

# Závěrečná zpráva VZ

## Analýza současného stavu Městského rádiového systému a koncepce dalšího rozvoje

Zadavatel:

Hlavní město Praha

Zpracovatel:

KPMG Česká republika, s.r.o.  
Pobřežní 648/1a, 186 00 Praha 8  
IČ: 00553115

Praha, 5. 9. 2016



# 1 Obsah

1	Obsah.....	2
2	Manažerské shrnutí .....	3
2.1	Současný stav městského rádiového systému .....	4
2.2	Koncepce budoucího rozvoje městského rádiového systému.....	8
2.3	Důležité upozornění.....	11
3	Analýza současného stavu .....	13
3.1	Obecný popis současného systému a jeho využití.....	13
3.2	Evaluace technologie použité v sítí .....	19
3.3	Topologie a aktuální využití sítě .....	56
3.4	Poptávka po službách, rychlosti, kapacitě, atd. ....	66
3.5	Náklady MRS.....	81
3.6	Posouzení aktuálních smluv zajišťujících provoz sítě .....	92
3.7	Další specifické požadavky a omezení pro provoz.....	100
3.8	Shrnutí jednotlivých výstupů do přehledu silných a slabých stránek .....	106
4	Definice možností rozvoje sítě .....	107
4.1	Předpověď očekávané poptávky po aktuálních službách .....	107
4.2	Příklady z provozu podobných sítí ze zahraničí .....	109
4.3	Nové služby.....	126
4.4	Možnosti rozvoje sítě (moduly jednotlivých scénářů) .....	132
4.5	Zefektivnění provozu sítě.....	153
4.6	Potenciální výnosy z provozu sítě a jednotlivých služeb .....	169
4.7	Vytvoření provozně ekonomických modelů .....	170
4.8	Evaluace jednotlivých provozních modelů.....	210
5	Seznam použitých zkratek.....	229
6	Příloha .....	232

## 2 Manažerské shrnutí

Hlavní město Praha si od společnosti KPMG Česká republika, s.r.o. objednala zpracování analýzy současného stavu Městského rádiového systému a koncepce dalšího rozvoje. Ze zadání vyplývá, že klíčovým výstupem tohoto projektu je závěrečná zpráva, která popisuje současný stav Městského rádiového systému a možný návrh jeho budoucí koncepce.

Cílem analýzy je navržení možných modelů pokračování MRS pro následujících 10 let a nutnost investic s tím spojených. Návrh budoucích scénářů vývoje vychází ze zhodnocení současného stavu vzhledem k provozně-ekonomickej efektivitě, adekvátnosti použité technologie, dostupnosti a funkčnosti použití z pohledu uživatelů.

Analýza hodnocení současného stavu byla prováděna s ohledem na principy řízení infrastrukturních investic v soukromém sektoru s ohledem na konkrétní účel, ke kterému městský rádiový systém slouží. V závěru této části jsou popsána pozitiva a negativa současného stavu spolu s tématy vyžadujícími pozornost vedení MHMP. Na základě provedených analýz pak v druhé části KPMG vytvořila návrh dalšího rozvoje sítě. Tento návrh je popsán z pohledu možného technologického rozvoje sítě v rámci definovaných provozních omezení, na základě současné strategie MHMP a očekávaných budoucích požadavků uživatelů systému. V závěru této části jsou definovány scénáře budoucího rozvoje včetně jejich multikriteriálního využití. Vyhodnocení objektivizuje klady a zápory variant ve vztahu k prioritám MHMP a umožňuje tak vzájemné srovnání variant.

Analýzy a hodnocení stavu byly provedeny na základě dostupných podkladů, které jsou uvedeny v příloze dokumentu.

## 2.1 Současný stav městského rádiového systému

V současné době síť splňuje svůj hlavní účel spolehlivé dedikované sítě pro kritickou komunikaci. Jejími nevýhodami jsou však nízká bezpečnost sítě (chybějící autentizace či šifrování, zvlášť v kontextu možného zařazení sítě do Kritické Informační Infrastruktury (KII)), nedostatečné pokrytí v okrajových částech města a částečně i technologické stáří vybavení (některé základnové stanice, přenosová síť a terminály).

Na základě analýzy dostupných zahraničních trhů za účelem nalezení paralelních scénářů a možností využití sítě, je možné konstatovat, že TETRA je využívána hlavně pro celonárodní sítě. Regionální sítě podobné MRS vznikly pouze v několika evropských zemích. V současné době nelze říci, že by byla technologie TETRA na ústupu, protože některé země stále investují vysoké finanční prostředky do rozvoje jejich sítí na bázi technologie TETRA. Zároveň lze také sledovat stoupající využití technologie LTE.

TETRA je v současné době pro účely MHMP výhovující, ale v dlouhodobém horizontu u ní existuje potenciální riziko ukončení podpory technologie TETRA z důvodu nahrazení technologií LTE, jelikož současný dodavatel technologie garantuje provoz technologie do roku 2030. Topologie sítě a dimenzování základnových stanic splňuje současné požadavky kladené uživateli.

Hlavním uživatelem hlasových služeb je MP a hlasové služby využívá také DP. Ostatní uživatelé využívají hlasové služby pouze v relativně malém objemu nebo ve výjimečných situacích. Hlavním uživatelem datového přenosu je DP, MP a TSK. Analýza výnosů a nákladů indikuje, že výnosy z provozu MRS nepokrývají provozní náklady. MHMP neorientuje svou činnost na generování výnosů ani tvorbu zisku, avšak v současnosti nastavený model vede k dotování provozu MRS ze strany MHMP.

Smlouvy pro pronajatou transportní síť mají dostačující parametry, transportní sítě jsou však provozovány na zastaralé technologii, která neumožňuje kapacitní navýšení. Cena za pronájem těchto transportních sítí je v porovnání s veřejně dostupnými nabídkami vyšší, což může být způsobeno i tím, že již dlouhou dobu nebyly „přejednány“. Před případným „přejednáním“ je tak nutné provést porovnání výhodnosti ostatních nabídek.

Současný model řízení rozvoje sítě má nižší výspělost. To se projevuje absencí definovaných funkcí a rolí. Vzhledem k velkému rozsahu služeb poskytovaných třetí stranou by měly být formalizovány (v platné smlouvě) a pravidelně reportovány následující oblasti:

- operace s majetkem (výměny, opravy, rozšíření, technické zhodnocení),
- průběh provozu sítě, kvalita sítě,

- strategie,
- hodnocení spolupráce,
- požadavky na změnu a změnové řízení.

Některé z výše uvedených oblastí jsou pravidelně diskutovány s dodavatelem služeb, ale velmi operativním způsobem. Chybí jasná dlouhodobá koncepce a definice požadavků zadavatele v těchto oblastech. Na konkrétní zadání cílů v jednotlivých oblastech by mělo navazovat nastavení klíčových indikátorů a strukturovaného reportingu, který bude pro zadavatele jednoznačně interpretovatelný. V současné době existuje čtvrtletní reporting s množstvím přínosných informací o stavu sítě, ale jedná se o složitou a nedostatečně interpretovatelnou strukturu, reporting by tak měl být vhodně doplněn o manažerský pohled při zachování technické úrovně. Řízení dodavatele by mělo probíhat na operativní, manažerské a vrcholové úrovni. Současný reporting odpovídá pouze operativní úrovni. Dopad na manažerské cíle a vrcholové cíle MHMP není jasný. Řešením je definice řídícího modelu, rozpracování cílů do operativní úrovně a přenastavení reportingu. Povinnosti, které z tohoto modelu vyplývají pro dodavatele, by měly být ukotveny ve smlouvě.

Řízení zároveň není plně centralizované a částečně v něm hrají roli jednotliví uživatelé sítě, kteří mohou realizovat investice do prvků sítě bez kontroly MHMP (terminály, pokrytí metra, tunelů, atd.). Rozvoj služeb sítě projevuje obdobné znaky reaktivního řízení, které reaguje na operativní požadavky uživatelů bez dlouhodobé koncepce.

Zlepšení je možné provést také v oblasti finančního řízení, kde nedochází k vhodnému zohlednění opotřebení zařízení v síti a s tím spojenou tvorbu rezerv pro renovaci těchto prvků. Investice do sítě probíhají na principu nepravidelných investičních akcí, které nezajišťují průběžnou výměnu zařízení. Výměna majetku a jeho zhodnocení probíhá také v rámci servisní smlouvy, která tuto oblast částečně pokrývá v případech poruchy. Bohužel neexistuje „rekonciliace“ plateb servisní organizaci na reálné výměny a nahrazení majetku a tudíž není možné posoudit efektivitu zmíněného smluvního mechanismu. Ze současných podkladů zároveň nebylo možné oddělit výši nájemného a elektrické energie v pronajatých lokalitách.

Při analýze KPMG nebylo vzhledem k absenci dokumentace možné posoudit vyspělost řízení procesů spojených se servisní činností (řízení požadavků, incidentů a změn, atd.). MHMP by měl v této oblasti provést důkladnější analýzu, zvlášť vzhledem k možnému zařazení systému do KII. Výsledky analýzy by pak měly být promítnuty do návrhu nové smlouvy se servisní organizací.

Potenciální příležitostí k úpravě smlouvy může být rozvoj využití sítě nad rámec stávajících možností, kde ale není zřejmé, jestli by mohla síť splňovat všechny požadavky hlavně z pohledu

přenosu větších objemů dat a širokopásmových služeb. MHMP zároveň v současné době neregistruje požadavky uživatelů na tyto služby a v této oblasti lze také čekat konkurenci ze strany komerčních mobilních operátorů, kteří jsou schopní dodávat služby pro méně kritická využití sítě.

Níže uvedená tabulka pak detailněji popisuje témata, která vyžadují pozornost vedení MHMP.

*Tab. č. 1: Témata vyžadující pozornost vedení MHMP*

Název nálezu	Oblast	Dopad	Doporučení
Nízká bezpečnost umožňující odposlech provozu (není použita autentizace přihlášení do sítě ani šifrování dat)	Bezpečnost	Velký	Implementace autentizace a šifrování pro vybrané uživatele
Možnost zařazení MRS do KII	Bezpečnost	Velký	Diskuze s NBÚ, vytvoření rezervy na případnou implementaci nutných opatření a detailní analýza připravenosti (např. předaudit)
Nižší vyspělost současného modelu řízení rozvoje sítě	Dlouhodobá strategie	Velký	Definice řídícího modelu, rozpracování cílů do operativní úrovně a přenastavení reportingu.
Chybějící dlouhodobé plány pro rozvoj MRS	Dlouhodobá strategie	Velký	Vytvoření dlouhodobé koncepce MRS na základě podkladů poskytnutých KPMG
Investice do sítě mimo přímou kontrolu MHMP (např. terminály, pokrytí tunelů metra)	Dlouhodobá strategie	Velký	Jednání s dalšími subjekty provozujícími síť a vyšší centralizace řízení
O využití sítě je rozhodováno pouze operativně, nikoliv dlouhodobě koncepčně	Dlouhodobá strategie	Velký	Zahrnout rozhodnutí o využití sítě do dlouhodobé koncepce
Rozvoj sítě Ministerstva vnitra, která může mít podobný charakter	Dlouhodobá strategie	Velký	Pravidelná koordinace s NAKIT, která spravuje síť MV
Zastaralá infrastruktura (základnové stanice, přenosové technologie, pasivní infrastruktura a terminály) bez plánované investice do výměny	Investice	Střední	Tvorba rezervy na nahrazení majetku na základě jeho opotřebení
Nedostatečné pokrytí rádiové sítě	Pokrytí	Střední	Výstavba dodatečných rádiových stanic
Servisní smlouva pokrývá částečně také investice do sítě ve výši, která není podrobněji analyzovaná	Provoz sítě	Střední	Provedení analýzy efektivnosti nastavení servisní smlouvy
Provoz sítě je částečně zajišťován jinými subjekty (pokrytí tunelů metra)	Provoz sítě	Střední	Vyjasnění vztahů s dalšími subjekty ohledně provozu sítě
Nejasný procesní model provozu sítě na straně dodavatele (detailní podklady nebyly obdrženy)	Provoz sítě	Střední	Zpracovat detailní analýzu procesního modelu při přípravě nové smlouvy se servisní organizací
Nájemné a spotřeba elektrické energie nejsou jasně ošetřeny ve všech smlouvách	Provozní náklady	Střední	Detailní revize smluv a individuální rozhodnutí o každé z nich na základě jejich podmínek
Nevyužívání technologie TEDS, přestože je zajištěna kompatibilita	Technologie	Malý	Revize aktuální technologické připravenosti sítě a zařízení na provoz TEDS vzhledem k požadavkům uživatelům
Využití zastaralé technologie pro přenosové sítě (použití linek E1 namísto IP)	Technologie	Střední	Revize smluv na optické trasy a případné nahrazení současných mikrovlnných spojů v rámci jejich postupné renovace
Plánovaný přechod EU na technologii LTE pro účely krizové komunikace	Technologie	Velký	Sledování situace a její reflektování v dlouhodobé koncepci sítě
Ukončení podpory starších modelů terminálů jejím poskytovatelem	Terminály	Střední	Formální ověření doby podpory dalších terminálů TETRA s jejich výrobcem
Pořízení terminálů provozovaných v rámci MRS je mimo kontrolu MHMP	Terminály	Střední	Vytvoření procesů a standardů pro pořízení terminálů všemi subjekty využívajícími síť

