 14 zák. č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. V rámci této studie byly hodnoceny pouze velkoplošné prvky – chráněné krajinné oblasti a národní parky. Souhrně je možno konstatovat, že trati na nichž se předpokládá zavedení GSM-R, jdou mimo všechny národní parky České republiky. Tyto trati ovšem zasahují (viz. obrázek níže) do následujících chráněných krajinných oblastí:

- ☐ CHKO Labské pískovce;
- ☐ CHKO Lužické hory;
- ☐ CHKO České středohoří;
- ☐ CHKO Slavkovský les;
- ☐ CHKO Křivoklátsko;
- ☐ CHKO Český Kras;
- ☐ CHKO Jizerské hory;
- ☐ CHKO Český ráj;
- ☐ CHKO Broumovsko;
- ☐ CHKO Třeboňsko;
- ☐ CHKO Železné hory;

- ☐ CHKO Žďárské vrchy;
- ☐ CHKO Jeseníky;
- ☐ CHKO Poodří;
- ☐ CHKO Litovelské Pomoraví;
- ☐ CHKO Beskydy;
- ☐ CHKO Pálava;
- ☐ CHKO Bílé Karpaty.

Celková délka tratí (na nichž se předpokládá zavedení GSM-R), které tvoří průnik s CHKO, činí 532km tratí.

Dále jsou z hlediska krajinného rázu, oproti běžnému prostředí, citlivější přírodní parky, které se vyhláší podle § 12 zák. č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. U následujících přírodních parků dojde k průniku s železničními tratěmi, na kterých se předpokládá zavedení GSM-R:

Smrčiny, Český les, Džbán, Ještěd, Maloskalsko, Klánovice-Čihadla, Horní Berounka, Trhoň-Radeč, Orlice, Bobrava, Ždánický les, Údolí Bystřice, Březná, Suchý vrch-Buková hora, Králický Sněžník, Podbeskydí.

#### **Zemědělský a lesní půdní fond**

Jednotlivé BTS budou stavěny převážně na drážních pozemcích; nedojde tedy k záborům ZPF nebo LPF.

#### **Odpady**

S odpady bude nákládáno dle platné legislativy (zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech). Během výstavby dojde ke vzniku odpadů, jejichž hlavní součástí je tvořena výkopovou zemínou. Provozem stavby po realizaci nevznikají žádné odpady.

#### **Mimolesní zeleň**

Většina pozemků dotčených stavbou BTS bude bez doprovodné vzrostlé zeleně. V případě, že bude nutno kácet mimolesní zeleň, je nutno požádat o povolení ke kácení mimolesní zeleně na příslušném úřadě dle §8 vyhlášky č.395/1992 Sb.

#### **Elektromagnetické záření**

Podle Nařízení vlády ČR č. 480/2000 Sbírky ze dne 22.11. 2000 o ochraně zdraví před neionizujícím zářením a vyhlášky ministerstva zdravotnictví č. 432/2003 Sb., jsou hygienické požadavky na ochranu zdraví osob před účinky neionizujícího záření z hlediska nejvyšší přípustné hodnoty ozáření stanoveny tímto nařízením pro různá kmitočtová pásma.

Pro radiovou síť GSM-R pracující v pásmu 960MHz, je nejvyšší přípustná hodnota pro kmitočtové pásmo 10MHz – 10GHz stanovena měrným absorbovaným výkonem (SAR). Vedle hodnoty SAR jsou stanoveny ještě referenční úrovně hustoty zářivého toku S a intenzity elmag. pole E pro frekvenční pásmo 400MHz – 2GHz.

Antény základnových radiostanic GSM-R budou umístěny při vrcholu anténního stožáru; technologie GSM-R bude převážně ve vnitřním provedení. Použité kmitočtové pásmo systému je v rozsahu 870MHz – 925MHz. Místa se nacházejí jak v žel. stanicích, tak ve volné trati, ale mimo běžný pohyb osob. Zaměstnanci se v prostoru anténních systémů vyskytují jen při údržbě, tedy zřídka a při vypnutém výkonu do antén; ostatní osoby nemají

možnost se k anténám dostat. Tam, kde jsou stanice BTS umístěny v žst. jsou anténní jednotky na stožáru v takové výši (obvykle 30m), že nebezpečná oblast záření je zcela mimo oblast pohybu osob.

### **Posuzování vlivů na životní prostředí (EIA)**

Posuzování vlivu jednotlivých staveb systému GSM-R na životní prostředí řeší zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí. Předmět posuzování určuje §4 výše zmíněného zákona, respektive příloha č. 1 tohoto zákona.

### **Kritéria pro minimalizaci dopadů na životní prostředí**

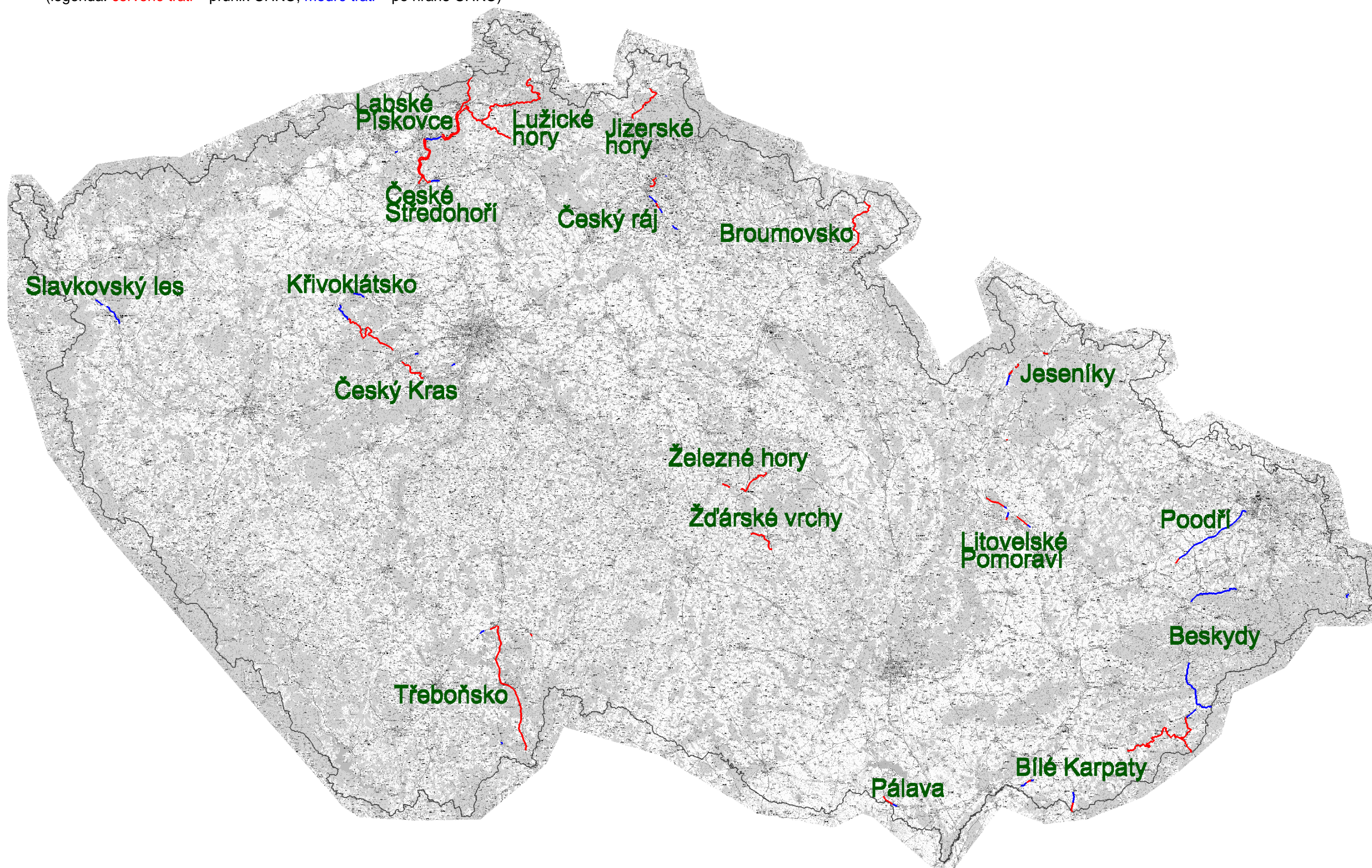
V době výstavby bude minimalizován pohyb mechanismů a těžké techniky v blízkosti obytné výstavby, hlučná stacionární zařízení budou, pokud to bude nezbytné, stíněna mobilními protihlukovými zástěnami.

Stávající dřeviny budou chráněny podle příslušných předpisů a norem

Přístupové komunikace budou vedeny především po drážních a polních pozemcích a nebudou kvůli nim likvidována mokřadní stanoviště a mimolesní zeleň.



Tratě na nichž se předpokládá zavedení GSM-R s vyznačením jednotlivých dotčených chráněných krajinných oblastí  
(legenda: **červené trati** – průnik CHKO, **modré trati** – po hraně CHKO)





#### 4.6 Návrh technického řešení pro vybrané tratě podle kategorie

Se sjednocováním Evropy a odstraňováním hranic mezi jednotlivými státy se neustále zvyšují nároky na to, aby v celém evropském prostoru mohly všechny dopravní systémy operovat bez omezení a časových ztrát zejména při přechodech hranic.

Železnice se v Evropě vyvíjela téměř dvě stě let na národním základě tak, že v mnoha technických oblastech byla do provozu uvedena odlišná řešení zpravidla bez ohledu na integraci v mezinárodním měřítku. To je zdrojem potíží při zajišťování železniční dopravy přes hranice jednotlivých států. Představuje to časově a organizačně náročná opatření na hranicích států související se střídáním personálu, výměnou hnacích vozidel atd. Příkladem je i dnešní stav v pokrytí železniční sítě v ČR několika vzájemně nekompatibilními komunikačními systémy.

První snahy o odstranění těchto potíží vedly k vybavování hnacích vozidel více systémy národních vlakových komunikačních zařízení. To však naráží na značné technické komplikace a prakticky je velmi obtížné instalovat na hnacím vozidle více než tři národní systémy. Sjednocení národních systémů je z ekonomických, kapacitních a časových důvodů prakticky nemožné.

Proto Evropská komise v roce 1989 iniciovala projekt, který by analyzoval problémy v oblasti zabezpečení a řízení jízdy vlaků a v roce 1990 sestavil UIC-ERRI skupinu železničních expertů A 200, jejímž úkolem bylo vytvořit specifikaci požadavků jako základu pro průmyslový vývoj systému jednotného evropského vlakového zabezpečovacího zařízení. Projektový rámec obsáhl mobilní zařízení pro vybavení hnacích vozidel, založené na otevřené počítačové architektuře – EUROCAT, nový systém bodového přenosu dat – EUROBALISE a nový kontinuální přenosový systém – EURORADIO.

Tak vznikl projekt evropského vlakového zabezpečovače – ETCS, který sledoval zajištění interoperability v oblasti zabezpečovací techniky formou zastřešujícího systému schopného komunikovat s národními zabezpečovacími systémy..

V roce 1995 definovala Evropská komise globální strategii pro vývoj Evropského systému řízení železniční dopravy ERTMS – European Rail Traffic Management System s cílem připravit jeho budoucí implementaci na evropské železniční síti jak pro vysokorychlostní, tak i konvenční evropský železniční systém.

**ERTMS** je projekt, který řeší zejména oblasti:

- komunikace (projekt EIRENE – European Integrated Railway radio Enhanced Network) – kde byly vytvořeny funkční a systémové specifikace, které vedly k vytvoření systému GSM-R (Global System for Mobile communications – Railway), který vychází ze standardu GSM, používá však vlastní frekvence a má některé rozšířené funkce specifické pro drážní dopravu;
- zabezpečení a řízení dopravy (projekt ETCS – European Train Control System) – systém, který umožňuje jednak předávat strojvedoucímu informace o povolené rychlosti, jednak neustále kontrolovat, že strojvedoucí tyto pokyny dodržuje. Informace mohou být předávány optickými návěstidly podél trati nebo v lepším případě rádiovým systémem GSM-R (pak se jedná o druhou úroveň ETCS). Poloha vlaků se i nadále zjišťuje z traťové části. Vlaková souprava vybavená rádiovým systémem GSM-R a systémem ETCS může jezdit po tratích první i druhé úrovně. Třetí úroveň ETCS znamená, že u vlaku je kontrolována jeho celistvost a vlaky

mohou samy vysílat svou přesnou polohu. Na všech úrovních porovnává palubní počítač Eurocab rychlost vlaku s maximální povolenou rychlostí a v případě jejího překročení vlak automaticky zabrzdí.

Zavádění podmínek interoperability v železničním systému České republiky je řešeno systémově za aktivní účasti nejvýznamnějších železničních partnerů. V rámci tohoto projektu se podařilo zmapovat stávající stav železničních tratí i vozidel a stanovit rozsah nutných úprav pro splnění podmínek interoperability. Tím bylo možno rámcově kalkulovat i finanční a časovou náročnost nutných úprav a stanovit priority.

Pro aplikaci ERTMS byl začátkem roku 2002 ustaven řídicí tým ERTMS. V rámci práce tohoto řídicího týmu byla připravena řada studií pro aplikaci ERTMS v ČR a připraveny pilotní projekty pro GSM-R a ETCS úroveň 2.

### **Návrh technického řešení**

Systém GSM-R, tak jako každý radiokomunikační prostředek, je složen z části infrastrukturní a části mobilní, představované mobilními terminály uživatele. Vlastní infrastrukturní část systému je dále dělena na část rádiovou – základní komunikační jednotka BTS vybavená anténními systémy, která zprostředkuje vlastní rádiovou komunikaci s mobilními terminály uživatelů a řídicí jednotka BSC, která řídí komunikaci mezi jednotlivými BTS a zároveň zprostředkuje přes standardizované rozhraní spojení na část ústřednovou – MSC, která tvoří druhou úroveň infrastrukturní části. Jednotka MSC je centrální spojovací jednotkou – ústřednou celého systému GSM-R, která svým vybavením poskytuje jak služby systémové, tak uživatelské. Zároveň umožňuje správu a dohled nad systémem a přes standardizovanou rozhraní připojení na okolní telekomunikační síť.

Z výstavby pilotního projektu GSM-R lze čerpat již nyní určité zkušenosti pro stanovení kritérií výběru technických parametrů nezbytných pro realizaci. Vlastní výběr vhodné lokality a rozsahu pilotního projektu GSM-R nebyl náhodný, zvolený úsek na 1. TŽK byl vybrán jako nejvhodnější prostředí pro možnost komplexního ověření jednotlivých systémových vlastností, funkcí a služeb, a to ať už v rámci vlastního pilotního projektu nebo v návazných aplikacích. Úsek pilotního projektu ETCS je v rámci pilotního projektu GSM-R pokryt signálem GSM-R v kvalitě pro tratě vybavené ETCS úrovní 2 a 3 pro rychlost do 220 km/h. Následně provedené vyhodnocení pilotní realizace také poskytne základní technicko-ekonomické údaje a parametry pro následující výstavbu; pro vývoj a nasazení telematických aplikací v rámci GSM-R.

V rámci implementace GSM-R je jednou z priorit i vývoj multifunkčního terminálu na hnacích vozidlech, jehož základními funkcemi bude:

- ☐ zajištění provozu analogového rádiového spojení (TRS);
- ☐ zajištění provozu digitálního rádiového spojení prostřednictvím GSM-R;
- ☐ sběr (a následné odeslání) dat o poloze vozidla prostřednictvím GPS přijímače;
- ☐ systémové a zobrazovací prostředí pro telematické aplikace prostřednictvím průmyslového počítače a dotykových LCD displejů.

Zmíněné telematické aplikace budou sloužit k zabezpečení těch funkcionalit, které v současné době nejsou zabezpečovány na železničních vozidlech buď vůbec (např. elektroměry k odběru trakční energie na hnacích nebo speciálních vozidlech, vkládání vstupních dat do „billing systému“ zpoplatnění železniční dopravní cesty, zabezpečení informací o poloze vlaku, atd.), nebo které budou nahrazovat pomůcky zabezpečované na



papírových mediích (např. sešitové jízdní řády, písemné rozkazy, pomůcky s traťovými a staničními poměry, apod.).

Mezi nejvýznamnější telematické aplikace (na platformě GSM-R) budou patřit následující:

- informace o poloze vlaku prostřednictvím satelitních technologií – nejedná se o samotnou aplikaci na terminálu hnacího vozidla (kde jsou zpracovávány informace přijaté ze satelitů), ale také o mapový portál, kde jsou tyto informace graficky zpracovány; databáze údajů o poloze vozidel je následně využita i dalšími aplikacemi (např. billing systémem);
- vstupní formuláře pro billing systém (zpoplatnění železniční dopravní cesty) – bude se jednat o zadávací elektronický formulář, kde strojvedoucí vyplní některé údaje nutné pro výpočet poplatku za použití železniční dopravní cesty (zejména hmotnost vlaku, druh přepravovaného zboží, druh trakce); další údaje budou použity buď z jiných aplikací (viz „informace o poloze vlaku“ pro zajištění ujetých km po konkrétní trase) a z databází samotného billing systému (např. charaktery tratí, elektrifikované úseky tratí, atd.);

Z hlediska skladby systému GSM-R lze vycházet z pilotního projektu stavby, kde

- Infrastrukturní část je tvořena z technologie ústředny (MSC) a dohledového pracoviště, kontroléru základnových radiostanic (BSC), přenosové technologie včetně příslušných kabelových tras a základnových radiostanic (BTS) umístěných v linii tratí.
- Mobilní část systému GSM-R je tvořena výbavou železničních kolejových vozidel vozidlovými radiostanicemi a přenosnými radiostanicemi v provedení pro všeobecné použití a v provedení s vyšší mechanickou a klimatickou odolností pro provozní použití.

Z hlediska dispozice základnových BTS vychází výběr místa jednak z výpočtového návrhu, vycházejícího z digitálního 3D modelu, z výběru vhodných kmitočtů (radiové plánování) a jednak z vlastního posouzení vybrané lokality s ohledem na vhodnost výstavby BTS a požadavek pokrytí uvedené lokality. Vzhledem k systému pokrytí, kdy je při liniové struktuře mezi BTS jen částečný vzájemný přesah, může s ohledem na konfiguraci terénu dojít k situaci, kdy je třeba nasadit opakovač pro dokrytí části území. Ze zkušeností s výstavbou pilotního projektu GSM-R vychází vzdálenost mezi BTS na cca 6km, což je ovšem v daném případě dáno konfigurací terénu (údolí Labe). Dá se však počítat se vzdáleností max. 8km.

Pro umístění BTS se přednostně vybírá prostor železničních stanic, kde však může vyvstat požadavek nejen na liniové pokrytí tratí, ale i na plošné pokrytí železniční stanice s ohledem na posun nebo pokrytí odbočných tratí. Je to výhodné z hlediska umístění technologie, zajištění napájení a připojení na přenosové systémy. Pokud to možné není, je třeba vybudovat BTS ve volné trati. Pak je třeba rozhodnout o způsobu napájení, protože většinou není k dispozici zajištěná síť ČD. Vybudování NN přívodu z veřejné sítě může být i poměrně náročnou operací (pokládka kabelového vedení přes pozemky soukromých majitelů v délce několika stovek metrů). Připojení technologie GSM-R na přenosový systém je řešeno buď pomocí modemu po stávajícím metalickém kabelu do nejbližší žst., kde přenosový systém je, nebo napojením na stávající DOK pomocí přenosového systému doplněného do BTS nebo pomocí optomodemu mezi BTS a zařízením SDH ve stanici. K propojení BTS a SDH může být použit i samostatný OK budovaný v rámci výstavby BTS.

Pro cca 150 BTS je třeba vybudovat 1 BSC, která řídí činnost celého systému BTS. Pro umístění BSC byla zatím vybrána centra v Praze a v Přerově. V souvislosti s výstavbou pilotního projektu byla postavena BSC v Praze, která svou výbavou odpovídá postavené kapacitě 37 BTS. Pro další plánovanou výstavbu ji bude nutné rozšířit o další bloky – karty E1 pro připojení BTS (na jednu kartu 4 BTS, 40 karet pro jednu BSC).

Pro provoz pilotní sítě BTS byla rovněž postavena v nejnútnejší sestavě (37 BTS, 1 BSC, 10 hnacích vozidel a 100ks přenosných radiostanic) ústředna MSC, jejíž umístění bylo vybráno rovněž v Praze. V rámci další plánované výstavby bude dále rozšiřována o další bloky – v případě pokračování výstavby 1. tranzitního železničního koridoru je to výstavba dalšího BSC v Přerově a připojení dalších BTS, hnacích vozidel a přenosných radiostanic do sítě (to znamená rozšíření stávajícího nahrávání o další kanály, rozšíření dohledu sítě, rozšíření dispečerského centra, úpravy SW atd). S ohledem na velikost uvažované výstavby sítě GSM-R a nutnost zálohování celého systému, se realizuje výstavba záložní ústředny a centra MSC v CDP Přerov; již postavenou ústřednu v Praze lze po postavení nové ATÚ v Přerově upgradovat. Tím bude zajištěna možnost přenesení provozu na jednu z nich při havárii druhé.

### **Tabulka kategorizace vybraných tratí**

Význam jednotlivých sloupců a použitých značek:

Číslo sloupce: 1 - číslo trati

2 - kategorie trati dle studie

3 - název začátku tratě

4 - název konce tratě

5 - celková stavební délka tratě uvedená v km

1	2	3	4	5
10	A	Česká Třebová	Praha-Libeň	159,9
11	A	Praha-Libeň	Praha Holešovice	6,8
70	A	Praha hl.n	Praha-Vysočany	5,2
72	A	Lysá nad Labem	Ústí nad Labem západ	96,0
73	A	Ústí nad Labem Střekov	Děčín hlavní n.	27,3
90	A	Kralupy nad Vltavou	Děčín hl.nádr.	102,0
91	A	Praha-Holešovice	Kralupy nad Vltavou	24,0
98	A	Děčín hl.n.	Dolní Žleb st.hr.	10,8
170	A	Beroun	Cheb	177,0
171	A	Praha hl.n.	Beroun	43,0
196,806	A	Horní Dvořiště st.hr.	České Budějovice	58,8
220	A	České Budějovice	Benešov u Prahy	115,6
221	A	Benešov u Prahy	Praha-Vršovice	50,5
230	A	Havlíčkův Brod	Kolín	75,3
231	A	Lysá nad Labem	Praha-Vysočany	30,2
231	A	Praha-Libeň	Praha-Vysočany	1,6
231	A	Kolín	Nymburk hl.n.	24,7
231	A	Nymburk hl.n.	Lysá n. L.	15,0

250	A	Lanžhot st.hr.	Brno hl.n.	67,0
250	A	Brno hl.n.	Havlíčkův Brod	121,0
260	A	Brno hl.n.	Česká Třebová	89,1
270	A	Bohumín	Přerov	96,3
270	A	Prosenice	Dluhonice	14,8
270	A	Přerov	Česká Třebová	109,9
280,843	A	Horní Lideč st.hr.	Hranice na Moravě	71,2
320	A	Mosty u Jabl. st.hr.	Bohumín	49,0
320	A	Petrovice u K. st.hr.	Dětmárovice	20,9
320	A	Odb. Koukolná	Odb. Závada	1,2
321	A	Český Těšín	Polanka nad Odrou	37,9
321	A	odb.Odra	Ostrava-Svinov	4,3
330	A	Přerov	Břeclav	94,6
801,802	A	Břeclav	Břeclav st.hr.	5,0
813	A	Cheb	Cheb st.hr.	10,6
011/231	A	Praha-Libeň	Praha Masaryk.nádr.	4,4
210/221	A	Praha-Vršovice	Praha hl.n.	2,3
833/836	A	Bohumín st.hr.	Bohumín	3,3
	A	Děčín východ	Děčín-Prostřední Žleb	4,0
20	B	Choceň	Velký Osek	100,8
21	B	Lichkov st. hr.	Letohrad	23,3
24	B	Letohrad	Ústí nad Orlicí	15,3
60	B	Nymburk hl. n.	Poříčany	15,4
90,130	B	Ústí nad Labem jih	Ústí nad Labem záp.	1,8
130	B	Ústí nad Labem hl.n.	Most	48,9
130	B	Chomutov	Most	24,2
131	B	Ústí nad Labem západ	Bílina	27,1
140	B	Chomutov	Cheb	112,0
180,811	B	Plzeň Jižní předm.	Česká Kubice st.hr.	72,6
190	B	České Budějovice	Plzeň hl.nádr.	139,0
199	B	České Velenice	České Budějovice	50,0
225	B	Veselí nad Lužnicí	Jihlava	94,0
226	B	České Velenice	Veselí nad Lužnicí	55,0
300	B	Přerov	Brno hl.n.	89,1
316	B	Ostrava-Svinov	Opava východ	28,0
831	B	Lichkov	Lichkov st.hr.	2,6
199/804	B	České Velenice st.hr.	České Velenice	0,4
	B	Opatovice nad Labem	Odb. Plačice	3,9
	B	Odb. České Zlatníky	Obrnice	1,9
21	C	Hanušovice	Lichkov	25,0
21	C	Letohrad	Týniště nad Orlicí	40,2
26	C	Týniště nad Orlicí	Meziměstí st.hr.	68,5
30	C	Jaroměř	Liberec	121,6
31	C	Pardubice	Jaroměř	39,0
32	C	Jaroměř	Trutnov hl.n.	52,6
40	C	Chlumec nad Cidlinou	Trutnov	102,8
41	C	Hradec Králové hl.n.	Turnov	82,6