Nižší dostupnost hvězdicové topologie sítě s řetězením některých základnových stanic	Topologie	Střední	Zakruhování sítě
Nejasné dělení výnosů z provozu MRS mezi MHMP a SSHMP v poměru 50:50	Výnosy	Střední	Revize rozdělení výnosů mezi vedením MHMP a SSHMP
Výnosy z provozu sítě nepokrývají provozní náklady, síť je dotována z rozpočtu města	Výnosy	Střední	Vzetí na vědomí o dotování sítě na úrovni vedení MHMP

Zdroj: analýza KPMG

Pozn.: Dopad je vnímán z pohledu financí a obtížnosti realizace doporučení.

Malý dopad představuje úpravu nastavení software či hardware bez dopadu na smlouvu. Dochází k běžnému čerpání finančních a lidských zdrojů.

Střední dopad vyžaduje mimořádné čerpání nad stanovený plán, který může vyžadovat drobné doplnění smlouvy formou dodatku či schválení objednání dodatečných služeb, pozastavení čerpání či prodloužení termínu.

Velký dopad vyžaduje schválení investiční akce a „přejednání“ smlouvy či změny změnu její struktury.

Vzhledem k tomu, že smluvní vztah se společností Konektel odpovídá definici outsourcingu, tzn., že se jedná o poskytování „end to end“ služeb spojených se správou a budováním MRS, existuje zde několik složitých rizik. Tato rizika jsou uvedena v detailní části textu. V manažerském shrnutí považujeme za nutné zmínit především riziko závislosti na jednom dodavateli. Řízení tohoto rizika není přímočaré a snížení s sebou nese další riziko implementace a značné finanční náklady.

Řízení rizika je různé v závislosti na rozsahu outsourcingu a délce trvání outsourcingové smlouvy, jakož i na rozsahu a úrovni služeb, které jsou jejím předmětem. Obecně existují dva teoretické přístupy k řízení:

- A) Diversifikace dodavatelů (rozdelení dodavatelů horizontálně tzn. služeb vs. technologií, rozdelení dodavatelů vertikálně tzn. různí dodavatelé pro různé kombinace „loty“ služeb a technologií)
- B) Detailní řídící a kontrolní model s formálním a za tímto účelem zřízeným vnitřním týmem (složeným z vlastních zaměstnanců MHMP) a detailní smlouvou, která specifikuje mimo jiné práva, povinnosti a odpovědnosti obou stran, definuje procesy spolupráce, definuje kvalitu a postupy za její nedodržení, definuje komunikaci a všechny komunikační kanály a také definuje „exit“ strategii. Zároveň je definováno právo na audit.

Vzhledem k současné situaci a detailním skutečnostem uvedeným v těle tohoto reportu doporučujeme realizovat přístup k řízení rizika B).

Strategie B) nedisponuje nevýhodami strategie A), nýbrž ve větším detailu definuje spolupráci a předjímá možná rizika, která mohou nastat včetně jejich preventivního i následného řešení. Vnitřní tým (složený z vlastních zaměstnanců MHMP) zajišťuje řízení vztahů s dodavatelem a kontrolu dodržování smluv a řízení dodavatele na úrovni provozní, manažerské a vrcholové. Detailní smlouva pak pregnantně specifikuje mimo jiné práva, povinnosti a odpovědnosti obou stran, definuje procesy spolupráce, definuje kvalitu a postupy za její nedodržení, definuje

komunikaci a všechny komunikační kanály, stanovuje právo auditu a také definuje „exit“ strategii.

Společnost Motorola je výrobcem významné části technologie a služeb spojených s plánováním, výstavbou a správou celé MRS. Úplná horizontální diversifikace technologie tak není možná. Vertikální diversifikace by vedla k nutnosti vytvoření zdvojených funkcí ve vnitřním týmu a především k rozdělení „end to end“ klíčových indikátorů. Při této diversifikaci dochází ke složitému dokazování, kdo je odpovědný např. za zhoršení kvality. V praxi je běžné i řešení, že při komplikovaných smluvních vztazích typu outsourcing existuje jeden dodavatel, který nemá exkluzivitu na dodávku služeb, nýbrž má právo první volby. V případě opakovaného selhání dodavatele se uplatňuje penále, následuje mikro management postižené oblasti služeb (tzv. Step in right) při nezajištění nápravy se přistupuje k výběru náhradního dodavatele pro část služeb, které jsou postiženy sníženou kvalitou. Pokud situace pořád není pod kontrolou, vyvolává se „exit“. Vzhledem ke specifičnosti MRS není ani tato varianta v rámci strategie A) relevantní.

Strategii A) tak nelze doporučit vzhledem k výše uvedenému, jakož ani ve vztahu k malé velikosti MRS.

## 2.2 Koncepce budoucího rozvoje městského rádiového systému

Pro koncepci budoucího rozvoje bylo na základě komplexních analýz vytvořeno několik možných scénářů. Každý scénář se skládá z několika oblastí – provozního modelu, technologického modelu, finančního modelu a časování scénáře. Na základě společného workshopu se zástupci MHMP byla definována jednotlivá vyčerpávající a vzájemně nezávislá kritéria pro multikriteriální manažerské vyhodnocení scénářů (CAPEX, OPEX, Pokrytí, Dostupnost, Nezávislost, Bezpečnost a Nové služby). Pro objektivní definování vah jednotlivých kritérií v celkovém hodnocení byla použita Fullerova metoda. Výsledné hodnocení scénářů vycházející z dnešního pohledu je následně upraveno o zhodnocení potenciálního rizika míry možného finančního ohrožení případné investice při realizaci scénáře v průběhu následujících 10 let. Shrnuje ho Tab. č. 2 (detailní hodnocení jednotlivých scénářů je pak obsahem druhé části závěrečné zprávy KPMG). Toto hodnocení se v následujících 10 letech může měnit na základě vývoje technologického prostředí a realizace scénářů. Hodnocení by mělo být aktualizováno každý rok pro zachování vypovídací schopnosti.

Tab. č. 2: Pořadí jednotlivých scénářů na základě definovaných kritérií a vah (zohledňuje míru ohrožení scénáře)

Pořadí	Scénář	Hodnocení
1	Současný stav a plánovaná investice do sítě	30
2	Pomalý přechod na LTE pro kritickou komunikaci	28
3	Současný stav a minimální nezbytné investice	25
4	Spolupráce s NAKIT	14
5	Rychlý přechod na LTE pro kritickou komunikaci	3
6	TETRA + vlastní LTE	-2
7	Současný stav beze změn	-10
8	TETRA + LTE skrze MVNO s operátorem	-24
9	TETRA + LTE provozované operátorem	-41
10	Kompletní provoz operátorem (typ sítě je nutné definovat)	-

Zdroj: Analýza KPMG

Při výběru scénáře vhodného k realizaci jsme vycházeli z priorit definovaných MHMP. Významný vliv na pořadí jednotlivých scénářů má hlavně realizace nových služeb (širokopásmové připojení), které v současné době uživatelé nepoptávají. Scénáře, které počítají s jeho realizací, tedy dostaly nižší hodnocení než scénáře, které využívají pouze funkcionalit současného řešení. Při identifikaci poptávky širokopásmových služeb by pak došlo k významné změně pořadí u scénářů, které implementují širokopásmové technologie. V současné době však zůstávají preference hlavně na scénářích využívajících síť pro kritickou komunikaci se současnou technologií TETRA.

Jako první byl na základě celkového hodnocení vyhodnocen scénář Plánované investice do sítě, který nejlépe splňuje vysoké požadavky MHMP na bezpečnost, nezávislost a dostupnost. Scénář navýšuje hodnotu systému pro uživatele rozšířením funkcionalit a pokrytí, jakož i zvýšením bezpečnosti a přitom neklade překážky pro širokopásmové využití (nezamezuje v budoucnu přechod na LTE v případě, že se potvrdí očekávání použití technologie LTE pro kritickou komunikaci) a není finančně náročný ve srovnání s konkurenčními scénáři.

Druhý v hodnocení je scénář Pomalý přechod na LTE pro kritickou komunikaci představující konzervativní volbu, která respektuje očekávané dožití technologie TETRA. Pomalý přechod znamená finančně a provozně optimální způsob přechodu, který minimalizuje náklady a využívá nejlépe univerzální a modulární technologické řešení. U tohoto scénáře je velká závislost na

dostupnosti LTE pro kritickou komunikaci. Je proto důležité pravidelně vyhodnocovat dostupnost technologie LTE pro účely kritické komunikace.

Třetím scénářem je pak Současný stav a minimální nezbytná investice (bezpečnost, rozšíření dostupnosti, zakruhování sítě a technologická obnova). Z finančního pohledu je tento scénář nejméně rizikový z důvodu nízké investice, ale je velmi závislý na zachování struktury požadavků uživatelů v dnešní podobě (nebude poptávka po využití sítě pro kritickou komunikaci za účelem realizace datově náročných přenosů).

Na čtvrtém místě je pak scénář Spolupráce s NAKIT, který z časového pohledu představuje v současné době významné riziko, protože NAKIT zatím nezveřejnil jakékoli oficiální podklady o svých budoucích záměrech. Pokud se potvrdí optimistické předpoklady, bude tato varianta výhodná, ale není záruka, že se tyto předpoklady naplní. Z toho důvodu je nutné pravidelně vyhodnocovat možnost realizace této varianty a udržovat velmi intenzivní kontakt s NAKIT.

Následuje scénář Rychlého přechodu na LTE, který již dále neinvestuje do technologie TETRA, ale prostředky využije na výstavbu proprietárního LTE. Scénář vyžaduje kompletní výměnu všech terminálů a je ohrožen velkým množstvím rizik, a proto ho pravděpodobně nelze doporučit k realizaci, i když představuje technologické a uživatelské zlepšení oproti současnemu stavu.

Poslední scénář, který vykazuje hodnocení, nad kterým je ještě možné uvažovat, je scénář TETRA + vlastní LTE, který využívá relativně levného nasazení komerčního LTE, tento scénář je však velmi nákladný z pohledu provozních nákladů. Všechny ostatní scénáře byly vyhodnoceny jako významné zhoršení oproti současnemu stavu hlavně díky vysokým provozním nákladům a ztrátě kontroly spojené s předáním provozu sítě operátorovi.

Obecně lze tedy při současných preferencích uživatelů je možné brát do úvahy první čtyři scénáře, s tím že výběr konkrétního závisí na vývoji požadavků MHMP, uživatelů a realizaci východisek scénářů. Z vybraných scénářů první čtyři scénáře investují do současné sítě TETRA na základě existujícího plánu (rozhodnutí o plánované nebo nezbytné investici záleží hlavně na MHMP, protože rozšíření funkcionality komunikačního kruhu nebylo vzhledem ke své povaze předmětem analýzy této koncepce). Scénáře se liší až v střednědobém a dlouhodobém horizontu, což implikuje, že při realizaci plánované investice není nutné rozhodnutí o dalším směrování MRS provést bezprostředně. MHMP může vyčkat na vyjasnění otevřených otázek, jako je standardizace LTE pro kritickou komunikaci nebo směrování NAKIT.

Z pohledu MHMP je důležité, aby byla vytvořena a potvrzena dlouhodobá koncepce sítě, definující účel sítě primárně pro kritickou komunikaci. Pokud by došlo ke změně účelu, je nutné

všechny scénáře znovu přehodnotit. Zároveň je nutné z pohledu MHMP průběžně sledovat jednotlivá rizika, která ovlivňují hodnocené scénáře, protože míra jejich ohrožení v čase se může významně měnit a upravit pořadí scénářů. Vzhledem k očekávanému rozhodnutí blízké investice do současné sítě je nutné se zaměřit hlavně na budoucí rozvoj sítě a případnou změnu v jejím provozním modelu okolo roku 2022. Z pohledu investic pracují všechny scénáře s postupnou tvorbou rezerv na nahrazení již zastaralého majetku, což v současné době MHMP neprovádí. Doporučujeme pro tento účel vytvořit investiční akci, ve které bude sledována hodnota majetku, který je potřeba postupně nahrazovat, jelikož v hodnocení pracujeme s několika podmínkami a východisky, která se budou v čase měnit. Doporučujeme, aby přehodnocení variant, úprava vah kritérií, nová kritéria a pravděpodobnost realizace rizik byly pravidelně podle potřeby (ale minimálně jednou ročně) revidovány. Pravidelně by se také měl model doplnit o nové varianty, které přichází do úvahy např. z důvodu technologického vývoje. V případě doplnění modelu o nová kritéria musí nutně splňovat podmínu vzájemné nezávislosti na ostatních kritériích.

### 2.3 Důležité upozornění

Práci na této zprávě jsme započali 8. června 2016 a ukončili 5. srpna 2016. Po jejím odevzdání došlo ještě k zpracování výhrad Objednatele, které bylo ukončeno 5. září. Od tohoto data jsme neučinili jakékoli aktualizace této zprávy o jakékoli další události či okolnosti.

V průběhu přípravy této studie jsme používali primární i sekundární zdroje informací, které byly zajištěny především prostřednictvím dat předaných MHMP (nejpozději k 29.6.2016), dále jsme čerpali z veřejně dostupných zdrojů, databází a také nejlepší praxe a zdrojů společnosti KPMG. Zdroje pro konkrétní data vždy uvádíme v relevantních částech dokumentu.

Naše doporučení a závěry vycházejí z aktuální situace v roce 2016 a obdržených podkladů včetně kritérií pro hodnocení jednotlivých scénářů definovaných MHMP. V případě změny výchozích předpokladů doporučujeme zvážit aktualizaci zde uváděných závěrů. KPMG se spoléhala na správnost, úplnost, pravdivost a přesnost informací, které obdržela. Obchodní ani žádné jiné informace nám poskytnuté nebyly nezávisle ověřovány.

Tento dokument se v některých částech odkazuje na „Analýzu KPMG“, jedná se o případy, kdy jsme provedli analytické procedury na základě dostupných informací, abychom byli schopni interpretovat výsledná data. Nelze nicméně vyloučit případné nesrovnalosti či zkreslení informací způsobené záměrným poskytnutím nepravdivých dat zdrojovými subjekty.

Tato práce nebyla předmětem auditu a neobsahuje tak stanovisko nezávislého auditora. Tento dokument je určen pouze pro účely adresáta a neměl by být citován či jinak zmiňován, ať už

jako celek nebo jeho část, bez předchozího písemného souhlasu KPMG, kromě případů souvisejících s vlastní realizací předmětného projektu.

# 3 Analýza současného stavu

## 3.1 Obecný popis současného systému a jeho využití

### 3.1.1 Popis účelu sítě

Městský rádiový systém (dále jen MRS) je určen pro spojení mezi orgány krizového řízení hl. m. Prahy a jeho městských částí, pořádkových složek a dalších složek, které zajišťují základní funkce infrastruktury hl. m. Prahy. Rozhodnutím Rady hl. m. Prahy (RHMP) bylo o výstavbě MRS rozhodnuto v roce 1999 s tím, že tento systém bude využíván druhosledovými složkami IZS, protože síť PEGAS (MATRA) bude využívána pouze složkami IZS. RHMP zároveň rozhodla, že poskytováním služby bude pověřena Správa služeb hl. m. Prahy. Správa služeb zároveň získala od ČTÚ koncesi a osvědčení 2627 pro poskytovatele služby elektronických komunikací a zajišťuje tak výběr plateb za provoz od vybraných uživatelů. Hl. m. Praha pak vlastní od ČTÚ oprávnění k využívání rádiových kmitočtů pozemní pohyblivé služby a pevné služby a zajišťuje v současné době provoz systému v rámci svého odboru bezpečnosti. Výstavba systému byla zahájena v roce 2000, kdy byly vybudovány řídící pracoviště a byla motivována potřebou nezávislého prostředí pro komunikaci jednotlivých městských složek, zvlášť v mimořádných a krizových situacích. Hlavním impulsem byly předchozí výpadky komerčních telekomunikačních sítí. Pro provoz systému byl zvolen standard TETRA, který jako jeden z mála splňoval v době výstavby parametry nutné pro provoz kritické komunikace (skupinové hovory, nouzové volání, atd.) – přesnější popis technologie je uveden v dalších kapitolách této analýzy.

V průběhu provozu systému došlo k rozšíření jeho využití nad rámec komunikace mezi jednotlivými složkami a systém je v současné době využíván také pro přenos dat jednotlivých městských složek (data o poloze vozů městské hromadné dopravy, přenos informací z meteorologických čidel, dopravních detektorů nebo pro přenos dat do informačních tabulí). Rozhodnutí o využívání systému jednotlivými složkami jsou prováděna operativně odborem bezpečnosti na základě jejich žádosti a posouzení možnosti ji splnit pomocí MRS. Dlouhodobá koncepce pro využití MRS nad rámec stávajícího účelu neexistuje.

### 3.1.2 Rozsah a využití systému

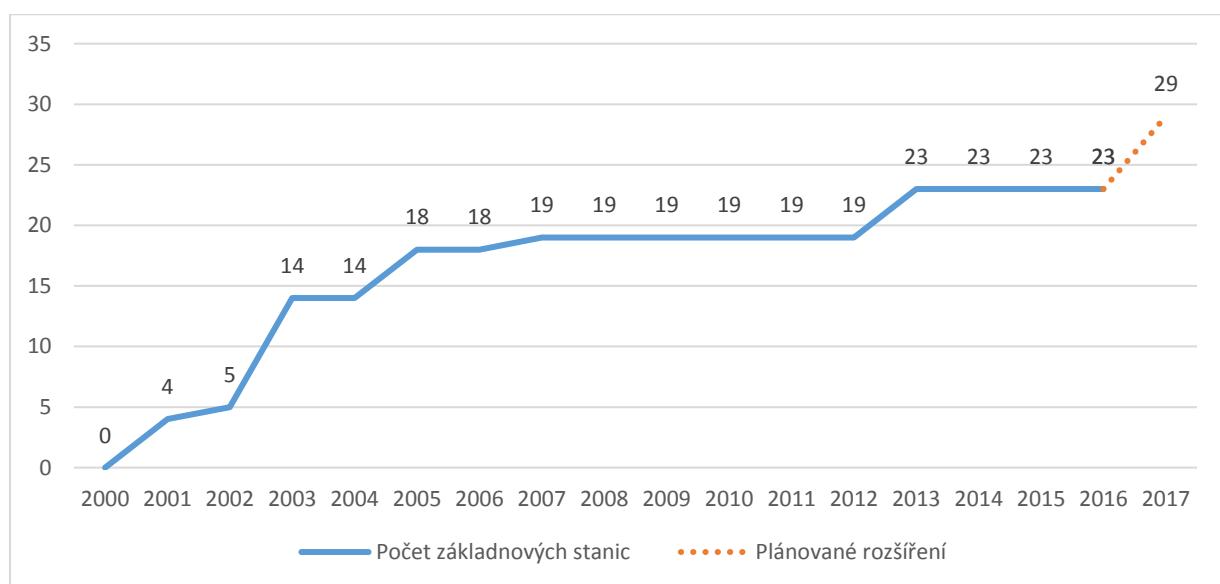
První 4 základnové stanice byly postaveny v roce 2001, v roce 2003 narostl počet základnových stanic na 14 a do roku 2007 byl systém rozšířen o dalších 5 základnových stanic až na počet 19 základnových stanic. Cílem rozširování bylo rozšíření a zkvalitnění pokrytí. Rozšíření systému zároveň umožnilo navýšení přenosových kapacit. V rámci rozvoje systému došlo také

k připojení opakovačů v tunelech a stanicích metra. V roce 2012 byla provedena výměna 8 nejstarších základnových stanic, řídícího pracoviště a dále došlo k rozšíření systému o 4 další základnové stanice. Rádiová část systému je tvořena těmito komponenty:

- 23 základnových stanic,
- 1 venkovní opakovač,
- 6 opakovačů pro pokrytí silničních a tramvajových tunelů,
- 56 opakovačů ve stanicích metra.

Vývoj počtu základnových stanic v síti ilustruje následující graf.