61	C	Jičín	Nymburk město	42,7
70	C	Praha-Vysočany	Turnov	98,2
71	C	Nymburk hl.n.	Mladá Boleslav hl.n.	27,2
80	C	Bakov nad Jizerou	Česká Lípa hl.n.	44,3
81	C	Benešov	Rumburk	50,0
81	C	Česká Lípa hl.n.	Děčín východ hor.n.	31,4
86	C	Česká Lípa hl.n.	Liberec	60,5
88	C	Rumburk	Jiřikov st.hr.	6,9
89	C	Rybniště	Varnsdorf st.hr.	12,0
110	C	Kralupy nad Vltavou	Most	87,3
120	C	Praha-Bubny	Chomutov	125,3
120	C	Praha Masar.nádraží	Prah Bubny	0,8
122	C	Praha-Smíchov spol.n.	Hostivice	20,0
122	C	Rudná u Prahy	Odb. Jeneček	7,8
123	C	Žatec západ	Obrnice	29,3
124	C	Lužná u Rakovníka	Rakovník	9,7
126	C	Louny předměstí	Rakovník	44,2
127	C	Louny	Postoloprty	11,3
160	C	Plzeň hl.n.	Žatec západ	106,3
173	C	Praha-Smíchov	Beroun-Závodí	32,3
174	C	Rakovník	Beroun	43,5
183	C	Plzeň hl.n.	Železná Ruda st.hr.	97,4
185	C	Horažďovice předm.	Klatovy	59,6
185	C	Janovice nad Úhlavou	Domažlice	32,3
200	C	Zdice	Protivín	103,3
201	C	Tábor	Ražice	68,0
224	C	Horní Cerekev	Tábor	70,1
238	C	Havlíčkův Brod	Rosice nad Labem	93,7
240	C	Brno hl.n.	Havlíčkův Brod	131,0
241	C	Znojmo	Okříšky	70,0
246	C	Břeclav	Znojmo	71,8
290	C	Šumperk	Olomouc hl. n.	57,0
291	C	Zábřeh na Moravě	Bludov	8,9
292	C	Hanušovice	Šumperk	85,3
301	C	Olomouc	Nezamyslice	40,0
303	C	Valašské Meziříčí	Kojetín	61,0
310	C	Opava východ	Krnov	29,0
310	C	Krnov	Olomouc	88,0
323	C	Ostrava hl.n.	Valašské Meziříčí	72,9
340	C	Veselí nad Moravou	Uh. Hradiště	18,0
340	C	Veselí nad Moravou	Blažovice	69,5
340	C	Blažovice	Holubice	3,7
341	C	Vlářský průsmyk st.hr.	St. Město u U. Hradiště	68,0
343	C	Rohatec	Veselí nad Moravou	19,8
344	C	Velká nad Veličkou st.hr.	Veselí nad Moravou	22,3
835	C	Český Těšín	Český Těšín st.hr.	1,1
89,828/829	C	Liberec	Hrádek n.Nisou st.hr.	21,0

	C	Odb. Jeneček st. 1	Odb. Jeneček výh. č. 7	0,8
	C	Žatec západ	Odb. Velichov	1,3
	C	Odb. Bažantnice	Odb. Vrbka	0,8
	C	Most	Most nové nádr.	2,8
	C	Třebušice	Most nové nádr.	4,0
	C	Srní u České Lípy	Žizník	4,9

Z přiloženého rozdělení celostátních drah ČR do skupin a z přiložené tabulky vyplývá pro různé kategorie tratí různý současný stav vybavenosti telekomunikační technikou z hlediska přenosových vlastností a stávající radiofikace. Od tratí typu A – koridorové tratě a tratě mezinárodní důležitosti, kde je k dispozici jak optický kabel, tak přenosový systém a ve většině případů i stávající komunikační rádiový systém, přes tratě kategorie B – hlavní tratě, kde je obvykle k dispozici stávající komunikační rádiový systém, stávající metalický a občas již optický kabel s přenosovým systémem ne vždy požadovaného typu až k tratím kategorie C – vedlejší tratě, kde se již zřídka vyskytuje komunikační rádiový systém a k dispozici bývá obvykle pouze metalický kabel ne vždy vyhovující kvality. Z tohoto souhrnu jednoznačně vyplývá narůstající náročnost výstavby GSM-R s postupem od kategorie A ke kategoriím nižším.

U koridorových tratí a tratí mezinárodní důležitosti se již s výstavbou GSM-R počítá a součástí zpracovaných projektů je stavební připravenost pro následnou výstavbu BTS. V předstihu jsou prováděna měření, zajištěno radiové plánování a výběry vhodných lokalit pro BTS, zajišťován přívod energie, pokládán DOK a nasazován odpovídající přenosový systém SDH. Rovněž je v předstihu zahajováno i územněprávní projednávání jednotlivých lokalit.

U tratí kategorie B a C jsou tyto činnosti prováděny v rámci modernizací a optimalizací tratí, ovšem v omezeném rozsahu. Z časových důvodů nelze zajistit nezbytná měření pro výběr vhodných lokalit pro BTS, proto je pouze pokládán DOK s tím, že bude využit následně pro systém GSM-R po vytipování umístění BTS.

Časový horizont výstavby systému GSM-R na tratích kategorie A je stanoven do roku 2017, u tratí kategorie B se předpokládá výstavba po roce 2015. U tratí kategorie C je s ohledem na jejich značný rozsah a minimální technickou vybavenost pravděpodobné zahájení výstavby systému GSM-R až po roce 2020.

Podrobnější harmonogram výstavby GSM-R není v současné době možné stanovit.

Tento závisí mimo jiné na

- ☐ vybudování nových dispečerských center;
- ☐ postupu zavádění dispečerského řízení u SŽDC;
- ☐ postupném rozvíjení systémů zab.zař. s ohledem na dispečerské řízení nepřilehlých úseků tratí;
- ☐ plánu vybavení trakčních vozidel mobilními radiostanicemi GSM-R;
- ☐ plánu postupné integrace železničních tratí SŽDC do evropského železničního systému;
- ☐ a řešení dalších návazných otázek.

V současnosti (září 2014) jediné termíny o implementaci GSM-R jsou stanoveny v Implementačním plánu ČR, kde jsou uvedeny termíny pro 1. a 2.TŽK do roku 2009, moravskou větev 3.TŽK do roku 2014, Děčín – Mělník – Kolín - Havlíčkův Brod – Brno do roku 2016 a zbylá část 3 a 4.TŽK do roku 2017.

## 5. Nákladová část

Investiční a provozní náklady byly stanoveny v původní studii GSM-R SP aktualizace II, 01/2010. V rámci aktualizace III, doplnění (září 2014) byly aktualizovány pouze investiční náklady a doba výstavby GRM-R dle nových informací z již realizovaných či připravovaných staveb. Ostatní náklady byly ponechány v původním stavu z roku 2010. Pro potřeby ekonomického hodnocení (kapitola 6) byly náklady převedeny na cenovou úroveň roku 2013.

### 5.1. Investiční náklady GSM-R

Investiční náročnost staveb GSM-R lze posuzovat dvěma způsoby, tj. na základě rozboru již realizovaných a připravovaných staveb a na základě sestavení jednotlivých položek. V další části jsou jednotlivé přístupy rozebrány.

#### 5.1.1. Stanovení ceny na základě celkových nákladů staveb

V současné době (září 2014) jsou dostupné informace těchto o realizovaných stavbách.

Název stavby	Stav realizace	IN [mil. Kč]	Délka [km]	Náklady /km
Pilotní projekt Děčín - Praha – Kolín	provozováno	250	198	1,26
GSM-R, Dokončení I.TŽK	provozováno	671	293	2,29
GSM-R Břeclav - Přerov – Petrovice	provozováno	383	205	1,87
Ostrava - st.hr. a Přerov – Č. Třebová	provozováno	536	238	2,25
Doplnění pilotní projekt GSM-R I.TŽK	provozováno	215	-	-
GSM-R Děčín – Všetaty - Kolín	provozováno	351	174	2,02

#### Komentář k jednotlivým stavbám:

Pilotní stavba řeší, dle našeho názoru, výstavbu pouze částečně a v následných stavbách a na základě prvních zkušeností s provozem GSM-R je zapotřebí trať Děčín – Kralupy n.V. - Praha – Kolín doplnit na plnou funkčnost.

Investiční náklady (IN) stavby Ostrava – st. hranice SR, Přerov – Česká Třebová odpovídají schválené přípravné dokumentaci s novým stavem IN.

Stavba „GSM-R, dokončení 1.NŽK“ v části trasy využívá stávajících kabelů a v části trasy pokládá nové kabely. Z toho důvodu ukazatel IN není plně věrohodný.

Součástí stavby „GSM-R Děčín – Všetaty – Kolín“ je i využití stávajících HDPE a v části trasy pokládka nové trasy DOK. Z toho důvodu je ukazatel IN o něco vyšší.

#### 5.1.2. Stanovení ceny na základě rozboru jednotlivých položek

Výpočet investičních nákladů vychází z vypočtených ukazatelů na výstavbu stacionární technologie GSM-R a výstavbu optických kabelů.

Při sestavování ukazatelů na optický kabel, se vycházelo z průměrných nákladů na optický kabel stanovených pro přípravnou a projektovou dokumentaci staveb modernizace či optimalizace.

Při sestavování ukazatelů na stacionární technologii GSM-R, se vycházelo ze stávajících zkušeností a stávajících nákladů vynaložených na pilotní řešení. Tím bylo stanoveno, že průměrná vzdálenost mezi jednotlivými stanicemi BTS je cca 4km. Náklady na

připojení silového napájení byly stanoveny průměrem ze stavební připravenosti na systémy GSM-R budované v rámci staveb 3. a 4. TŽK.

Náklady na ukazatele pro výstavbu optického kabelu a GSM-R jsou zhrubně rozepsány v následující tabulce:

v tis.Kč (CÚ 2010)

Položky	jednotka	přepočet podílu na km	cena za jednotku
<b>Optický kabel</b>			
Optický kabel 36 vláken	km	1	41
Zafouknutí a spojování	km	1	1603
Zemní práce	km	1	730
Vyvedení v žst dle směrnice OAE.	4 km	0,25	430
Ukončení v žst 36 vl.	40 km.	0,025	163
Doprovodný kabel 5XN	km	1	85
Výpich z DOK	12 km	0,083	160
	<b>Cena / km</b>		<b>1 143</b>
z toho náklady na pouhé zafouknutí kabelu			413
<b>GSM-R stacionár.</b>			
Přenosový systém	3 km	0,33	640
BTS vč. příslušné části BSC	4 km	0,25	8750
Místní kabelové připojení	4 km	0,25	230
Přístupový terminál výpravčího	4 km	0,25	750
Silové napájení	4 km	0,25	340
	<b>cena / km</b>		<b>2 729</b>

## 5.2. Investiční náklady na obnovu a dostavbu stávajících analogových radiostanic

V případě, že nedojde k výstavbě GSM-R, je nutné vzhledem k době provozu zařízení TRS a popřípadě i MRTS uvažovat s jeho obnovou. Pro obnovu TRS jsme vycházeli z celkového vybavení trati, stanovení nákladů na celou její výměnu a z toho vypočtení nákladů na jeden km. Tento přístup je ztvárněn do následující tabulky.

Druh zařízení	Náklady na jedno zař. v tis. Kč (CÚ 2010)	Počet zařízení v drážní síti
Základnová radiostanice ZR	608	595
Ovládací terminál ZL	476	684
Záznamové zařízení REDAT	448	373
Stacionární rdst MRTS	150	684

Tímto můžeme stanovit, že **prostá obnova** analogových rdst v celé síti ČD, která obnáší 3 995km rádiem vybavených tratí, by v uvažované cenové úrovni 2010 stála 957 mil. Kč, t.j. **cca 240 tis. Kč/1 km trati**.

Vzhledem ke skutečnosti, že analogové systémy, respektive systémy založené na analogové součástkové základně se přestanou vyrábět, je nezbytné uvažovat s následnou transformací do digitální technologie, založené patrně na přenosu nespojitých signálů (ethernetovské prostředí). Výsledkem je skutečnost, kdy by v rámci výstavby bylo nutné uvažovat i s případnou výstavbou optických kabelů (pokud neexistují) a s výstavbou přenosové infrastruktury. Podmínkou realizace tohoto řešení je skutečnost, že nově vyvinutá rádiová technologie musí být stoprocentně kompatibilní se systémy dnešními, analogovými.

V tomto případě můžeme ceny dnešního rádiového systému zachovat (nepředpokládáme vzhledem k omezenému použití, že dojde k velkému zájmu o výrobu těchto systémů) a doplnit o ceny přenosové technologie a popřípadě o cenu optického kabelu (stejná jako u GSM-R).

Druh zařízení	Náklady na jedno zař. v tis. Kč (CÚ 2010)	Počet zařízení v drážní síti
Základnová rdst ZR	608	595
Ovládací terminál ZL	476	684
Přenosový systém	640	684
Záznamové zařízení REDAT	448	373
Stacionární rdst MRTS	150	684

Tímto lze předpokládat, že v budoucnu by mohla prostá obměna analogových rdst v celé síti SŽDC vyžádala náklady 1 340 tis. Kč. Pro cca 3995km rádiem vybavených tratí, by tyto náklady činily cca 350 tis. Kč/1 km trati. K tomu je zapotřebí kalkulovat vynaložené náklady na migraci zařízení ve výši cca 60 tis. Kč/ZR či ZL t.j. **celkově náklady na dostavbu činí cca 370 tis Kč/km**.



### 5.3. Provozní náklady na provozování GSM-R

v tis. Kč (CÚ 2010)

		<i>jedn. cena</i>	<i>počet jednotek</i>	<i>celkem</i>	<i>poznámka</i>
<b>Fixní náklady GSM-R</b>					
Náklady na pronájem místa	BTS in	0,6	12	7	Poz.1
Náklady za okruhy propoj. BTS v úseku Děčín - Praha - Kolín a zál. okruhy	některé okruhy	84	16	1 344	Poz 2
Náklady za propojení na ostat. systémy	napoj. Systémy	84	5	420	Poz.2
Poplatky za kmitočty	za celou ČD síť	8 320	1	8 320	Poz.3
Energie BSC a MSC		288	2	576	Poz.4
Náklady na náhradní díly		800	3	2400	Poz.5
Správa GSM-R ze strany vlastníka	člověk/rok	1 010	1	1 010	Poz.6
Dohled nad stac. částí GSM-R	smluvní náklady /rok	7 070	1	7 070	Poz.7
<b>Náklady fixní celkem</b>		<b>tis.Kč/rok</b>		<b>21 147</b>	
<b>Variabilní náklady GSM-R</b>					
Údržba běžná pro BTS	smluvní náklady/rok	1 500	2	3 000	Poz.8
Energie BTS	počet BTS	11	97	1 067	Poz.9
Zkušební měření	Rok	360	2	720	Poz.10
Náklady za výměnu dílů	Rok	500	2	1 000	Poz.11
Servis Kapsch		2 772	1	2 772	Poz.12
SUMA variabilní náklady				8 559	
Délka trasy	Km	461			
<b>Náklady variabilní celkem</b>		<b>tis.Kč/rok/km</b>		<b>19</b>	

- Poz.1 200 Kč/m<sup>2</sup>/rok, nutno počítat 3m<sup>2</sup>
- Poz.2 pronájem 7000Kč/měsíc/okruh E1, záložní okruh a okruhy bez OK SŽDC, jednorázové náklady, u dalších staveb je propojení řešeno prostředky SŽDC
- Poz.3 Fixní částka za celou síť ČD
- Poz.4 cca 12MWh/rok s cenou 2 Kč za kWh
- Poz.5 Odhad, hodnota pohotovost. záložních dílů činí 2500 tis. Kč
- Poz.6 Náklady na člověka vč. odvodů
- Poz.7 Odhadnutý poměr za celkové dohledy pro zařízení ČD a SŽDC, dnes 7 pracovníků
- Poz.8 Nasmlouvané náklady/rok

- Poz.9 450 kWh/měsíc/BTS s cenou 2Kč/kWhod  
 Poz.10 Jeden den měření je 180 tis. Kč  
 Poz.11 Za rok provozu se vynaložilo cca 300 tis. Kč na zakoupení dílů  
 Poz.12 Servisní smlouva je v jednání, na základě průběhu jednání se uvažuje servis ze strany dodavatele řešit na vyžádání; dnešní propočty vycházejí cca 7 mil. Kč/500 km

#### 5.4. Provozní náklady na provozování TRS

Vzhledem k tomu, že náklady na analogové radiostanice jsou globální, je počítáno s náklady na celou síť a výsledek je přepočten na 1 km.

v tis.Kč (CÚ 2010)

		<i>jedn. cena</i>	<i>počet jednotek</i>	<i>celkem</i>	<i>poznámka</i>
<b>Fixní náklady TRS</b>					
Poplatky za kmitočty	za celou ČD síť	3 800	1	3 800	Poz.3
Správa TRS	člověk/rok	1 010	6	6 060	Poz.6
<b>Náklady fixní celkem</b>		<b>tis.Kč/rok</b>		<b>9 860</b>	
<b>Variabilní náklady na TRS</b>					
Údržba běžná pro TRS a REDAT	podíl nákl./rok	22 000	0,18	3 960	Poz.13
Údržba běžná pro MRTS	podíl nákl./rok	22 000	0,29	6 380	Poz.13
Náklady na poruchy TRS a REDAT	podíl nákl./rok	44 000	0,25	11 000	Poz.14
Náklady na poruchy MRTS	podíl nákl./rok	44 000	0,26	11 440	Poz.14
Energie TRS ZR	počet instalací	1,58	595	942	Poz.15
Energie TRS ZL	počet instalací	0,53	684	361	Poz.16
Energie na REDAT	počet instalací	1,06	373	394	Poz.17
Energie na MRTS	počet instalací	1,58	684	1 084	Poz.18
Zkušební měření	rok	180	57	10 260	Poz.20
Náhradní díly		957 205	0,01	9 572	Poz.19
SUMA	náklady/rok			55 393	
délka trasy	Km	3 995			
<b>Náklady variabilní celkem</b>		<b>tis.Kč/rok/km</b>		<b>14</b>	

- Poz.13 Udaný podíl z nákladů na pravidelnou péči  
 Poz.14 Udaný podíl z nákladů na poruchy  
 Poz.15 66 kWh/místo/měsíc  
 Poz.16 22 kWh/místo/měsíc  
 Poz.17 44kWh/místo/měsíc  
 Poz.18 Energie dtto TRS ZR, počet koresponduje s TRS ZL  
 Poz.19 1% z pořizovací ceny TRS a MRTS  
 Pozn.20 za jeden den se předpokládá projet úsek s cca dvanácti základnovými rdst.

### 5.5. Návrh etapizace výstavby

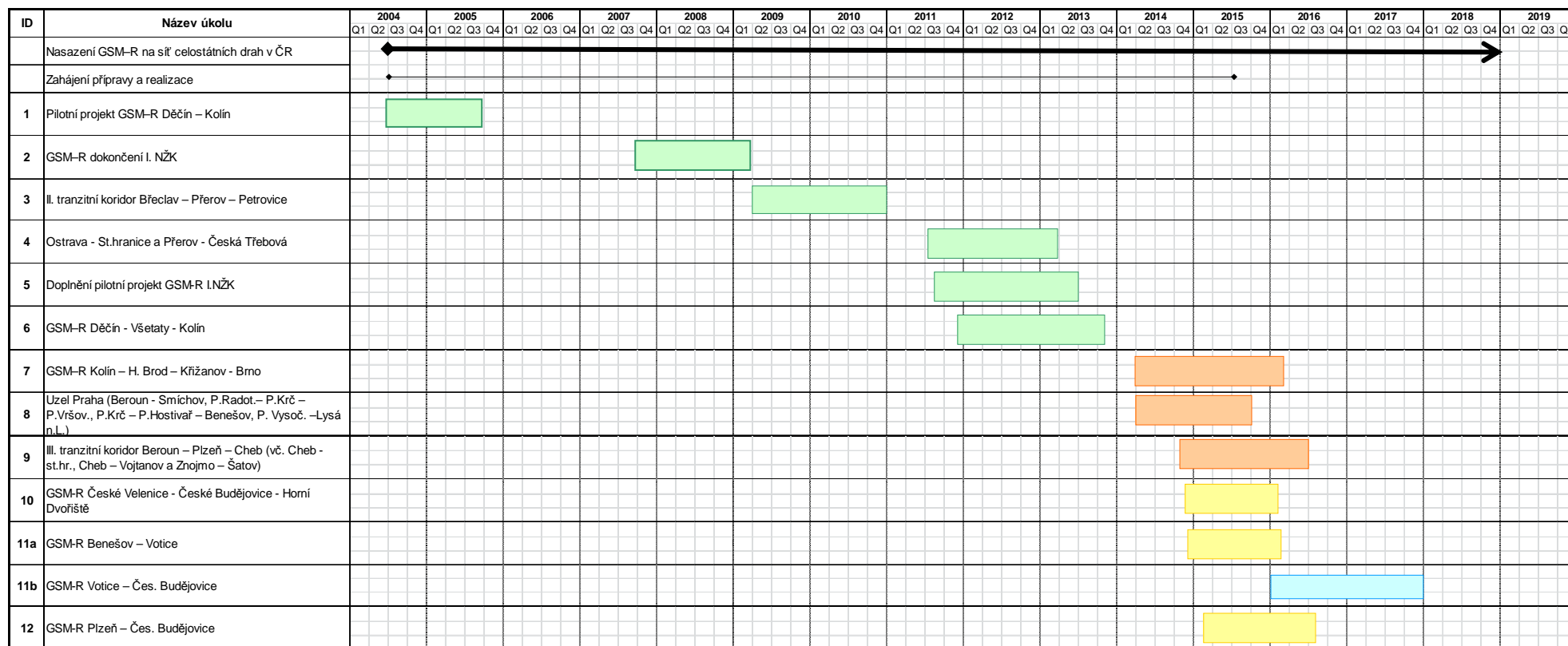
Návrh etapizace vychází z plánu investic SŽDC. V následující tabulce jsou stavby a připravované, či odhadnuté náklady na připravované stavby:

v mil.Kč

<b>Etapa</b>	<b>Stavba:</b>	<b>Stav:</b>	<b>Realizace</b>	<b>Náklady</b>	<b>Délka:</b>	<b>Náklady/ km</b>
1	Pilotní projekt Děčín - Praha – Kolín	provozováno	2004 - 2005	250	198	1,26
2	GSM-R, Dokončení I.TŽK	provozováno	2007 - 2009	671	293	2,29
3	GSM-R Břeclav - Přerov – Petrovice	provozováno	2009 - 2010	383	205	1,87
4	Ostrava - st.hranice a Přerov - Česká Třebová	provozováno	07/11 – 04/13	536	238	2,25
5	Doplnění pilotní projekt GSM-R I.TŽK	v realizaci	07/11 – 06/13	215	-	-
6	GSM-R Děčín – Všetaty - Kolín	v realizaci	12/11 – 10/13	351	174	2,02
7	GSM-R Kolín - H.Brod – Křižanov - Brno	probíhá P+R	03/14 – 02/16	672	195	3,45
8	GSM-R, uzel Praha (Beroun – P.Smíchov, P.Radotín – P.Krč – P.Vršovice, P.Krč – P.Hostivař – Benešov, P. Vysočany –Lysá nad Labem)	probíhá P+R	03/14 – 09/15	386	140	2,76
9	GSM-R III. TŽK Beroun – Plzeň – Cheb (vč. <i>Cheb - st.hr., Cheb – Vojtanov a Znojmo – Šatov</i> )	probíhá výběrové řízení na P+R	10/14 – 06/16	492	202	2,44
10	GSM-R České Velenice - České Budějovice - Horní Dvořiště)	připravuje se výběrové řízení na P+R	11/14 – 01/16	247	107	2,31
11a	GSM-R Benešov – Votice	připravuje se výběrové řízení na P+R	11/14 – 01/16	73	19	3,84
11b	GSM-R Votice – České Budějovice	plánováno	2016-2017	207	101	2,05
12	GSM-R Plzeň – České Budějovice	připravuje se výběrové řízení na P+R	02/15 – 07/16	338	136	2,48
13	Další stavby		2015-dál			

Plánovaný průběh výstavby je patrný z následujícího časového harmonogramu

## Harmonogram výstavby GSM-R



## 6. Ekonomické hodnocení

Ekonomické hodnocení vychází ze vzájemného porovnání **projektového stavu** a **referenčního stavu** (stavu bez projektu). V rámci ekonomického posouzení jsou sledovány účinky zavedení GSM-R (Global System for Mobile communications – Railway) na vybrané železniční síti sloužící zejména pro tranzitní železniční dopravu. Konkrétně jde o úseky: I. koridor (Děčín – Praha – Kolín, Kolín – Česká Třebová – Brno – Břeclav), II. koridor (Břeclav – Přerov – Petrovice), III. koridor (Beroun – Plzeň – Cheb, Ostrava – st. hranice a Přerov – Česká Třebová), IV. koridor (Benešov – České Budějovice – Horní Dvořiště), uzel Praha (Beroun – Praha – Benešov), Děčín východ – Všetaty – Kolín, Kolín – Havlíčkův Brod – Křižanov Brno a Plzeň – České Budějovice.

**Projektový stav** – představuje variantu zavedení GSM-R na vybrané železniční síti a jeho následný dopad na náklady a příjmy provozovatele dráhy.

**Referenční stav** – stav, kdy na vybrané železniční síti je současný analogový rádiový systém TRS (Traťový rádiový systém).

Při zpracování se vychází z následujících materiálů:

- Aktualizace metodiky pro výpočet efektivnosti investic na SŽDC, s.o. (Ministerstvo dopravy ČR), 2009;
- Guide to cost-benefit analysis of investment projects (Structural Fund – ERDF, Cohesion Fund and ISPA), 2008;
- HEATCO - Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, 2004 – 2006.

V rámci ekonomického hodnocení je kompletně zpracována **pouze ekonomická analýza**. **Finanční analýza projektu není v plném rozsahu zpracována** z několika důvodů:

- projekt (zavedení GSM-R) nevytváří pro investora (SŽDC s.o.- provozovatel dráhy) žádné příjmy ani zisk
- díky realizaci projektu nedojde k žádné úspoře nákladů, naopak dojde k jejich nárůstu oproti současnému stavu
- při zvážení možných diferenčních finančních toků, které lze do finanční analýzy v rámci tohoto projektu zahrnout (investiční a provozní náklady) a jejich předpokládanému vývoji je možné konstatovat, že finanční cashflow nebude v žádném roce hodnocení kladné a není tedy možné určit vnitřní výnosové procento, ale pouze čistou současnou hodnotu, která bude záporná.