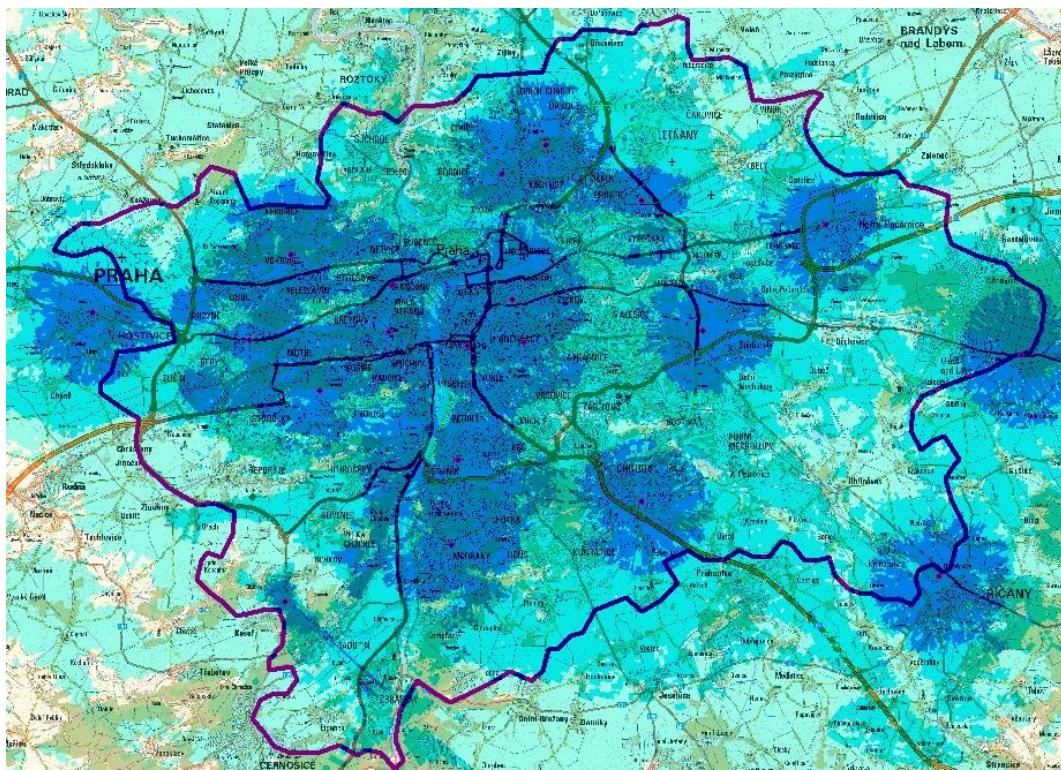
Graf č. 1: Vývoj počtu základnových stanic MRS včetně plánovaného rozšíření



Zdroj: data MHMP

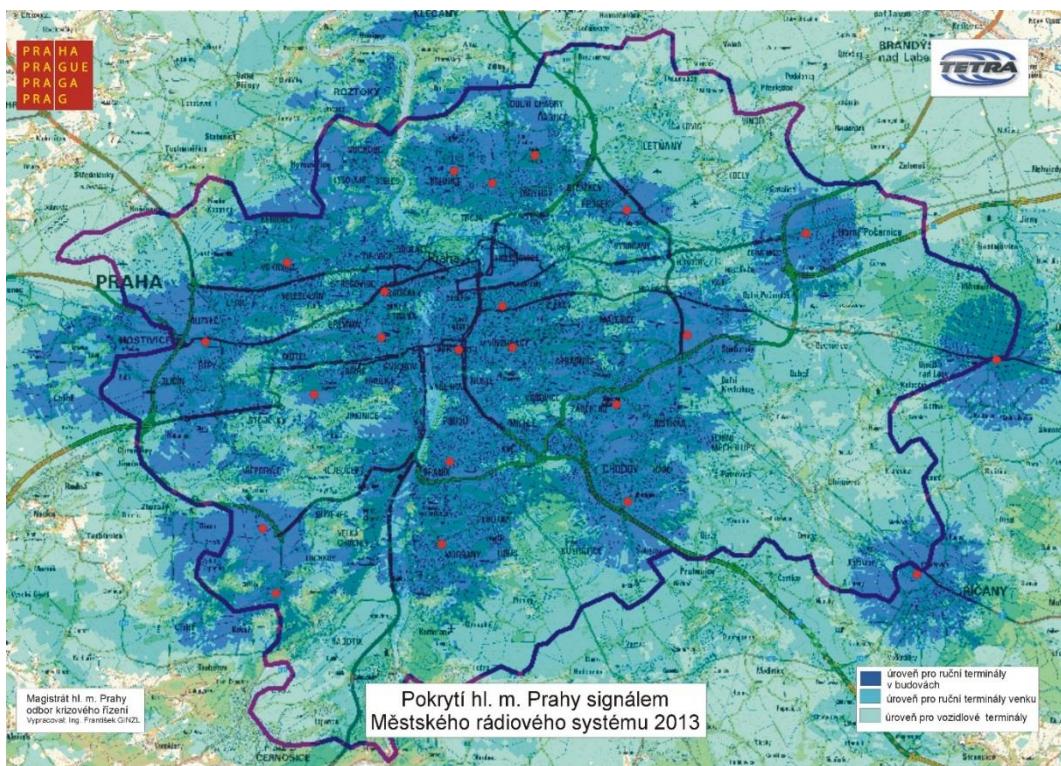
Níže uvedená mapa ilustruje pokrytí hlavního města Prahy před modernizací v roce 2013 a po provedení modernizace, ze které je zřetelné, že modernizací systému a přidání dalších základnových stanic došlo ke zlepšení pokrytí hlavně v okrajových částech hlavního města. Mapy zároveň rámcově ilustrují pokrytí MRS, které je zajištěno hlavně v centrální části Prahy. Z okrajových částí města jsou pokryty pouze některé.

Obr. č. 1: Pokrytí hl. m. Prahy před modernizací v roce 2013



Zdroj: data MHMP

Obr. č. 2: Pokrytí hl. m. Prahy po modernizaci v roce 2013



Zdroj: data MHMP

Technologické řídící centrum je umístěno v objektu Centrálního dispečinku DP HMP v ulici Na Bojišti. Organizační řídící centra (dispečinky) jsou kromě centrálního dispečinku umístěna i na Operačním středisku krizového štábhu hl. m. Prahy (OS KŠ) a na Městském operačním středisku Městské policie hl. m. Prahy v Korunní ulici (MOS MP).

MRS je využíván jako základní mobilní komunikační prostředek Městské policie hl. m. Prahy (dále jen „MP“ nebo „MP HMP“), Dopravního podniku hl. m. Prahy (dále jen „DP“), Technické správy komunikací (dále jen „TSK“), Pražské energetiky (dále jen „PRE“) a Správy služeb hl. m. Prahy (dále jen „SSHMP“). MRS slouží i jako náhradní komunikační prostředek pro krizový štáb hl. m. Prahy a jeho pracovní skupiny (včetně ZZS). Jediným komerčním subjektem využívajícím MRS je záchranná služba Medical Assistance. Největším uživatelem MRS je pak DP s 2,8 tisíci terminály a MP s 1,3 tisíci terminály. Hlavním uživatelem hlasových služeb je MP (vysílačka je standardní vybavení policistů) a hlasové služby využívá také DP. Ostatní uživatelé využívají hlasové služby pouze v relativně malém objemu, nebo ve výjimečných situacích. Hlavním spotřebitelem datového přenosu je DP (sledování polohy jednotlivých vozidel, řízení povrchové dopravy), MP (poloha strážníků a jednotlivých vozidel) a TSK (přenos dat z meteorologických čidel, informačních tabulí a dalších detektorů).

### 3.1.3 Popis plánovacího horizontu a investičních záměrů

Na konci roku 2015 byl odborem bezpečnosti navržen záměr o další zvýšení spolehlivosti rádiového systému. Důvodová zpráva tohoto záměru vychází z analýzy pokrytí vypracované v roce 2014, která navrhuje rozšíření systému o 6 nových základnových stanic a přesun lokality jedné ze současných základnových stanic. Nové stanice by měly být vystaveny převážně v okrajových částech Prahy, kde jsou hlavními uživateli (MP a DP) dlouhodobě hlášeny výpadky signálu (viz doložené přílohy k důvodové zprávě). Uživatelé systému zároveň upozorňují na problémy s autentizací (doložené opakujícími se neautorizovanými přístupy do neveřejné sítě MRS ze strany asistenčních služeb a dalších subjektů), a proto důvodová zpráva navrhuje rozšíření systému o autentizační centrum, které umožní přístup do sítě pouze autorizovaným terminálům. MP si dále stěžuje na dlouhodobě dosluhující mobilní terminály, jejichž nákup by mělo nové výběrové řízení zastřešit pro všechny složky (původní terminály nemusí plně podporovat autentizace a všechny funkcionality zmodernizované sítě). V průběhu přípravy této analýzy zároveň výrobce ukončil podporu radiostanic MTH500, MTP700 a MTM700.

Součástí důvodové zprávy je dále upgrade komunikačního kruhu, včetně jednotlivých komunikačních periférií, který je v současné době využíván OSKŠ, COS MP, KOIS HZS, IOS PČR a OSZZS. Hlavním cílem je zabezpečit kvalitní rádiové a telefonní spojení jednotlivých složek bez závislosti na veřejných operátorech a zajištění záložního připojení dispečerských

pracovišť MRS OSKŠ a COS MP k řídící ústředně MRS. Pro zkvalitnění komunikace výše jmenovaných složek v případě krizové situace budou připojeny do komunikačního kruhu dispečinky DP. Nová přenosová síť by měla zohledňovat zvyšující se požadavky na přenosy v síti a zároveň umožní integraci systému ASVV do infrastruktury MRS. Tím dojde k integraci veškerých elektronických sirén na území Hl. m. Prahy. Přínosem bude upgrade z analogové na plně digitální infrastrukturu a zkvalitnění ovládání systému ASVV. Dlouhodobé plány pro rozvoj MRS nad rámec této důvodové zprávy v současné době neexistují. Tabulka níže pak ukazuje plánované investice do rozvoje MRS v rámci rozpočtu MHMP.

Tab. č. 3: Investice na rok 2016 - MRS

akce č.	název položky	rozpočet	čerpáno	%	zbývá
7154	Zvýšení přenos. kapacit MRS TETRA	5 500 000,00	0,00	0,0	5 500 000,00
	C E L K E M investiční náklady	5 500 000,00	0,00	0,0	5 500 000,00

akce č.	název položky	rozpočet	čerpáno	%	zbývá
42568	Zvýšení spolehlivosti MRS TETRA 2.Etapa	87 458 700,00	0,00	0,0	87 458 700,00
	C E L K E M investiční náklady	87 458 700,00	0,00	0,0	87 458 700,00

Zdroj: data MHMP

Kromě těchto investic se v jednotlivých materiálech mluví také o zajištění geografické redundancy řídícího centra MSO, kdy je možno vybudovat v další geografické lokalitě další řídící centrum MSO pro dosažení maximální možné spolehlivosti systému a eliminaci rizika výpadku sítě MRS TETRA v případě havárie jedné lokality MSO. Tato možnost však není součástí realizace důvodové zprávy.

Další investice do MRS provádí i ostatní subjekty, pokud budují veřejnou infrastrukturu, ve které je nutný provoz kritické komunikace (například silniční tunely nebo tunely metra). Majetek z těchto investic je pak mimo správu MHMP a nebylo možné se k jeho obsahu vyjádřit. Plánování podobných investic zároveň není MHMP přímo řízeno, odbor bezpečnosti se na jejich realizaci podílí pouze jako schvalovací orgán, většina projektů vzniká přímo ve spolupráci realizátora se servisní organizací.

### 3.1.4 Shrnutí jednotlivých výstupů do přehledu silných a slabých stránek

Obecný popis současného stavu vnímáme jako uvedení do problematiky MRS. Hlavním uživatelem hlasových služeb je MP a hlasové služby využívá také DP. Ostatní uživatelé využívají hlasové služby pouze v relativně malém objemu nebo ve výjimečných situacích. Hlavním spotřebitelem datového přenosu je DP (sledování polohy jednotlivých vozidel, řízení povrchové dopravy), MP (poloha strážníků a jednotlivých vozidel) a TSK (přenos dat z meteorologických čidel, informačních tabulí a dalších detektorů). V současné době je plánována velká investice

do rozvoje MRS, která má zajistit zvýšení pokrytí, zvýšení bezpečnosti a dostupnosti MRS. Plánována je také výměna zastaralých terminálů. Investice má v neposlední řadě zastřešit větší integraci pevné komunikační infrastruktury. Rozvoj systému je plánován spíše v kratším časovém horizontu. Prostředky do MRS investují i další subjekty hlavně formou realizace větších projektů. Podobné investice podléhají schválení provozovatele systému, ale nejsou pod jeho přímou kontrolou. Shrnutí silných a slabých stránek je s přihlédnutím k obsahu ostatním analýzám až na konci kapitoly Analýza současného stavu.

## 3.2 Evaluace technologie použité v síti

Jako podklad podrobné technické analýzy je v následující kapitole nejdříve shrnut standard TETRA obecně s tím, že konkrétní nasazení v MRS je rozebráno v kapitole Zhodnocení technologických specifik funkčních celků. Po této kapitole následuje Analýza obecného vybavení jednotlivých klíčových bodů infrastruktury a Validace efektivnosti využití a řízení mikrovlnných tras, správnou konfiguraci řídících prvků.

### 3.2.1 Popis technických parametrů sítě TETRA

#### 3.2.1.1 Obecný popis technologie TETRA.

Terrestrial Trunked Radio (TETRA) je ETSI standardem pro profesionální rádiové sítě se zaměřením na časově kritickou komunikaci, který byl speciálně vyvinut pro komunikaci vládních úřadů, bezpečnostních a záchranných složek (policie, hasičů, záchranných služek, armády), dále je často využíván pro komunikaci ve veřejné dopravě (letiště, dopravní podniky) a průmyslu. Technologie vychází z principů moderních digitálních TDMA/FDMA (CDMA) sítí typu GSM s tím rozdílem, že umožňuje kombinovat hlavní výhody klasických analogových radiostanic s výhodami stanic komunikujících v digitálních sítích.

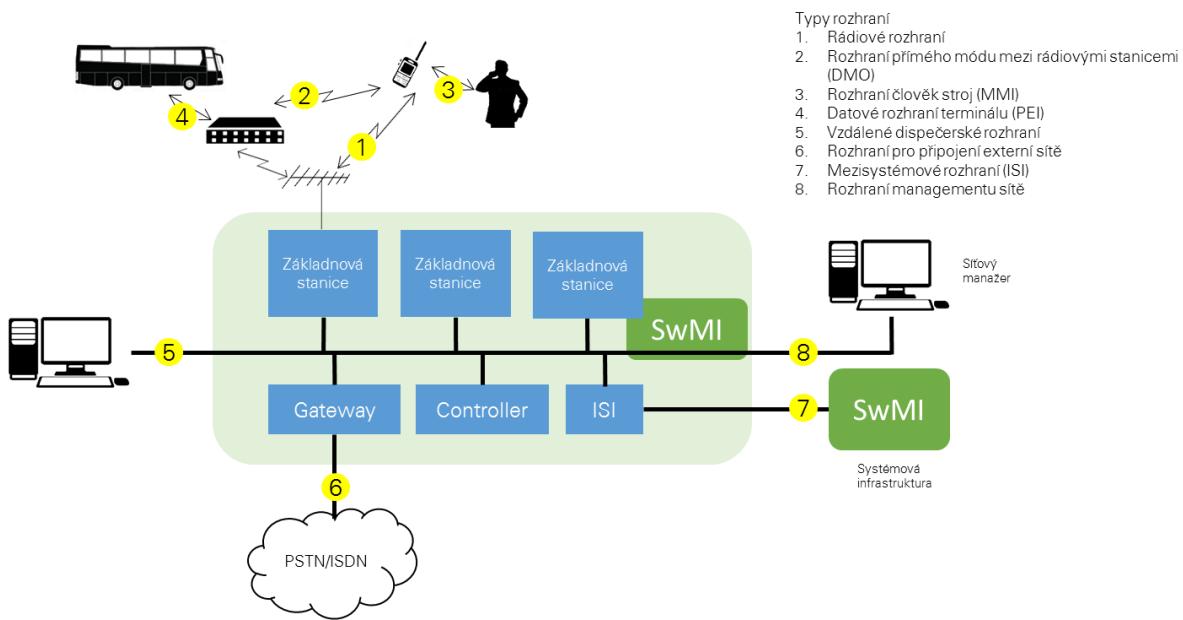
TETRA má obdobnou buňkovou architekturu jako telefonní GSM sítě (DAMPS). Hlavním rozdílem oproti mobilním sítím je možnost rychlé komunikace stiskem jediného tlačítka PTT s celou skupinou účastníků. V tomto ohledu systém vyniká **velmi rychlým časem pro sestavení hovoru** s průměrem pod 300 ms.

Jednou z dalších zásadních předností radiostanic TETRA je její nezávislost na síti v mobilním provozu, tedy **možnost přímého spojení dvou blízkých radiostanic** bez zprostředkování převaděčem (základnovými stanicemi a ústřednami), včetně možnosti spojení ruční nebo vozidlové stanice, která se nachází mimo dosah základnových stanic (převaděčů) na převaděč přes jinou ruční nebo vozidlovou radiostanici.

#### 3.2.1.2 Architektura sítě TETRA

Následující obrázek znázorňuje blokovou architekturu sítě TETRA zejména s ohledem na vyznačení systémových rozhraní sítě TETRA.

Obr. č. 3: Základní architektura sítě TETRA



Zdroj: data MHMP

### 3.2.1.3 Standardizovaná rozhraní

Níže jsou popsána systémová rozhraní a jejich základní definice, tak jak to odpovídá standardu TETRA. Čísla na obrázku výše odpovídají číslování rozhraní dále v textu.

#### Rádiové rozhraní (1 a 2 – Air interfaces)

1. Rozhraní mezi základnovou stanicí a rádiovým terminálem.
2. Rozhraní přímého módu mezi rádiovými stanicemi provozovanými nezávisle na infrastruktuře sítě (DMO).

#### Rozhraní člověk stroj (3 – Man-machine interface)

Nejpoužívanější úkony v rozhraní člověk-stroj byly standardizovány za účelem usnadnění obsluhy zařízení.

#### Datové rozhraní terminálu (4 – Peripheral equipment interface)

Toto rozhraní standardizuje připojení externího přístroje k rádiovému terminálu a podporuje přenos dat mezi aplikací v připojeném externím zařízení a sítí TETRA. Toto rozhraní také podporuje částečné ovládání terminálu z připojeného externího zařízení/aplikace.

Rozhraní mezi externím terminálem (DTE) a radiostanicí (DCE) je řešeno fyzickým rozhraním RS-232 (V.24, V.28 podle ITU-T) a pro komunikaci je používán rozšířený příkazový formát AT (podle ETSI TS100 392-5).

Pro přístup na SDS přenos je nad AT používán protokol SDS-TL, pro přenos PD protokol PPP.

Na straně systému zajišťuje zpracování SDS router SDR, s rozhraním pro vnější aplikace TCP/IP IEEE 802.3u přes Border Router.

#### **Vzdálené dispečerské rozhraní (5 – Remote Dispatcher Interface)**

Dispečerské rozhraní se používá pro linkové připojení vzdálené dispečerské konzole.

Standard byl zastaven pro nepraktičnost, protože by mohl vést ke snížení výkonu sítě.

Jakým způsobem bude připojena dispečerská konzole na infrastrukturu sítě záleží na konkrétních požadavcích na aplikaci. Standard je chápán jako doporučení.

#### **Rozhraní pro připojení externí sítě (6 – Peripheral Equipment interface)**

Standardní rozhraní umožňující propojení sítě TETRA se sítěmi PSTN/ISDN/PABX.

#### **Mezisystémové rozhraní (7 – Inter-System Interface)**

Toto rozhraní umožňuje propojit infrastruktury sítí TETRA od různých výrobců.

Propojení může být buď na úrovni obvodů, nebo v režimu paketového přenosu.

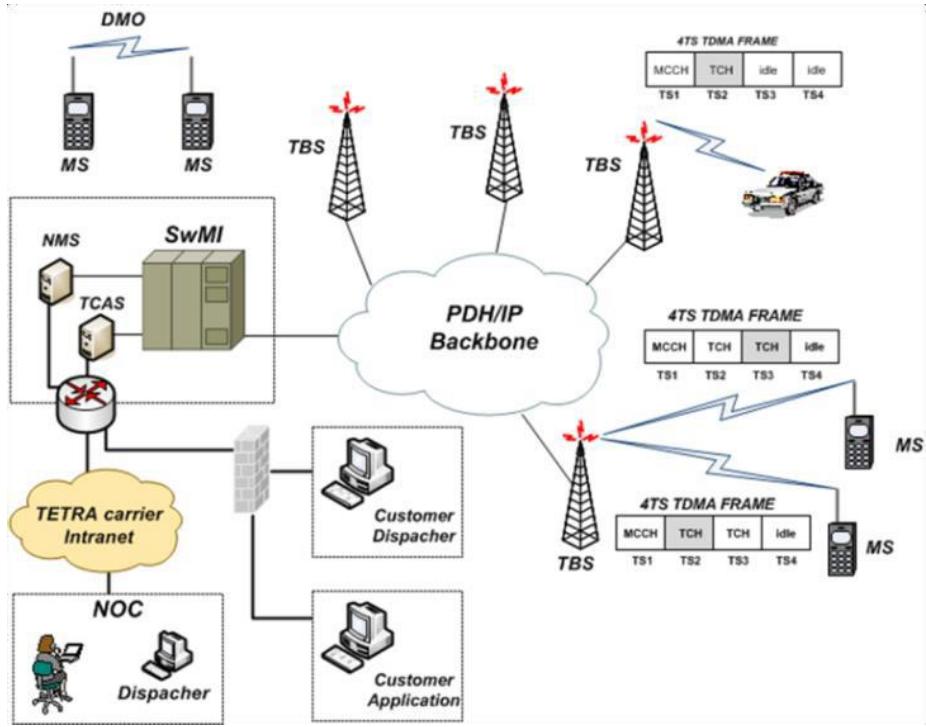
#### **Rozhraní managementu sítě (8 – Network Management Interface)**

Rozhraní pro síťový management umožňující správu sítě.

#### ***3.2.1.4 Infrastruktura sítě TETRA SwMI (Switching and Management Infrastructure)***

Pod zkratkou SwMI je zahrnuta kompletní infrastruktura TETRA sítě se všemi komponenty a to včetně základových stanic TBS. Na obrázku níže je rozkreslena síť TETRA se zaměřením na technologické prvky sítě a její hlavní komponenty.

Obr. č. 4: Hlavní komponenty systému TETRA – obecné schéma



Zdroj: Key performance indicators for QoS assesment in TETRA networks (International Journal of Mobile Network Communications & Telematics)

### 3.2.1.5 Prvky sítě TETRA

Síť TETRA je obecně složena z těchto síťových prvků:

#### NMS – Network management System

Systém řízení sítě, který zabezpečuje řízení, dohled a bezpečnost sítě. Rovněž je zde uložena databáze uživatelů.

#### SCN - SCN (Switching Controller Node)

Přepínač, který řídí základnové radiostanice. Počet řízených základnových stanic závisí na variantě systému.

#### TBS – TETRA Base Station

Základnová radiostanice zajišťující pokrytí signálem v dané oblasti.

#### MS – Mobile Station

Koncové mobilní zařízení. Ruční a vozidlové terminály.

#### DC – Dispatch Console

Dispečerská konsole umožňuje komunikaci dispečera s mobilními terminály. Dispečerská konsole může být připojena jak lokálně přímo do SwMI, tak vzdáleně přes Internet nebo přes určenou WAN/LAN síť pomocí zabezpečeného VPN spoje.