Pro přehlednost budou přesto jednotlivé finanční toky finanční analýzy vyčísleny a bude stanovena čistá současná hodnota investice. Do finanční analýzy budou (jak již bylo uvedeno) uvažovány pouze investiční a provozní náklady infrastruktury.

S ohledem na charakter hodnocené investice (jedná se o zavedení zařízení, jenž umožňuje zajištění interoperability zabezpečovacích zařízení v rámci EU dle TSI) není její samostatné ekonomické hodnocení (v souladu s Prováděcími pokyny pro hodnocení investic železničních staveb (MD ČR) 11/2009) opodstatněné a nemusí se provádět. Ekonomické hodnocení bylo i přes výše uvedené zpracováno na žádost zadavatele.

### **Ekonomická analýza**

Výpočty jsou založeny na analýze diferenčních nákladových a příjmových finančních toků v době hodnocení projektu. Finanční toky provozní fáze jsou vyjádřeny od roku 2010, tj. od prvního roku provozu GSM-R na celém 1. tranzitním železničním koridoru (stavba 2007 – 2009), po dobu třiceti let (v souladu s Aktualizací metodiky pro výpočet efektivnosti investic na SŽDC, s.o. (Ministerstvo dopravy ČR), 2009). Všechny finanční toky jsou inflatovány k cenové úrovni roku 2013 (cenová úroveň roku zpracování hodnocení).

V ekonomické analýze jsou hodnoceny finanční toky relevantní z hlediska celé společnosti (tj. provozovatele dráhy, provozovatelů drážní dopravy, uživatelů drážní dopravy a celospolečenské účinky). V tomto případě se jedná o:

- investiční náklady projektu;
- provozní náklady projektu;
- úspory času;
- zvýšení bezpečnosti železniční dopravy.

Z těchto finančních toků je vypracována tabulka cash-flow a z ní odvozeno ekonomické vnitřní výnosové procento (ERR), ekonomická čistá současná hodnota (ENPV) a poměr nákladů a přínosů (B/C Ratio). Při výpočtu čisté současné hodnoty je použita v ekonomické analýze diskontní sazba 5,5 % (v souladu s Prováděcími pokyny pro hodnocení efektivnosti investic projektů železniční infrastruktury, MD ČR 2013).

Ekonomické příjmy a náklady, ze kterých je sestavena ekonomická analýza jsou uvedeny v tzv. **ekonomických cenách**, tj. v účetních cenách, které byly získány transformací tržních cen. Ekonomická analýza uvažuje tedy čisté náklady a přínosy bez daní a dalších poplatků.

V následujících kapitolách jsou stanoveny hodnoty jednotlivých finančních toků, které jsou použity pro sestavení ekonomické analýzy.

#### **6.1. Investiční náklady**

Investiční náklady byly převzaty z kapitoly 5. – Nákladová část.

V následující tabulce jsou uvedeny investiční náklady projektového stavu s rozdělením do let výstavby. Návrh etapizace výstavby jednotlivých staveb a jejich investiční náročnost je uvedena v kapitole 5.5. Pro potřeby ekonomického hodnocení byly tyto náklady převedeny na cenovou úroveň roku 2013.

Tabulka č. 6.1 - Celkové náklady Projektového stavu [tis. Kč] (CÚ 2013)

Rok výstavby	Celkové náklady
2007	493 694
2008	223 085
2009	409 177
2010	189 115
2011	306 520
2012	423 364
2013	367 333
2014	552 333
2015	1 157 333
2016	601 833
2017	103 500
<b>Celkem</b>	<b>4 827 288</b>

*Pozn. Do výpočtu ekonomické analýzy pak budou tyto hodnoty vstupovat v tzv. ekonomických cenách, tj. v účetních cenách, které byly získány transformací tržních cen (pomocí konverzního faktoru ve výši 0,88).*

Roční odpisy jednotlivých nákladových položek byly stanoveny podle směrnice SŽDC č. 12 z roku 2007 – třídění DLHM. Výsledná zůstatková hodnota celé investice je nulová, protože odhadovaná životnost zabezpečovacího zařízení je menší než 30 let (doba hodnocení je 30 let). Aby byla zohledněna nutnost vynaložení dalších finančních prostředků na udržení zařízení v provozu i po ukončení jeho životnosti, je v hodnocení uvažována zvýšená částka na provoz a údržbu zařízení (viz kapitola 6.2 Provozní náklady – Projektový stav).

## 6.2. Provozní náklady

Výpočet provozních nákladů nezahrnuje všechny nákladové položky provozovatele dráhy (SŽDC, s.o), ale pouze ty, u nichž dojde vlivem projektu ke změně. Tento postup je možný díky tomu, že do výpočtu ekonomického hodnocení vstupují diferenční finanční toky, tj. rozdíl dílčích provozních nákladů v projektovém a referenčním stavu.

### Referenční stav

Při výpočtu nákladů referenčního stavu (TRS) se vycházelo z průměrných nákladů současného stavu. Podrobné vyčíslení těchto nákladů je provedeno v kapitole 5.2 a 5.4. Pro potřeby ekonomického hodnocení byly tyto náklady převedeny na cenovou úroveň roku 2013. Provozní náklady jsou v členění:

- fixní náklady – 10 596,86 tis.Kč/rok,
- variabilní náklady – 15,05 tis.Kč/km/rok,

- náklady nutné na obnovu zařízení (které je v současné době již v provozu) – 257,94 tis.Kč/km/po deseti letech.

Při vyčíslení těchto nákladů bylo uvažováno i s náklady potřebnými na dobudování TRS na koridorových tratích v úsecích, kde v současné době existuje jiný systém komunikace. Tyto náklady je třeba vynaložit na 1. TŽK a to na úseku v délce 316 km, na 3. TŽK a to úseku v délce 99 km a na úseku Všetaty - Ústí nad Labem (96 km). Měrné náklady jsou podrobně uvedeny v kapitole 5.2. Pro potřeby ekonomického hodnocení byly tyto náklady převedeny na cenovou úroveň roku 2013. Vynaložení těchto nákladů je uvažováno v roce 2015 a 2016 v tradiční analogové technologii a to v celkové výši 203 200 tis.Kč (125 658 tis.Kč na 1.TŽK, 39 367 tis.Kč na 3. TŽK a Všetaty – Ústí n.L. 38 174 tis.Kč v CÚ 2013).

Tyto náklady tedy byly v těchto letech přiřazeny k provozním nákladům.

#### Projektový stav

Podrobné vyčíslení těchto nákladů je provedeno v kapitole 5.3. Pro potřeby ekonomického hodnocení byly tyto náklady převedeny na cenovou úroveň roku 2013. Provozní náklady stavu s projektem (GSM-R) jsou v členění:

- fixní náklady – 22 727 tis.Kč/rok,
- variabilní náklady – 20,42 tis.Kč/km/rok,
- náklady nutné na obnovu zařízení v letech hodnocení (stanoveno odhadem ve výši cca 13% stavebních nákladů, protože cca 30 % stavebních nákladů činí stavební řešení, kde se po dobu životnosti zařízení předpokládá minimální obnova) – 293,40 tis. Kč/km po deseti letech provozu.

Variabilní náklady se zvyšují na základě postupného uvádění GSM-R do provozu (rok 2011 – 2. TŽK, rok 2014 - 1. TŽK a Děčín – Všetaty - Kolín, rok 2016 - Uzel Praha, rok 2017 – 3. TŽK, Plzeň – České Budějovice a Kolín – H.Brod - Brno a rok 2018 - 4. TŽK).

I po zavedení GSM-R na železničních koridorech ČR bude nutný po určitou dobu souběžný provoz současného systému TRS a nového standardu GSM-R. V rámci projektového stavu je uvažováno migrační období TRS a GSM-R po dobu 10ti let po postupném uvedení GSM-R do provozu. Po zavedení GSM-R tedy dojde k postupnému vyřazování systému TRS z provozu. Co nejkratší doba souběhu těchto systémů bude potřeba z důvodu provozní nekompatibility různých řídicích procesů pro vlakové rádio.

V následujících tabulkách jsou vyčísleny provozní náklady projektového a referenčního stavu v cenové úrovni roku 2013.



Tabulka č. 6.2 – Provozní náklady - Projektový stav [tis. Kč] (CÚ 2013)

Rok	GSM-R fixní provozní náklady	GSM-R variabilní provozní náklady	GSM-R náklady na obnovu zařízení (reinvestice)	TRS migrační období	Celkové provozní náklady
2011	22 727	4 186	0	40 810	67 723
2012	22 727	4 186	0	40 810	67 723
2013	22 727	4 186	0	40 810	67 723
2014	22 727	19 991	0	40 810	83 528
2015	22 727	19 991	0	40 810	83 528
2016	22 727	22 850	0	40 810	86 387
2017	22 727	36 368	0	40 810	99 905
2018	22 727	41 003	0	40 810	104 540
2019	22 727	41 003	0	40 810	104 540
2020	22 727	41 003	0	40 810	104 540
2021	22 727	41 003	59 583	37 725	161 038
2022	22 727	41 003	0	37 725	101 456
2023	22 727	41 003	0	37 725	101 456
2024	22 727	41 003	224 961	26 079	314 771
2025	22 727	41 003	0	26 079	89 810
2026	22 727	41 003	40 691	23 973	128 394
2027	22 727	41 003	192 408	14 012	270 151
2028	22 727	41 003	65 977	0	129 707
2029	22 727	41 003	0	0	63 731
2030	22 727	41 003	0	0	63 731
2031	22 727	41 003	59 583	0	123 313
2032	22 727	41 003	0	0	63 731
2033	22 727	41 003	0	0	63 731
2034	22 727	41 003	224 961	0	288 691
2035	22 727	41 003	0	0	63 731
2036	22 727	41 003	40 691	0	104 421

Tabulka č. 6.3 – Provozní náklady – Referenční stav [tis. Kč] (CÚ 2013)

Rok	TRS fixní provozní náklady	TRS variabilní provozní náklady	TRS náklady na obnovu zařízení (reinvestice)	Dobudování TRS	Celkové provozní náklady
2011	10 597	22 524	126 646	0	159 768
2012	10 597	22 524	52 877	0	85 998
2013	10 597	22 524	28 115	0	61 236
2014	10 597	22 524	44 881	0	78 002
2015	10 597	22 524	50 297	125 658	209 076
2016	10 597	27 279	36 111	77 542	151 529
2017	10 597	30 213	85 377	0	126 186
2018	10 597	30 213	58 551	0	99 361
2019	10 597	30 213	35 079	0	75 889
2020	10 597	30 213	0	0	40 810
2021	10 597	30 213	126 646	0	167 456
2022	10 597	30 213	52 877	0	93 687
2023	10 597	30 213	28 115	0	68 925
2024	10 597	30 213	44 881	0	85 691
2025	10 597	30 213	50 297	0	91 107
2026	10 597	30 213	36 111	0	76 921
2027	10 597	30 213	85 377	0	126 186
2028	10 597	30 213	58 551	0	99 361
2029	10 597	30 213	35 079	0	75 889
2030	10 597	30 213	0	0	40 810
2031	10 597	30 213	126 646	0	167 456
2032	10 597	30 213	52 877	0	93 687
2033	10 597	30 213	28 115	0	68 925
2034	10 597	30 213	44 881	0	85 691
2035	10 597	30 213	50 297	0	91 107
2036	10 597	30 213	36 111	0	76 921

*Pozn. Do výpočtu ekonomické analýzy pak budou tyto hodnoty vstupovat v tzv. ekonomických cenách, tj. v účetních cenách, které byly získány transformací tržních cen pomocí konverzního faktoru 0,88.*

### 6.3. Časové úspory

Realizací projektu (zavedení GSM-R) dojde ke zkrácení jízdních dob, jak v osobní, tak v nákladní železniční dopravě. Ke zkrácení jízdních dob dojde díky odstranění přepřahů lokomotiv na hranicích ČR u tranzitních osobních a nákladních vlaků.

Podkladem pro stanovení průměrné úspory jízdních dob byla studie „TREND – WP B2“, HaCon, KombiConsult, Gruppo CLAS, 07/2006 a „Corridor E Dresden – Prague – Bratislava / Vienna – Budapest – Bucharest - Constanta, ETCS Study“ 04/2009, kde jsou analyzovány činnosti a čekací doby na jednotlivých hraničních přechodech pro nákladní vlaky. Mezi provozní činnosti zahrnuté do této doby patří např. prohlídka dle RID, přepravní prohlídka, převzetí vlaku a kontrola dokumentů. Mezi technické činnosti zase např. výměna lokomotivy, zkouška brzd, vyplnění formuláře o kontrole brzd a technická prohlídka vlaku. Tyto činnosti (provozní a technické) představují celkem 30 až 60 minut u každého vlaku. V rámci studie GSM-R bylo uvažováno s odstraněním technických činností, které byly dle zkušeností projektanta stanoveny průměrně na 20 minut / st. hranice / nákladní vlak. Přepřah osobních vlaků, u kterých nemusí být všechny tyto zkoušky provedeny, byl uvažován 5 minut / st. hranice / osobní vlak. Podmínkou odstranění těchto přepřahů je samozřejmě interoperabilní lokomotiva pro ČR.

Hodnota času byla převzata z materiálu „HEATCO - Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment“, 2004 – 2006 (v souladu s Aktualizací metodiky pro výpočet efektivnosti investic na SŽDC, s.o. (Ministerstvo dopravy ČR), 2009). V tomto materiálu jsou uvedeny hodnoty času pro jednotlivé státy Evropské unie, pro tuto studii byly převzaty a na CÚ 2013 převedeny hodnoty zpracované pro Českou republiku, které sloužily jako podklad pro další výpočty.

Tab. 6.4 Měrný náklad pro ohodnocení času (CÚ 2002)

položka			měrný náklad	
osobní doprava			EUR/osobohod	Kč/osobohod
pracovní čas		bus	11,45	352,66
		auto, vlak	14,27	439,52
nepracovní čas	krátká dojíždka	bus	4,13	127,20
		auto, vlak	5,75	177,10
	dlouhá dojíždka	bus	5,31	163,55
		auto, vlak	7,38	227,30
	ostatní – krátká vzdálenost	bus	3,46	106,57
		auto, vlak	4,82	148,46
	ostatní – dlouhá vzdálenost	bus	4,45	137,06
		auto, vlak	6,18	190,34
nákladní doprava			EUR/tunohod	Kč/tunohod
silnice			2,06	63,45
železnice			0,84	25,87

Hodnoty z výše uvedené tabulky pak byly převedeny na CÚ 2013 pomocí koeficientu inflace dle průměrného růstu indexu spotřebitelských cen v letech 2003 - 2013 (2003 - 0,1%, 2004 - 2,8%, 2005 - 1,9%, 2006 - 2,5%, 2007 - 2,8%, 2008 - 6,4%, 2009 - 1,1%, 2010 - 1,5%, 2011 - 1,9%, 2012 - 3,3%, 2013 - 2,1%). Tento postup byl použit při výpočtu časových úspor osobní i nákladní dopravy. Při výpočtech časových úspor bylo měrné ohodnocení zvyšováno do roku 2025 o 2,5% z důvodu zohlednění růstu HDP a přibližování výše mezd zemím EU, v dalších letech jsou měrné příjmy konstantní.

V rámci ekonomického hodnocení jsou pak pro potřeby výpočtu vyčísleny výkonové a objemové ukazatele mezinárodní osobní a nákladní dopravy na koridorových tratích ČR. Sledovány jsou pouze tranzitní vlaky.

Tabulka č. 6.5 – Provozní výkony a objemy

Koridor	Osobní doprava		Nákladní doprava	
	vlkm/rok	osoby/rok	vlkm/rok	čtun/rok
1.TŽK	3 637 920	595 980	1 408 725	1 576 800
2.TŽK	1 119 360	471 240	1 628 010	3 952 800
3.TŽK	2 158 200	582 120	711 180	237 600
4.TŽK	894 960	83 160	0	0

V tabulce jsou vyčísleny pouze výkony tranzitních vlaků, tedy těch, které přepřahují lokomotivu na hranicích. Tyto výkony jsou sledovány v rámci ekonomického hodnocení z důvodu znevýhodnění těchto vlaků na území ČR v případě existence referenčního stavu, tj. současný analogový rádiový systém TRS.

Výpočet tedy nezahrnuje všechny výkonové a objemové ukazatele na sledovaných tratích, ale pouze ty, u nichž dojde vlivem projektu ke změně. Tento postup je možný díky tomu, že do výpočtu ekonomického hodnocení vstupují diferenční finanční toky, tj. rozdíl výkonových a objemových ukazatelů projektového a referenčního stavu.

V následující tabulce je uvedena hodnota časové úspory při realizaci projektu. Výkony se mění v závislosti na postupném zavádění GSM-R na národních tranzitních železničních koridorech.

Tabulka č. 6.6 – Časové úspory (CÚ 2013)

Rok	Osobní doprava		Nákladní doprava		celkem tis.Kč
	tis.oshod	tis.Kč	tis.tunohod	tis.Kč	
2011	39,27	14 016	2 635,20	110 427	124 443
2012	39,27	14 366	2 635,20	113 188	127 554
2013	39,27	14 726	2 635,20	116 018	130 743
2014	88,94	34 183	3 686,40	166 356	200 538
2015	88,94	35 037	3 686,40	170 514	205 552
2016	88,94	35 913	3 686,40	174 777	210 691

2017	137,45	56 890	3 844,80	186 844	243 734
2018	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2019	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2020	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2021	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2022	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2023	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2024	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2025	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2026	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2027	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2028	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2029	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2030	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2031	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2032	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2033	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2034	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2035	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768
2036	144,38	61 252	3 844,80	191 516	252 768

#### 6.4. Úspory díky zvýšení bezpečnosti železniční dopravy

Projekt podstatně zvýší bezpečnost dopravy a tím umožní úsporu nákladů, jak v oblasti železniční dopravy, tak i v oblasti celospolečenské. Realizací projektu dojde ke zlepšení bezpečnostní situace zkvalitněním provozních podmínek tedy rychlosti, spolehlivosti a bezpečnosti přenosu informací. Realizace umožní přenos datových informací s požadovanou rychlostí a zaručenou bezpečností přenosu, který je potřeba pro řízení a zabezpečení jízd vlaků. Realizací bude možné okamžité zastavení vlaku v případě jakékoliv havárie na trati či ve stanici.

Použitá sazba úspor z bezpečnosti byla převzata z materiálu „Aktualizace metodiky pro výpočet efektivnosti investic na SŽDC, s.o. (Ministerstvo dopravy ČR), 2009“.

Úspory z bezpečnosti dopravy jsou vyjádřeny od uvedení celého 2.TŽK do provozu, tedy od roku 2011 v cenové úrovni roku 2013. Tyto úspory se budou měnit v závislosti na postupném zavádění GSM-R na národních železničních koridorech a objízdných trasách (rok 2014 1.TŽK, rok 2018 3. a 4. TŽK).

Tabulka č. 6.7 – Úspory ze zvýšení bezpečnosti železniční dopravy (CÚ 2013)

Rok	tis. Kč	Rok	tis. Kč	Rok	tis. Kč
2011	36 690	2020	134 681	2029	134 681
2012	36 690	2021	134 681	2030	134 681
2013	36 690	2022	134 681	2031	134 681
2014	67 303	2023	134 681	2032	134 681
2015	67 303	2024	134 681	2033	134 681
2016	67 303	2025	134 681	2034	134 681
2017	67 303	2026	134 681	2035	134 681
2018	134 681	2027	134 681	2036	134 681
2019	134 681	2028	134 681		

### 6.5. Přehled toků a některé výsledky finanční analýzy

Výše uvedené finanční toky (investiční náklady a provozní náklady infrastruktury) byly použity při sestavení finanční analýzy. Dílčí výsledky finanční analýzy (zdůvodnění viz úvod kapitoly 6) a jednotlivé finanční toky – čistá současná hodnota a poměr přínosů a nákladů jsou uvedeny v následující tabulce. Při výpočtu byla použita diskontní sazba 5 % (dle materiálu Evropské komise „Guidance on the Methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis“, the New Programming Period 2007 – 2013 a v souladu s „Aktualizací metodiky pro výpočet efektivnosti investic na SŽDC, s.o. (Ministerstvo dopravy ČR), 2009“).

Tabulka č. 6.8 - Finanční analýza [tis. Kč] (CÚ 2013)

Rok	IN	Zbytková hodnota	úspora PN - opravy a údržba	CF
2007	493 694			-493 694
2008	223 085			-223 085
2009	409 177			-409 177
2010	189 115			-189 115
2011	306 520		92 044	-214 476
2012	423 364		18 275	-405 089
2013	367 333		-6 487	-373 820
2014	552 333		-5 526	-557 860
2015	1 157 333		125 548	-1 031 785
2016	601 833		65 142	-536 692
2017	103 500		26 282	-77 218
2018	0		-5 179	-5 179
2019	0		-28 651	-28 651
2020	0		-63 731	-63 731
2021	0		6 418	6 418
2022	0		-7 769	-7 769
2023	0		-32 531	-32 531
2024	0		-229 080	-229 080
2025	0		1 297	1 297
2026	0		-51 473	-51 473
2027	0		-143 965	-143 965
2028	0		-30 346	-30 346
2029	0		12 158	12 158
2030	0		-22 921	-22 921
2031	0		44 143	44 143
2032	0		29 956	29 956
2033	0		5 194	5 194
2034	0		-203 001	-203 001
2035	0		27 377	27 377
2036	0	0	-27 500	-27 500
<b>NPV</b>	<b>3 726 006</b>	<b>0</b>	<b>-62 113</b>	<b>-3 788 120</b>

Tabulka č. 6.9 - Výsledky finanční analýzy

<b>FRR [%]</b>	Nelze nalézt
<b>FNPV [tis.Kč]</b>	-3 788 120

## 6.6. Výsledky ekonomické analýzy

Všechny výše uvedené finanční toky byly použity při sestavení ekonomické analýzy. Výsledky ekonomické analýzy – vnitřní výnosové procento, čistá současná hodnota a poměr přínosů a nákladů jsou uvedeny v následující tabulce. Při výpočtu byla použita diskontní sazba 5,5 % (dle materiálu Evropské komise „Guidance on the Methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis“, the New Programming Period 2007 – 2013 a v souladu s „Aktualizací metodiky pro výpočet efektivnosti investic na SŽDC, s.o. (Ministerstvo dopravy ČR), 2009“).

Ekonomické příjmy a náklady, ze kterých je sestavena ekonomická analýza jsou uvedeny v tzv. ekonomických cenách, tj. v cenách, které jsou očištěny od daňového zatížení. Výše ekonomických investičních a provozních nákladů je získána odečtením daní a sazeb od investičních a provozních nákladů uvedených v kapitole 6.1 a 6.2 (pomocí konverzního faktoru ve výši 0,88).



Tabulka č. 6.10 - Ekonomická analýza [tis. Kč] (CÚ 2013)

Rok	IN	zbytková hodnota	úspora PN - opravy a údržba	úspora času	úspora bezpečnosti	CF
2007	434 451		0	0	0	-434 451
2008	196 315		0	0	0	-196 315
2009	360 076		0	0	0	-360 076
2010	166 421		0	0	0	-166 421
2011	269 738		80 999	124 443	36 690	-27 605
2012	372 560		16 082	127 554	36 690	-192 233
2013	323 253		-5 709	130 743	36 690	-161 528
2014	486 053		-4 863	200 538	67 303	-223 075
2015	1 018 453		110 482	205 552	67 303	-635 116
2016	529 613		57 325	210 691	67 303	-194 295
2017	91 080		23 128	243 734	67 303	243 085
2018	0		-4 558	252 768	134 681	382 892
2019	0		-25 213	252 768	134 681	362 236
2020	0		-56 083	252 768	134 681	331 366
2021	0		5 648	252 768	134 681	393 097
2022	0		-6 837	252 768	134 681	380 612
2023	0		-28 627	252 768	134 681	358 822
2024	0		-201 591	252 768	134 681	185 859
2025	0		1 142	252 768	134 681	388 591
2026	0		-45 297	252 768	134 681	342 153
2027	0		-126 689	252 768	134 681	260 760
2028	0		-26 705	252 768	134 681	360 744
2029	0		10 699	252 768	134 681	398 149
2030	0		-20 170	252 768	134 681	367 279
2031	0		38 846	252 768	134 681	426 295
2032	0		26 361	252 768	134 681	413 810
2033	0		4 571	252 768	134 681	392 020
2034	0		-178 641	252 768	134 681	208 808
2035	0		24 091	252 768	134 681	411 541
2036	0	0	-24 200	252 768	134 681	363 249
<b>NPV</b>	<b>3 201 182</b>	<b>0</b>	<b>-39 955</b>	<b>2 555 161</b>	<b>1 170 614</b>	<b>484 638</b>

Tabulka č. 6.11 - Výsledky ekonomické analýzy

<b>ERR [%]</b>	7,13
<b>ENPV [tis.Kč]</b>	484 638
<b>B/C Ratio</b>	1,151

## 6.7. Analýza citlivosti

Analýza citlivosti se zaměřuje na prozkoumání variability výsledků ekonomického hodnocení, v porovnání s nejlepším dříve učiněným odhadem. Jsou určeny a dále zkoumány kritické proměnné a jejich vliv na celkový výsledek hodnocení.

Analýza citlivosti byla zpracována pouze v případě ekonomické analýzy. Jak již bylo zmíněno, finanční analýza u tohoto projektu není plnohodnotně zpracována.