## NOC – Network Operation Centrum

Pracoviště dohledu, někdy též označované jako NMT (Network Management Terminal). Jedná se o řídící pracoviště systému. Umožňuje provádět diagnostiku závad komunikační sítě, kontrolu provozních parametrů, nastavování parametrů sítě a radiostanic - oprávnění jednotlivých uživatelů, zablokování ztracené radiostanice apod. NOC centrum může být umístěno jak lokálně, tak vzdáleně ze servisního počítače přes Internet nebo přes určenou WAN/LAN síť pomocí zabezpečeného VPN spoje. Propojení umožní na počítači zobrazit vzdálenou obrazovku terminálu NMT a tím zpřístupní veškeré servisní nástroje tohoto terminálu.

### 3.2.1.6 Frekvenční pásmo

Pro bezpečnostní a záchranné složky byly v Evropě alokována pásmo 380-383 MHz a 390-393 MHz s možností rozšíření o pásmo 383-385 MHz a 393-395 MHz v případě potřeby.

Pro civilní systémy byla dle evropských norem vyhrazena pásmo 410-430 MHz, 870-876 MHz / 915-921 MHz, 450-470 MHz, 385-390 MHz / 395-399,9 MHz.

Tab. č. 4: Frekvenční pásmo alokována pro bezpečnostní a záchranné složky

Bezpečnostní a záchranné složky			Civilní systémy		
Číslo	Frekvence (MHz)		Číslo	Frekvence (MHz)	
	Band 1	Band 2		Band 1	Band 2
1	380-383	390-393	1	410-420	420-430
2	383-385	393-395	2	870-876	915-921
			3	450-460	460-470
			4	385-390	395-399,9

Zdroj 1: [https://en.wikipedia.org/wiki/Terrestrial\\_Trunked\\_Radio](https://en.wikipedia.org/wiki/Terrestrial_Trunked_Radio)

Zdroj 2:ECC Decision (08)05, The harmonisation of frequency bands for the implementation of digital Public Protection and Disaster Relief (PPDR) narrow band and wide band radio applications in bands within the 380-470 MHz range

Frekvenční příděly pro sítě TETRA a obecně pro sítě PPDR (Public Protection and Disaster Relief) jsou v Evropě i ve světě harmonizovány. Aktuální dokument, který se touto problematikou na Evropské úrovni zabývá, je rozhodnutí Výboru pro elektronickou komunikaci definovanou v reportu „ECC Report 218“ z října 2015 a s ním souvisejícími reporty „ECC Report 239“ a „ECC Report 240“, kde se předpokládá alokace těchto frekvenčních pásem pro úzkopásmové sítě TETRA až za horizont let 2025 až 2030. Tím by měla být zajištěna možnost

prodloužení frekvenčních přídělů sítě MRS až po toto období. Nijak tím není však dotčena možnost přechodu na systémy LTE dříve, což „Výbor“ v uvedených dokumentech rovněž řeší.

Rádiové systémy TETRA ve většině zemí mají alokováno frekvenční pásmo na základě licenčních pravidel místních regulačních úřadů. V České republice funkci regulátora zastává Český telekomunikační úřad (ČTÚ). ČTÚ pravidelně připravuje Plán využití rádiového spektra (PVRS) kde jsou frekvenční příděly detailně uvedeny, viz „část plánu využití rádiového spektra č. PV-P/15/04.2016-7 pro kmitočtové pásmo 380 – 470 MHz“. Předmětem této části plánu využití rádiového spektra je stanovení technických parametrů a podmínek využití rádiového spektra v pásmu od 380 MHz do 470 MHz rádiokomunikačními službami a zařízeními provozovanými mimo rádiokomunikační služby<sup>1</sup>.

### **3.2.1.7 Analýza frekvenčních přídělů sítě MRS HMP**

Kmitočty jsou přiděleny Českým Telekomunikačním Úřadem pod individuálním oprávněním **IO227644/TI** a přidělení frekvencí je v souladu s Plánem využití rádiového spektra „č. PV-P/15/04.2016-7“, oddíl 3, článek 7 (5g, 6 a 7)

(5g)

v úsecích 414,25 – 415 MHz a 424,25 – 425 MHz musí být provoz pohyblivých sítí koordinován s pevnou službou, koordinaci provádí Úřad.

(6)

Úseky 415 – 419,8 MHz a 425 – 429,8 MHz jsou využívány duplexními pohyblivými sítěmi a platí, že:

- a) maximální e.r.p. je 10 W;
- b) duplexní odstup je 10 MHz, úsek 415 – 419,8 MHz je určen pro vysílání pohyblivých stanic, úsek 425 – 429,8 MHz je určen pro vysílání základových stanic;
- c) kanálová rozteč je 25 kHz;
- d) střední kmitočty jednotlivých rádiových kanálů jsou dány vztahy

$$fn [MHz] = (410 - 0,0125 + 0,025n) - 0,0125 \text{ a}$$

$$fn' [MHz] = (420 - 0,0125 + 0,025n) - 0,0125,$$

kde n je v rozmezí 201 až 392;

e) využívání kmitočtů je v souladu s rozhodnutím 32);

f) využívání kmitočtů účastnickými stanicemi TETRA je možné na základě všeobecného oprávnění 23);

g) v úseku 425 – 429,8 MHz nejsou povolovány nové simplexní spoje a sítě, ve stávajících nejsou prováděny změny vedoucí k jejich rozšiřování. Stávající simplexní spoje a sítě mohou být provozovány do konce platnosti jejich individuálního oprávnění, nejdéle však do 31. prosince 2030 s tím, že je upřednostněn jejich přesun do úseku 406,2 – 410 MHz.

(7)

Úsek 429,8 – 430 MHz je využíván simplexními sítěmi a spoji a platí:

---

<sup>1</sup> Více viz <https://www.ctu.cz/plan-vyuziti-radioveho-spektra>

- a) maximální e.r.p. je 10 W;
- b) kanálová rozteč je 25 kHz;
- c) střední kmitočty jednotlivých rádiových kanálů jsou dány vztahem  $f_n [MHz] = (429,8 - 0,0125 + 0,025n) - 0,0125$  kde n je v rozmezí 1 až 8.

23 základových stanic je provozováno na 59 duplexních kanálech, tři simplexní kanály jsou vyhrazeny pro přímý (DMO) režim, všechny o šířce kanálu 25kHz.

#### Duplexní kanály

- Tx od 424,275 MHz do 427,975 MHz
- Rx od 414,275 MHz do 417,975 MHz

Pro duplexní kanály tedy vyhrazeno pásmo 2x4MHz.

#### Simplexní kanály

- Tx 429,850MHz; 429,875 MHz; 429,900 MHz

Počtu duplexních kanálů odpovídá počet nasazených vysílačů (BR) v síti TETRA. Přidělené kmitočty se v síti neopakují s výjimkou kmitočtů použitych pro metro a tunely, což však neovlivňuje frekvenční plánování v rámci venkovního pokrytí.

Aktuálně je pro vysílací směr alokováno pro MRS HMP nespojitě 424,250 až 430,000MHz, tj. 5,75MHz. Ve skutečnosti je využito  $59 * 25\text{kHz} + 3 * 25\text{kHz} = 1,550\text{MHz}$ .

Pásma je využito nespojitě a rozpětí mezi kanály se pohybuje od 25kHz do 400kHz, odstup mezi duplexními kanály a simplexními kanály pro přímý režim je 1,875MHz.

#### **3.2.1.8 Základní parametry rádiového rozhraní technologie TETRA**

Rádiové rozhraní TETRA je označováno jako TDMA (Time Division Multiple Access) se 4 fyzickými kanály na nosné vlně s kanálovým dělením 25 kHz. Použitá modulace je  $\pi/4$ -DQPSK ( $\pi/4$ -shifted Differential Quaternary Phase Shift Keying). Standard je popsán ETSI normami řady EN 300 392.

Tab. č. 5: Přehled základních parametrů rádiového rozhraní technologie TETRA

Technologie	TETRA (release 1)
Frekvenční pásmo	380 - 400 MHz, 410 - 430 MHz, 450 – 470, MHz, 870-876 MHz, 915-921 MHz

Nosné pásmo	FDD nosné s odstupem nosných 25 KHz a duplexním odstupem 10 MHz.
Modulace	$\pi/4$ DQPSK (na bazi DAMPS)
Hlasový kodér	ACELP (4.56 kbps net, 7.2 kbps gross).
Metoda přístupu a rámec	TDMA se 4 kanály (TSs) na 1 nosný kmitočet. TETRA TDMA rámec (56,67 ms) je složen ze 4 kanálů (14,167 ms)
Hovorový kodér	ACELP (4,56kbps)
Rychlosť zakódovaného hovorového signálu	7,2kbps
Maximální datová rychlosť	Pro max 4 TS 28,8kbps bez ochrany
Citlivosť prijmu základnových stanic (statická / dynamická)	-115 dBm / -106 dBm
Poloměr buňky (dosah základnové stanice) pro ruční terminál / předměstí	3,8 km
Poloměr buňky (dosah základnové stanice) pro vozidlový terminál / venkov	17,5 km

Zdroj: Dokumentace výrobce a analýza KPMG

### 3.2.1.9 Logické kanály rádiového rozhraní technologie TETRA

V systému je definováno několik logických kanálů, v základě rozdelených na dva typy, provozní kanály a kontrolní kanály. Provozní kanály jsou použity pro přenos hlasu a dat v přepínaném režimu (circuit switched data), kontrolní kanály jsou použity pro přenos signalizačních zpráv a paketových dat.

- Main Control Channel (MCCH) – hlavní řídící kanál

V každé buňce je definována jedna primární nosná frekvence. Každá nosná frekvence má 4 fyzické kanály TSL. MCCH má být použit v prvním TSL této primární nosné frekvencie. V těchto kanálech jsou kromě signalizačních dat přenášeny služby krátkých textových dat SDS a stavových zpráv.

- Secondary Control Channel (SCCH) – sekundární řídící kanál

Kanál se využívá pro rozšíření kapacity primárního řídícího kanálu. Bez definice MCCH nelze nadefinovat.

- Traffic CHannels (TCHs) – provozní kanál

Kanál vyhrazený pro přenos hlasu a dat v přepínaném režimu. Hlasová služba je v systému TETRA považována za hlavní. TCH kanály jsou využity pro přenos těchto hlasových služeb (individuální hovory, skupinové hovory, nouzové hovory a broadcast hovory)

- Packet Data CHannel (PDCH) – paketový kanál

Kanál vyhrazený pro přenos paketových dat, vyhrazuje se z přidělu standardních provozních kanálů TCH. Alokace konfigurace může být dynamická či statická

### **3.2.1.10 TETRA 2 - TETRA Enhanced Data Service (TEDS)**

Verze TETRA Release 1 je nyní nahrazována systémy podle specifikace TETRA Release, 2 označovaná rovněž jako TEDS, jenž umožňuje využívat pokročilé kvadraturní amplitudové modulace. Podstatnou výhodou je vyšší datová propustnost rádiové sítě. TETRA Release 2 je plně zpětně kompatibilní s verzí 1.

Tab. č. 6: Rychlosť prenosu paketových dat pre Downlink [kbps]

Modulace	Typ kanálu (Bandwidth)			
	25kHz	50kHz	100kHz	150kHz
n/4-DQPSK	15,6			
n/8-D8PSK	24,3			
4-QAM	11	27	58	90
16-QAM	22	54	116	179
64-QAM ( $r=1/2$ )	33	80	175	269
64-QAM ( $r=2/3$ )	44	107	233	359
64-QAM ( $r=1$ )	66	160	249	538

Zdroj: TETRA asociace <http://www.tandcca.com/about/page/12029>

Technologie Tetra 2 již používá modulaci QAM, ta při šířce kanálu 25kHz zaručuje přenosovou rychlosť až 66kbit/s a při maximální šířce 150 kHz na rádiový kanál až 538 kbit/s.