### 6.7.1. Elasticita

Výše výsledných ekonomických ukazatelů je dána hodnotou jednotlivých finančních toků vstupujících do výpočtu efektivnosti. Hodnoty finančních toků jsou určovány výší nezávislých proměnných. Pomocí podrobného prozkoumání jejich elasticity jsou následně určeny proměnné, jejichž výše (resp. změna) nejvíce ovlivňuje hodnotu výsledných ukazatelů. Jsou to tzv. „kritické nezávislé proměnné“ (v souladu s materiálem „Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů“ (Strukturální fond – ERDF, Kohezní fond a ISPA). Elasticita je poměr mezi procentní změnou výsledného ukazatele (NPV) a procentní změnou příslušné nezávislé proměnné od nejlepšího odhadu.

Jako kritické byly označeny proměnné, které splňují podmínku, že jejich elasticita (po normování) je větší než 1 nebo velmi blízká této hodnotě.

Změnou takto zjištěných proměnných je možné nejvíce ovlivnit ekonomické výsledky celého projektu a to jak negativně, tak pozitivně. Průzkum elasticity byl pro finanční i ekonomickou analýzu proveden pro tyto nezávislé proměnné:

- projektové investiční náklady (IN);
- úspora provozních nákladů na údržbu a opravy infrastruktury (PN infrastruktury);
- prognózované přepravní výkony (osobní a nákladní dopravy) ve vazbě na úsporu času (úspora čas).

Tabulka č. 6.12 – Elasticita proměnných v ekonomické analýze

Proměnná	Elasticita
IN	4,19
PN infrastruktura	0,08
Úspora čas	5,27

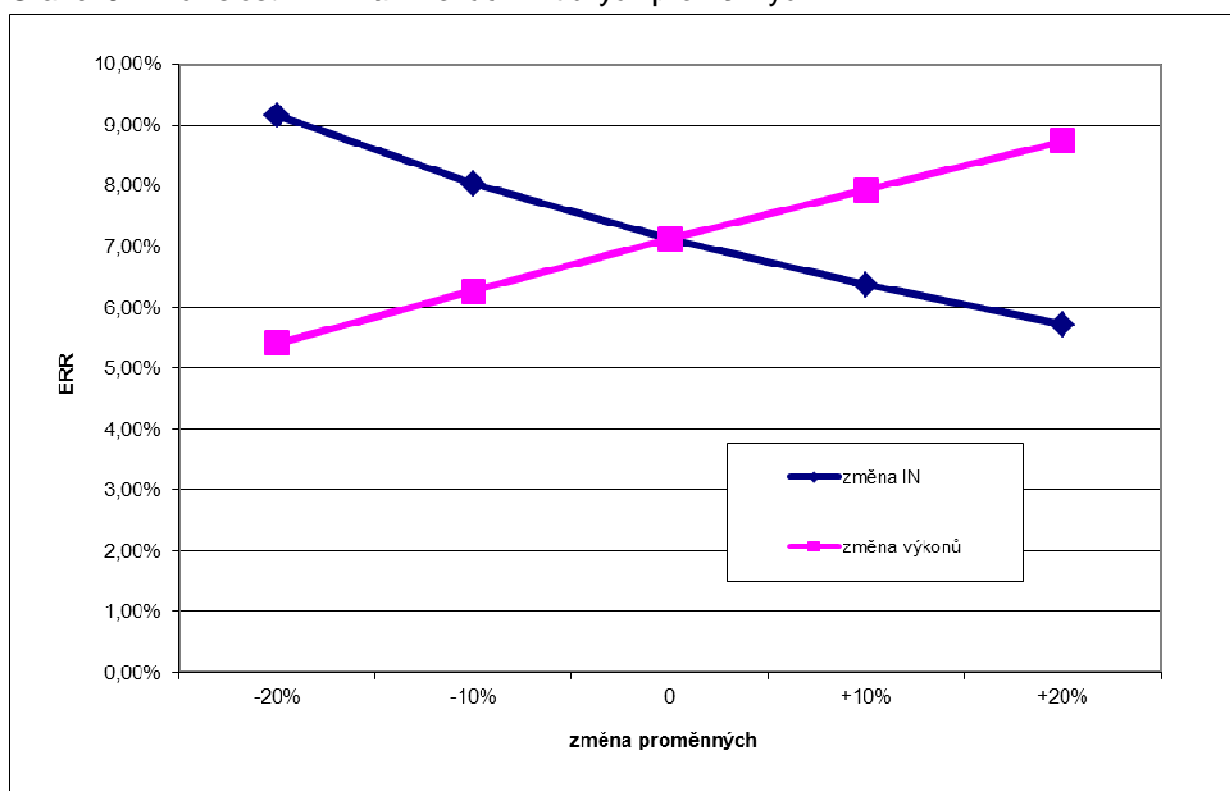
### 6.7.2. Citlivostní analýza

Jako kritické proměnné v souladu s výše uvedeným byly vybrány investiční náklady a prognózované výkony ve vazbě na úsporu času. Citlivostní analýza zkoumá změnu výsledných proměnných při předem definovaných hodnotách kritických proměnných. Výsledky citlivostní analýzy jsou shrnuty v následující tabulce a grafech.

Tabulka č. 6.13 - Přehled výsledků analýzy citlivosti

Zvýšení/snížení	Změna investičních nákladů		Změna výkonů – úspora času	
	ERR	ENPV [tis.Kč]	ERR	ENPV [tis.Kč]
<b>-20%</b>	9,16%	890 752	5,41%	-26 394
<b>-10%</b>	8,04%	687 695	6,28%	229 122
<b>0%</b>	7,13%	484 638	7,13%	484 638
<b>10%</b>	6,37%	281 581	7,94%	740 154
<b>20%</b>	5,72%	78 525	8,74%	995 670

Graf č. 6.1 Závislost ERR na změnách kritických proměnných



### 6.7.3. Přepínací hodnota

Pro vybrané kritické proměnné v ekonomické analýze byla určena tzv. přepínací hodnota. Je to hodnota změny kritické proměnné, při které jsou ekonomické ukazatele na hranici efektivnosti - vnitřní výnosové procento 5,5 % (výše diskontní sazby) a čistá současná hodnota stavby je nulová. Hodnota je vyjádřena mezní procentuální změnou kritické proměnné. Přepínací hodnota byla stanovena pro ekonomickou analýzu a proměnou „investiční náklady“ a „výkony“.

Tabulka č. 6.14 - Přepínací hodnota kritických proměnných (ekonomická analýza)

Proměnná	Přepínací hodnota kritických proměnných
IN	+ 23,87 %
Výkony	- 18,97 %

Z analýzy přepínací hodnoty vyplývá, že základní výsledky nabývají kladných hodnot a ztráta ekonomické efektivity projektu změnou některé vstupní kritické veličiny je málo pravděpodobná (nárůst IN téměř o 24 % a pokles prognózovaných výkonů o cca 19 %).

Zkušenosti zpracovatelů ekonomického hodnocení, ukazují, že výsledný pravděpodobný ukazatel FRRp (resp. ERRp) po provedení rizikové analýzy obvykle nabývá hodnot v rozsahu 1,5 - 2 % směrem k minimální nebo maximální simulované hodnotě při běžných předpokládaných odchylkách vstupních veličin. Vzhledem k odchylce základních vypočtených ukazatelů ekonomické efektivity tedy vypracování klasické kvantitativní rizikové analýzy pro tyto varianty není nutné.

## 6.8. Kvalitativní analýza rizik

V rámci kapitoly kvalitativní analýzy rizik jsou shrnuty možné negativní vlivy (rizika), která je možné při realizaci předkládaného projektu očekávat. Každý projekt může být ovlivněn řadou vnějších, často i negativních vlivů. Jednotlivá rizika jsou zde stručně popsána.

Rizika, která mohou ovlivnit projekt lze rozdělit do následujících skupin:

- plánovací a administrativní rizika
  - získávání stavebního povolení  
Zpoždění při získávání stavebního povolení může vést ke zpoždění pozitivních přínosů projektu. Pokud jsou vydávána dílčí stavební povolení, mohou chybějící povolení vést k zbytečným mimořádným výdajům na staveništi.
- stavební rizika
  - neodpovídající odhady stavebních nákladů  
Nepřesné odhady nákladů v plánovací fázi (před veřejnou soutěž) způsobené nepřesnými sazbami a/nebo množstvím a inflací.
  - překročení nákladů  
Více práce, potřeba dodatečné práce.
  - finanční potíže dodavatele  
Může způsobit náklady za zpoždění.
  - zdroje dodavatele  
Neschopnost dodavatele zajistit kompetentní personál a materiály může způsobit zpoždění.
  - veřejné zakázky  
Mohou způsobit zpoždění kvůli odvolání, opakovaným procedurám, atd.
  - změna cen surovin  
Riziko změny cen surovin, nákladů na zaměstnance a stroje pro technologickou část ve fázi stavby.

- další rizika
  - změna strategie  
Může způsobit ztrátu již investovaných financí
  - problematika kompatibility a interoperability  
Pomalý postup ostatních států, který neumožní využít všech efektů realizace projektu a dosažení plné kompatibility a interoperability, změna standardů v průběhu realizace
  - nedostatek národních financí  
Může způsobit zpoždění a prodražení celé stavby.
  - zpoždění financování z EU  
Komplikované projednávání a obhajování projektu mezi ČR a EU

## 6.9. Výsledky ekonomického hodnocení

V rámci ekonomického hodnocení byla provedena ekonomická analýza (finanční analýza projektu nebyla v plném rozsahu zpracována, protože tento projekt (zavedení GSM-R) nevytváří pro investora (SŽDC s.o.) žádné příjmy).

Pomocí ekonomické analýzy byly vyčísleny základní ekonomické ukazatele:

- vnitřní výnosové procento (ERR);
- čistá současná hodnota (ENPV);
- poměr přínosů a nákladů (B/C Ratio).

Ukazatele byly vyčísleny pomocí diferenčních finančních toků (rozdílové hodnoty toků „referenčního stavu“ (stavu bez projektu) a „stavu s projektem“, při diskontní sazbě 5,5 % (dle materiálu Evropské komise „Guidance on the Methodology for carrying out Cost-Benefit Analysis“, the New Programming Period 2007 – 2013).

Projektový stav představuje variantu zavedení GSM-R vybraných železničních tratí ČR. Referenční stav je současný analogový rádiový systém TRS (Traťový rádiový systém).

K ekonomické analýze byla zpracována také analýza citlivosti, která sleduje vliv změny výše investičních nákladů a změny výkonů (ve vazbě na úsporu času) na hodnotu ERR a ENPV.

Přehled výsledků ekonomického hodnocení je uveden v následující tabulce.

Tabulka č. 6.13 - Přehled výsledků ekonomického hodnocení

Zvýšení/snížení	Změna investičních nákladů		Změna výkonů	
	ERR [%]	ENPV [tis.Kč]	ERR [%]	ENPV [tis.Kč]
<b>-20%</b>	9,16%	890 752	5,41%	-26 394
<b>-10%</b>	8,04%	687 695	6,28%	229 122
<b>Základní varianta</b>	<b>7,13%</b>	<b>484 638</b>	<b>7,13%</b>	<b>484 638</b>
<b>+10%</b>	6,37%	281 581	7,94%	740 154
<b>+20%</b>	5,72%	78 525	8,74%	995 670

Z hlediska ekonomické analýzy je hodnota ERR nad hranicí ekonomické efektivnosti (ERR = 7,13 %) a to i při zvýšení investičních nákladů o 20 % či poklesu prognózovaných výkonů o více než 15 %. Vzhledem k dobrým ekonomickým výsledkům, lze projekt doporučit k realizaci.

Při rozhodování o realizaci této investice je nutné si uvědomit, že projekt zavedení GSM-R je (jak již bylo zmíněno) nezbytným krokem v procesu budování interoperabilního transevropského konvenčního železničního systému. Zavedení systému vyplývá z požadavků směrnice 2001/16/ES (resp. 2008/57/ES od 19. července 2010). Technické specifikace pro interoperabilitu subsystému "Řízení a zabezpečení" jsou definovány směrnicí 2006/860/ES v návaznosti na směrnici 2002/731/ES. Těmito směrnicemi se ČR zavázala k zavedení interoperability na dotčených tratích. Zavedení interoperability má primárně ekonomický přínos pro EU jako celek. Vybudování tohoto systému je tedy celoevropským zájmem s ekonomickým přínosem pro EU jako celek. To je i jedním z důvodů pro spolufinancování tohoto záměru z Evropských fondů.

## 7. Závěry studie

### 7.1. Odůvodnění nasazení GSM-R

Česká republika je od 1.5.2004 členem Evropské unie. Dosažení kompletní funkčnosti a interoperability železniční sítě je pro ni důležitým cílem a významným celoevropským trendem.

Směrnice 2001/16/ES (resp. 2008/57/ES od 19. července 2010) o interoperabilitě konvenční železniční sítě se do naší legislativy nejdříve promítla prostřednictvím zákona č.266/1994 Sb., o drahách, ve znění zákona č. 103/2004 Sb a zákona č. 481/2008 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů.

Poslední novela zákona č.266/1994 Sb., o drahách, ve znění zákona č. 181/2006 Sb. a zákona č. 191/2006 Sb. zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství.

Na směrnici 2001/16/ES (resp. 2008/57/ES od 19. července 2010) navazují Technické specifikace pro interoperabilitu (TSI), které stanovují charakteristiky každého interoperabilního prvku nebo systému. Aplikace Technických specifikací pro interoperabilitu jsou v našem právním prostředí řešeny vyhláškou 377/2006 Sb., Ministerstva dopravy ze dne 17. července 2006 o provozní a technické propojenosti evropského železničního systému.