Podporované šíře rádiových kanálů jsou:

- 25 kHz
- 50 kHz

- 100 kHz
- 150 kHz

Jako velký benefit je u systému TETRA Release 2 udávána až 8x vyšší propustnost pro krátké textové zprávy (SDS).

### **3.2.2 Zhodnocení technologických specifik funkčních celků**

Níže jsou uvedeny klíčové parametry sítě MRS nasazené v rámci HMP.

#### **3.2.2.1 Základní parametry sítě MRS HMP**

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| • Technologie              | MOTOROLA, TETRA – Dimetra IPScalable       |
| • Protokol (air interface) | EN 300 392-2                               |
| • kmitočtové pásmo         | Rx: 414 – 418 MHz, Tx: 424 – 428 MHz       |
| • šířka kanálu             | 25 kHz                                     |
| • duplexní krok            | 10 MHz                                     |
| • druh vysílání            | 16K0F3WJN                                  |
| • telefonní rozhraní       | ISDN-PRI, QSIG                             |
| • propojení buněk          | E1, 2 Mb/s, G.703/G.704, 120 Ω, symetrický |
| • propojení na NMT         | LAN Ethernet, 100 Mb/s                     |

#### **3.2.2.2 Limitní parametry sítě (MRS má definovánu 1 zónu)**

- |  |                |
|--|----------------|
| • Počet základnových stanic na 1 zónu      | 100            |
| • Počet komunikačních kanálů na 1 zónu     | 1300           |
| • Počet MCCH na 1 buňku                    | 1              |
| • Počet SCCH na 1 buňku                    | 3              |
| • Počet single-slot PDCH na 1 buňku        | 11             |
| • Počet multi-slot PDCH na 1 buňku         | 1              |
| • Počet PD uživatelů na 1 PDCH             | 60             |
| • Rozsah individuálních čísel ISSI         | 1 – 13 999 999 |
| • Rozsah skupinových čísel GSSI            | 1 – 13 999 999 |
| • Počet registrovaných účastníků na 1 zónu | 64 000         |

- Počet registrovaných hovor. skupin na 1 zónu 16 000
- Počet aktivních účastníků na 1 zónu > 8000
- Počet telefonních kanálů na MTIG 60
- Počet systémů MTIG na 1 zónu 2
- Počet dispečerských konzolí na 1 zónu 250
- Počet dispeč. konzolí na vzdál. stanovišti 50
- Počet hovor. skupin na 1 konzoli 200
- Počet terminálů NMT na 1 zónu 32
- Počet ukládaných kanálů na 1 záznamník 120
- Počet sledovaných GSSI na 1 záznamník 256
- Počet sledovaných ISSI na 1 záznamník 3000

#### ***3.2.2.3 Maximální časové prodlevy, pro 95 % spojení:***

- Navázání individuálního nebo skupinového hovoru mezi stanicemi 300 ms
- Zpoždění audio signálu mezi radiostanicemi 350 ms
- Zpoždění audio signálu mezi radiostanicí a konzolí/tel. linkou 300 ms
- Předání hovoru mezi buňkami, vysílací radiostanice 850 ms
- Předání hovoru mezi buňkami, přijímací radiostanice 750 ms
- Předání zprávy STS (16 bit, mezi radiostanicí a konzolí) 150 ms
- Předání zprávy SDS (140 B, rdst – ZS – SDR – ZS – rdst) 2 s

#### ***3.2.2.4 Fyzické parametry centrálního řídicího systému (Core Network):***

- Rozměry skříně 185 (38U) x 61 (19") x 110 cm
- Hmotnost 530 kg (plně vybavená skříň)
- Napájení 230 VAC, 50 Hz, 2450 W (plně vybavená skříň)
- Krytí IP20
- Provozní teplota 18 – 24 °C
- Provozní vlhkost 30 – 55 %

### **3.2.2.5 Shrnutí pro technologii TETRA**

#### **3.2.2.5.1 Klíčové benefity technologie TETRA**

- TETRA je ETSI standardem s poměrně dlouhou historií (první nasazení systému 1997). Výrobci musí tyto standardy a s tím spojenou kompatibilitu systémů dodržovat.
- Velmi rychlý čas pro sestavení hovoru s průměrem pod 300 ms.
- Direct Mode Operation (DMO) - nezávislost na síti v mobilním provozu, tedy možnost přímého spojení dvou blízkých radiostanic bez zprostředkování převaděčem (základnovými stanicemi a ústřednou)
  - Bezpečnost systému – autentifikace, šifrování;
  - Autentifikace – infrastruktura ověřuje oprávnění koncových terminálů pro přístup do sítě;
  - Šifrování Air interface – systémy TETRA umožňují ochranu komunikace mezi infrastrukturou a terminály šifrováním;
  - End-to-End šifrovaná komunikace – systémy TETRA jsou plně transparentní pro zabezpečení komunikace šifrováním během celého přenosu od uživatele na počátku až ke koncovému příjemci;
  - Prioritizace volání – upřednostnění volání i v případě plně vytíženého systému;
  - Volání do externích sítí PSTN / PABX;
  - Nízké náklady na frekvenční spektrum;
  - Interoperabilita mezi koncovými terminály a infrastrukturou různých výrobců a to i pro "direct mode operation";
  - Standardizovaný ACELP CODEC je vyvinut pro prostředí s vysokou úrovní hluku (testováno se sirénami a výstřely) a je součástí TETRA standard;
  - Umožňuje současný provoz jak hlasových, tak i datových přenosů.

#### **3.2.2.5.2 Limitující faktory technologie TETRA**

- Nákladnější řešení než např. DMR Tier III a TETRAPOL, u systému TETRA je zapotřebí třikrát až čtyřikrát vyšší počet požadovaných BTS pro pokrytí stejného území. Toto omezení je však již řešeno v rámci release-u TETRA2.
- Přenosová rychlosť. Maximální rychlosť TEDS (TETRA Enhanced Data Service) je 538kbps, nicméně tato teoretická hranice je závislá na požadovaném dosahu signálu a s tím související úrovní přijímaného signálu. Dosah základnových stanic roste s klesající přenosovou rychlosťí. Pokud bychom chtěli zachovat vyšší přenosovou rychlosť je nutno zajistit dostatečně hustou síť základnových stanic.
- Systém ani terminály nejsou zpětně kompatibilní s analogovou technologií.

### 3.2.3 Analýza obecného vybavení jednotlivých klíčových bodů infrastruktury

Stávající systém MRS HMP je založen na řešení **DIMETRA IP Scalable DIPS R 8.1** od firmy Motorola.

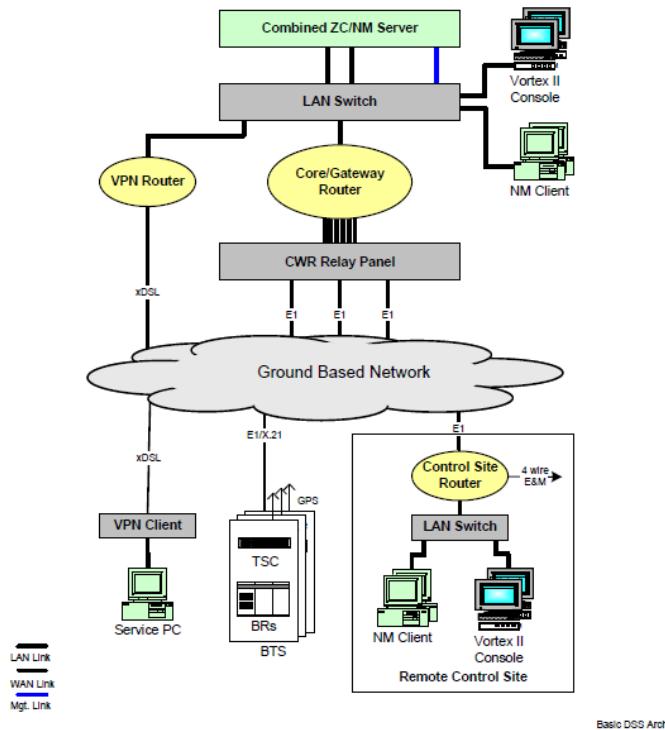
Funkčně lze systém rozdělit do následujících celků:

- Centrální řídící centrum - Core Network
- Základnové stanice (TETRA BTS)
- Dispečerská pracoviště
- Dohledová centra

Na následujícím obrázku jsou výše uvedené celky znázorněny, blok základnových stanic BTS, lokálně a vzdáleně připojená dispečerská pracoviště (Vortex) a dohledová centra (NM Client) a v neposlední řadě Centrální řídící centrum (MSO-Master Switching Office). Centrální řídící centrum je zde rozděleno do několika základních bloků (Combined ZC/NM Server, Core/Gateway router/LAN Switch/VPN Router).

Detailní popis logických celků stávající technologie sítě TETRA je pak uveden v následujících kapitolách.

Obr. č. 5: Architektura sítě MRS HMP



Zdroj: Materiál dodavatele Motorola „Dimetra IP Compact / Scalable Systém Overview“

### *3.2.3.1 Centrální řídící centrum - Core Network*

Centrální řídící systém je instalován v technologické skříni výšky 185 cm s montážním rámem 19''. Skříň je osazena jednotlivými servery a dalšími komponenty jako LAN přepínači a routery. Skříň má v dodávané konfiguraci hmotnost 393 kg a příkon cca 2 kW.

Systém je umístěn v budově CD DP HMP na adrese Na Bojišti 5, Praha, v místnosti č. 710.

Systém je napájen z elektrického rozvaděče RT dvěma nezávislými elektrickými přívody 16 A. Jeden přívod je zálohovaný pomocí UPS GE IMV D10-31, druhý přívod je nezálohovaný. Systém je schopný funkce i při výpadku jednoho napájecího přívodu. Při výpadku napájení delším než cca 5 minut dochází k automatickému startu záložního diesel generátoru a obnově napájení obou přívodů.

Systém je synchronizován pomocí NTP serveru. K NTP serveru je připojena GPS anténa, která je instalována na ochozu 7. patra na stávajícím stožárku. K GPS anténě vede z místnosti č. 710 koaxiální kabel.

*Obr. č. 6: Skříň řídícího systému DIPS R8.1*



*Zdroj: data MHMP*

V následující tabulce je uveden soupis základních klíčových komponentů centrálního řídícího systému sítě MRS HMP včetně uvedení redundance prvků.