TSI subsystému „Řízení a zabezpečení“ jednoznačně zavazuje k nasazení GSM-R jako digitálního radiového systému, sloužícího k hlasové komunikaci a přenosu digitálních dat. Z toho důvodu lze konstatovat, že nasazení GSM-R na síť celostátních drah v České republice je v souladu s evropskou i národní legislativou.

### 7.2. Priority nasazení GSM-R

Návrh etapizace úzce navazuje na kategorizaci tratí a na dokončení plánovaných staveb modernizace a optimalizace TŽK. Jednoznačnou prioritou je nasazení systému GSM-R na tratě kategorie A a vybrané tratě kategorie B.

Na tomto základě je v plánu SŽDC uvažováno s následujícím plánem (viz tabulka) výstavby sítě GSM-R (náklady uvedeny v mil. Kč).

Etapa	Stavba:	Stav:	Realizace	Náklady	Délka:	Náklady/ km
1	Pilotní projekt Děčín - Praha – Kolín	provozováno	2004 - 2005	250	198	1,26
2	GSM-R, Dokončení I.TŽK	provozováno	2007 - 2009	671	293	2,29
3	GSM-R Břeclav - Přerov – Petrovice	provozováno	2009 - 2010	383	205	1,87
4	Ostrava - st.hranice a Přerov - Česká Třebová	provozováno	07/11 – 04/13	536	238	2,25
5	Doplnění pilotní projekt GSM-R I.TŽK	v realizaci	07/11 – 06/13	215	-	-
6	GSM-R Děčín – Všetaty -	v realizaci	12/11 – 10/13	351	174	2,02

	Kolín					
7	GSM-R Kolín - H.Brod – Křižanov - Brno	probíhá P+R	03/14 – 02/16	672	195	3,45
8	GSM-R, uzel Praha (Beroun – P.Smíchov, P.Radotín – P.Krč – P.Vršovice, P.Krč – P.Hostivař – Benešov, P. Vysočany –Lysá nad Labem)	probíhá P+R	03/14 – 09/15	386	140	2,76
9	GSM-R III. TŽK Beroun – Plzeň – Cheb (vč. <i>Cheb - st.hr., Cheb – Vojtanov a Znojmo – Šatov</i> )	probíhá výběrové řízení na P+R	10/14 – 06/16	492	202	2,44
10	GSM-R České Velenice - České Budějovice - Horní Dvořiště)	připravuje se výběrové řízení na P+R	11/14 – 01/16	247	107	2,31
11a	GSM-R Benešov – Votice	připravuje se výběrové řízení na P+R	11/14 – 01/16	73	19	3,84
11b	GSM-R Votice – České Budějovice	plánováno	2016-2017	207	101	2,05
12	GSM-R Plzeň – České Budějovice	připravuje se výběrové řízení na P+R	02/15 – 07/16	338	136	2,48
13	Další stavby		2015-dál			

Orientační časový postup je uveden v části 5 studie proveditelnosti. Z tohoto časového postupu vyplývá, že stavby kategorie “A” mohly být dokončeny do roku 2017 a termín zahájení realizace na tratích kategorie “B” je v roce 2015. Tratě kategorie “D” a “E” nebyly v této studii sledovány.

V rámci nasazení GSM-R je nutné uvažovat migraci se stávajícím národním analogovým systémem TRS, jehož použití je v souladu s přílohou B TSI subsystému „Řízení a zabezpečení“.

### 7.3. Náklady na nasazení GSM-R

Postup realizace:

- GSM-R dokončení 1.TŽK bylo realizováno v letech 2007 až 2009 (doplnění TŽK 2011 až 2013);
- GSM-R Břeclav – Přerov - Petrovice realizováno v letech 2009 – 2010;
- GSM-R v úseku Ostrava – st.hr.SR a Přerov – Česká Třebová plánováno v letech 2011 až 2013;
- GSM – R v úseku Benešov – Č.Budějovice – H. Dvořiště v letech 2014 až 2017;



- GSM-R v úseku Beroun – Plzeň – Cheb v letech 2014 až 2016;
- GSM-R v uzlu Praha v letech 2014 – 2015;
- GSM-R Děčín Prostřední Žleb – Děčín východ – Ústí n/L. Střekov – Mělník – Všetaty – Lysá n/L. – Kolín v letech 2011 – 2013;
- GSM-R Kolín – Havlíčkův Brod – Brno v letech 2014 – 2016;
- GSM – R v úseku Plzeň – Č. Budějovice v letech 2015 až 2016.

Celkové náklady GSM-R na vybranou železniční síť jsou uvedeny v následující tabulce.

Rok výstavby	Celkové náklady [tis. Kč] (CÚ 2013)
2007	493 694
2008	223 085
2009	409 177
2010	189 115
2011	306 520
2012	423 364
2013	367 333
2014	552 333
2015	1 157 333
2016	601 833
2017	103 500
<b>Celkem</b>	<b>4 827 288</b>

Tyto náklady lze označit za realizaci TSI první priority.

#### 7.4. Závěry ekonomického hodnocení

V rámci ekonomického hodnocení byla provedena ekonomická analýza (finanční analýza projektu nebyla v plném rozsahu zpracována, protože tento projekt (zavedení GSM-R) nevytváří pro investora (SŽDC s.o.) žádné příjmy).

V rámci ekonomického posouzení jsou sledovány účinky zavedení GSM-R (Global System for Mobile communications – Railway) na vybrané železniční síti sloužící zejména pro tranzitní železniční dopravu. Konkrétně jde o úseky: I. koridor (Děčín – Praha – Kolín, Kolín – Česká Třebová – Brno – Břeclav), II. koridor (Břeclav – Přerov – Petrovice), III. koridor (Beroun – Plzeň – Cheb, Ostrava – st. hranice a Přerov – Česká Třebová), IV. koridor (Benešov – České Budějovice – Horní Dvořiště), uzel Praha (Beroun – Praha – Benešov), Děčín východ – Všetaty – Kolín, Kolín – Havlíčkův Brod – Křižanov Brno a Plzeň – České Budějovice.

Pomocí ekonomické analýzy byly vyčísleny základní ekonomické ukazatelé. Ukazatele byly vyčísleny pomocí diferenčních finančních toků (rozdílové hodnoty toků) „referenčního stavu“ (stavu bez projektu) a „stavu s projektem“, při diskontní sazbě 5,5 %.

Projektový stav představuje variantu zavedení GSM-R na vybraných železničních tratích ČR. Referenční stav je současný analogový rádiový systém TRS (Traťový rádiový systém).

K ekonomické analýze byla zpracována také analýza citlivosti, která sleduje vliv změny kritických proměnných na hodnotu ERR a ENPV.

Přehled výsledků ekonomického hodnocení je uveden v následující tabulce.

Zvýšení/snížení	Změna investičních nákladů		Změna provozních nákladů	
	ERR [%]	ENPV [tis.Kč]	ERR [%]	ENPV [tis.Kč]
<b>-20%</b>	9,16%	890 752	5,41%	-26 394
<b>-10%</b>	8,04%	687 695	6,28%	229 122
<b>Základní varianta</b>	<b>7,13%</b>	<b>484 638</b>	<b>7,13%</b>	<b>484 638</b>
<b>+10%</b>	6,37%	281 581	7,94%	740 154
<b>+20%</b>	5,72%	78 525	8,74%	995 670

Z hlediska ekonomické analýzy je hodnota ERR nad hranicí ekonomické efektivnosti (ERR = 7,13 %) a to i při zvýšení investičních nákladů o 20 % či poklesu prognózovaných výkonů o více než 15 %. Vzhledem k dobrým ekonomickým výsledkům, lze projekt doporučit k realizaci.

Při rozhodování o realizaci této investice je nutné si uvědomit, že projekt zavedení GSM-R je (jak již bylo zmíněno) nezbytným krokem v procesu budování interoperabilního transevropského konvenčního železničního systému. Zavedení systému vyplývá z požadavků směrnice 2001/16/ES (resp. 2008/57/ES od 19. července 2010). Technické specifikace pro interoperabilitu subsystému „Řízení a zabezpečení“ jsou definovány směrnicí 2006/860/ES v návaznosti na směrnici 2002/731/ES. Těmito směrnicemi se ČR zavázala k zavedení interoperability na dotčených tratích. Zavedení interoperability má primárně ekonomický přínos pro EU jako celek. Vybudování tohoto systému je tedy celoevropským zájmem s ekonomickým přínosem pro EU jako celek. To je i jedním z důvodů pro spolufinancování tohoto záměru z Evropských fondů.

## 8. Seznam zkratek

AC	alternating current = střídavý proud
AGTC	Accord européen sur les grandes lignes de transport international combiné et les installations connexes = Evropská dohoda o nejdůležitějších trasách mezinárodní kombinované dopravy a souvisejících objektech
a.s.	akciová společnost
ATM	asynchronous transfer mode = asynchronní transportní modul
BCR	benefit cost ratio = rentabilita nákladů
BSC	base station controller = základnová řídící stanice
BSS	base station subsystem = subsystém základnové stanice
BTS	base transceiver station = základnová vysílací a přijímací stanice
CCS	control command and signalling = řízení a zabezpečení
CDP	centrální dispečerské pracoviště
CF	cash flow = peněžní tok
CFKJ	centrální finanční a kontraktační jednotka
CÚ	cenová úroveň
ČD	České dráhy
ČR	Česká republika
čt	čistých tun
DB	Deutsche Bahn = Německá dráha
DC	direct current = stejnosměrný proud
DOK	dálkový optický kabel
DOZ	dálkově ovládané zabezpečovací zařízení
EC	European community = Evropské společenství
EIA	environmental impact assessment = posuzování vlivů na životní prostředí
EIRENE	European integrated railway radio enhanced network = Evropská integrovaná železniční rádiová síť
EK	Evropská komise
EMC	electromagnetic compatibility = elektromagnetická kompatibilita
ENPV	economic nett present value = ekonomická čistá současná hodnota
EPS	elektrická požární signalizace
ERDF	European regional development fund = Evropský fond pro regionální rozvoj
ERR	economic rate of return = ekonomické vnitřní výnosové procento
ERRI	European rail research institute = Evropský výzkumný železniční ústav
ERTMS	European rail traffic management system = Evropský systém řízení železniční dopravy
ES	Evropské společenství
ETCS	European train control system = Evropský vlakový zabezpečovač
EU	Evropská unie
EZS	elektrická zabezpečovací signalizace
GPS	Global positioning system = Globální polohový systém
GSM-R	Global system for mobile communication for railway = Globální systém železničního rádiového spojení

HEATCO	Developing harmonized european approaches for transport costing and project assessment = Rozvíjení souladných evropských přístupů ke kalkulaci nákladů na dopravu a hodnocení projektů
CHKO	chráněná krajinná oblast
IN	investiční náklady
ISPA	Instrument for structural policies for pre-accession = Nástroj předvstupních strukturálních politik
LCD	liquid crystal display = displej z tekutých krystalů
LPF	Lesní půdní fond
MÁV	Magyar Államvasutak = Maďarské státní železnice
MD	Ministerstvo dopravy
MOK	místní optický kabel
MRTS	místní radiový telekomunikační systém
MSC	mobile services switching centre = centrální ústředna
nf	nízkofrekvenční
nn	nízké napětí
NSS	network switching subsystem = síťový spínací subsystém
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen = Rakouské spolkové dráhy
OK	optický kabel
OP	odbor provozuschopnosti <i>nebo</i> operační program
oshod	osobohodina
PDH	plesiochronous digital hierarchy = plesiochronní digitální hierarchie
PN	provozní náklady
rdst	radiostanice
RID	Regulations concerning the international transport of dangerous goods by rail = Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
ŘO	řídící orgán
SAR	specific absorption rate = měrný absorbovaný výkon
Sb.	sbírky
SDH	synchronous digital hierarchy = synchronní digitální hierarchie
SNMP	simple network management protocol = síťový řídicí protokol
s.o.	státní organizace
SR	Slovenská republika
SRN	Spolková republika Německo
s.r.o	společnost s ručením omezeným
ss	stejnoseměrný
St.	stavědlo
STM	synchronous transfer mode = synchronní transportní modul
SW	software
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
TDM	time division multiplexing = časový multiplex
TEN	trans european networks = transevropské sítě
TERFN	trans european rail freight network = transevropská železniční síť nákladní dopravy
TRS	traťový rádiový systém

TSI	technické specifikace interoperability
TÚČD	Technická ústředna Českých drah
tunohod	tunohodina
TŽK	tranzitní železniční koridor
ús.	ústřední stavědlo
UIC	Union internationale des chemins de fer = Mezinárodní železniční unie
ÚSES	územní systém ekologické stability
vlkm	vlakový kilometr
VZ	vlakový zabezpečovač
ZOK	závěsný optický kabel
ZPF	Zemědělský půdní fond
ŽSR	Železnice Slovenskej republiky
ŽSSK	Železničná spoločnosť Slovensko
žst.	železniční stanice