Tab. č. 7: Seznam instalovaných serverů a komponentů řídicího systému DIPS R8.1

oblast	komponenta	HW	HW backup	typ zálohy
OSS	Combined ZC/NM Server	Primary Zone Server: ZC1 Primary Management Server: ZDS1, ZSS1, UEM1, ATR1, UCS1	Secondary Zone Server: ZC2	hot standby
TELCO	Short Data Router (SDR)	Primary Data Server: SDR1, PDR1, RNG1, GGSN1	Secondary Data Server: SDR2, PDR2, RNG2, GGSN2	hot standby
TELCO	Motorola Telephone Interconnect Gateway	Telephone Interface Gateway 1		
TELCO	Network Time server	Network Time server		
TELCO	Echo Canceller	Echo Canceller		
TELCO	Packet Data Router (PDR)	Packet data Gateway		
IP	Core/Gateway Router	Zdvojený Core Router		hot standby
IP	Core LAN Switch	IP Switch		hot standby
IP	Border Router	Border Router		

Zdroj: data MHMP

### Hlavní provozní komponenty

- Primary Zone Server: ZC1 (HP DL360G8)
- Secondary Zone Server: ZC2 (hot standby), (HP DL360G8)
- Primary Management Server: ZDS1, ZSS1, UEM1, ATR1, UCS1 (HP DL360G8)

### Zajištění přenosu dat (Short data, Packet data)

- Primary Data Server: SDR1, PDR1, RNG1, GGSN1 (HP DL360G8)
- Secondary Data Server: SDR2, PDR2, RNG2, GGSN2 (hot standby), (HP DL360G8)

### Funkce telefonování

- Telephone Interface Gateway 1 a 2 (hot standby, dělba zatížení) (HP DL360G8)
- Echo Canceller
- pomocná telefonní ústředna pro rozdělení směrů volání

### Povinné síťové komponenty

- Zdvojený GGSN směrovač (2x GGM8000)
- Zdvojený Border směrovač (2x GGM8000)
- Zdvojený Gateway směrovač (2x MNR S6000)
- Zdvojený Core směrovač (4x MNR S6000)
- Zdvojený Core LAN přepínač (2x HP ProCurve 2620.48)
- Zdvojený FO LAN přepínač (2x HP ProCurve 2620.48)
- ILO LAN přepínač (HP ProCurve 2620.48)
- Zdvojený CWR E1 panel (2x ST6700)

## Ostatní komponenty

- Terminal Server INREACH TS LX4048T
- NTP Server S300
- VPN směrovač (NETGEAR ProSafe SRX5308)

## Zajištění zálohy

Klíčové komponenty jsou zdvojené, čímž je umožněn provoz i při selhání. Obecně platí, že při selhání jakéhokoliv komponentu je i nadále zajištěn běžný hlasový provoz. Všechny komponenty, zajišťující hlasový a datový provoz, jsou v režimu „hot standby“ (záložní komponent zcela připraven k provozu, v případě selhání okamžitě automaticky přebírá funkci).

### 3.2.3.2 Komponenty zajišťující datové přenosy v síti MRS HMP

#### Přenos krátkých textových zpráv SDS

Jedná se o obdobu služby SMS v GSM sítích (maximální délka zprávy je 140 znaků). Zprávu lze odeslat na libovolnou radiostanici v systému nebo na dispečerský terminál. Přenos SDS může probíhat současně s hlasovým provozem a s provozem paketových dat.

Systém je vybaven **SDS routrem**, který umožňuje přenos SDS zpráv na bázi IP protokolu i mimo systém TETRA (např. z/do jednotlivých PC v LAN síti uživatele).

Lze přenášet dva druhy krátkých textových zpráv

- Krátké SDS 9B kapacita 5 krátkých SDS/s na jeden řídící kanál MCCH
- Dlouhé SDS 140B kapacita 2 krátké SDS/s na jeden řídící kanál MCCH

SDS data jsou přenášena primárně v řídícím kanálu MCCH, přičemž platí, že v každé buňce je definována jedna hlavní nosná a MCCH kanál je umístěn v prvním slotu této hlavní nosné. Pro rozšíření kapacity hlavního řídícího kanálu MCCH se definuje sekundární řídící kanál SCCH (Secondary Control Channel). Při aktivaci sekundárního řídícího kanálu na základnové stanici se zvýší kapacita pro předávání zpráv SDS. Na každé základně mohou být definovány až 3 sekundární řídící kanály. Funkce je volitelná, podmíněná licencí a v MRS je implementována.

#### Přenos libovolných dat (Packet Data)

Tato služba je určena pro přenos obecných dat. Pro přenosy paketových dat mohou být vyhrazeny tzv. Packet Data Channel (PDCH). Zde je nutno poznamenat, že označení PDCH je ETSI terminologie pro sekundární řídící kanál SCCH. Služba přenosu paketových dat umožňuje přenos dat pomocí IP protokolu. Služba je na straně koncového zařízení přístupná přes datové

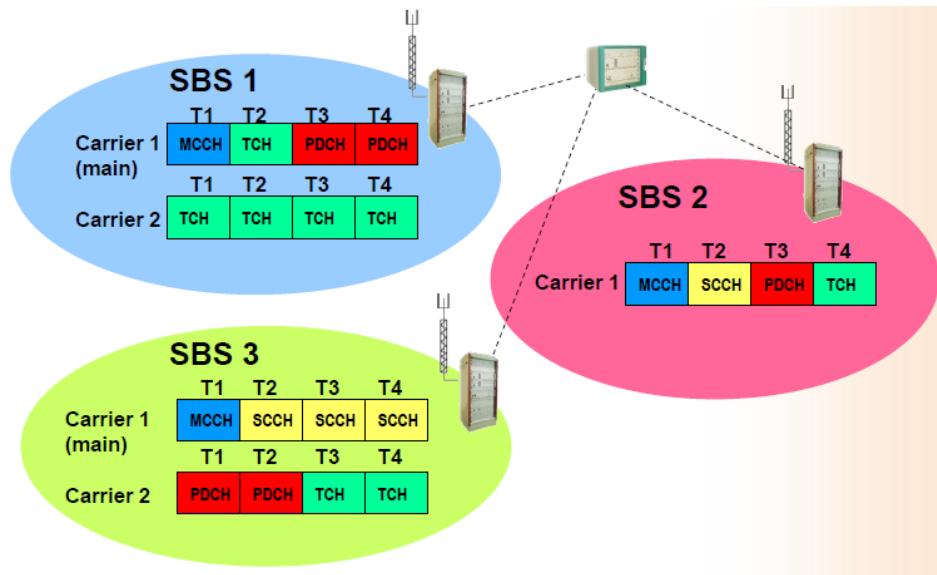
rozhraní terminálu (PEI), na straně infrastruktury se pak o komunikaci stará **GGSN router**. GGSN router podporuje DHCP protokol a představuje rozhraní mezi systémem a uživatelskou IP sítí.

Služba využívá vyhrazené sloty základnové stanice. Při vyšších náročích může být počet slotů dynamicky zvýšen až na 4 (všechny 4 sloty rádiového kanálu šířky 25 kHz) a tím přenosová rychlosť zvýšena na až 28,8 kb/s. Naopak při nižších náročích je využíván menší počet slotů, případně jsou sloty poskytnuty dynamicky pro hlasové služby.

Přenos paketových dat není zatím běžně využíván, nicméně byl otestován. Plánuje se využití systému pro vzdálené přístupy do databází (ilustrace osob a vozidel pro MP HMP), dálkové aktualizace elektronických jízdních řádů a v neposlední řadě pak pro dálkové ovládání elektronických sirén v rámci systému varování obyvatelstva.

Na následujícím obrázku je zobrazen příklad alokace kanálů na základnových stanicích (zde označeny jako SBS 1 až SBS 3). Stanice SBS1 a SBS3 mají přiděleny po dvou řídících kmitočtech, stanice SBS2 má pouze jeden řídící kmitočet. Každý kmitočet má po čtyřech fyzických kanálech. Pro každou stanici musí být definován jeden řídící kanál MCCH. Následující přiřazení kanálů jako sekundárních řídících SCCH, paketového PDCH, či standardního provozního TCH je pak v závislosti na požadované konfiguraci a typu přenášeného provozu. Kanály mohou být alokovány jak dynamicky, tak staticky.

Obr. č. 7: Příklad rozdělení kanálů (MCCH, SCCH, PDCH, TCH) na jednotlivých TETRA BTS



Zdroj: Dokumentace technologie TETRA

### **3.2.3.3 Komponenty zajišťující připojení sítě MRS HMP k telefonní síti**

MRS je připojen ke dvěma telefonním ústřednám a to k telefonní ústředně OS KŠ a k telefonní ústředně DP HMP.

Jedná se o rozhraní mezi MTIG (Motorola Telephone Interconnect Gateway) a externí telefonní ústřednou.

- Typ rozhraní: E1, 2,048 Mb/s, podle ITU G.703
- Fyzicky: RJ45, 120 Ω, symetrické, ETS 300 011
- Fonie: přenášena ve slotech 1 – 15 a 17 – 31, PCM A-law
- Signalizace: přenášena ve slotu 16, QSIG, ETS 300 172

Telefonní rozhraní systému DIPS typu PBX E1/QSIG je připojeno k E1 rozhraní mikrovlnného spoje H a přes tento spoj vede do telefonní ústředny OS KŠ.

Protože aktuální konfigurace komponent telefonního rozhraní řídicího systému DIPS R8.1 neumí rozdělovat telefonní hovory do dvou odchozích směrů, je použit tzv. mediátor, zajišťující směrování hovorů. Jako mediátor je využita telefonní ústředna OS KŠ. Telefonní hovory určené pro telefonní uživatele DP HMP jsou směrovány přes tentýž mikrovlnný spoj zpět do objektu CD DP HMP, kde dochází k připojení k telefonní ústředně DP HMP.

Systém číslování:

**Volání z radiostanice na pobočkový telefon:**

- a) Telefonování do telefonní sítě OS KŠ: vytočení přímo 4-místné pobočky volaného účastníka.
- b) Telefonování do telefonní sítě DP HMP: vytočení 1-místné předvolby pro odchozí směr do TÚ DP HMP a volba pobočky telefonního účastníka.

**Volání z pobočkového telefonu na radiostanici:**

- a) Volání z telefonní sítě OS KŠ: vytočení pobočkového čísla odchozí linky, 1-místného kódu pro radiostanice a 6-místného identifikačního čísla radiostanice.
- b) Volání z telefonní sítě DP HMP: vytočení pobočkového čísla odchozí linky, 1-místného kódu pro radiostanice a 6-místného identifikačního čísla radiostanice.

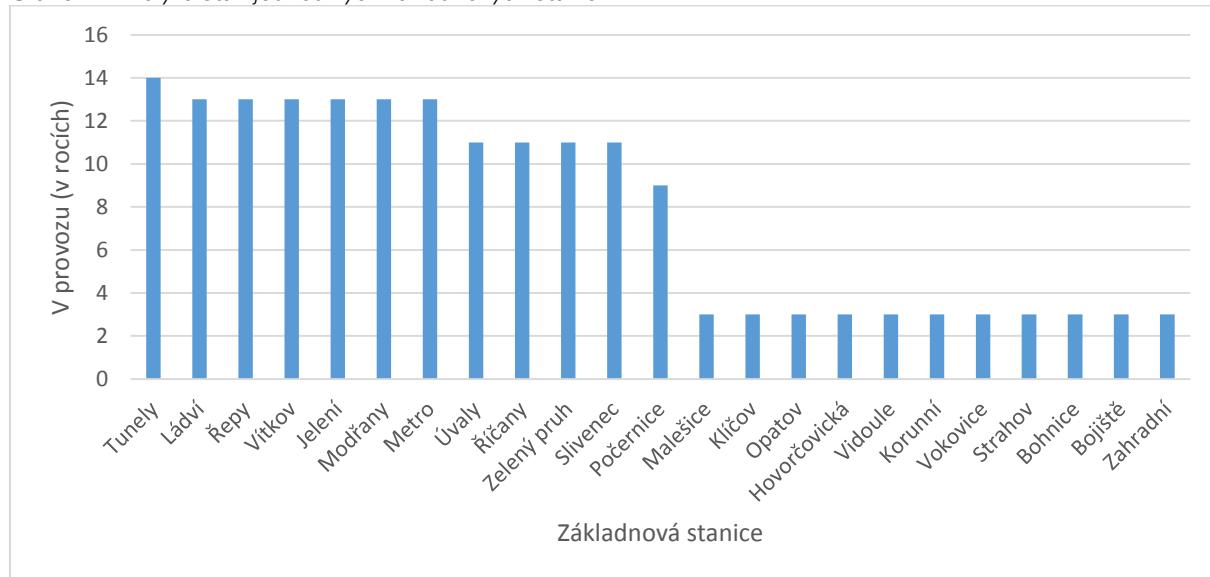
### 3.2.3.4 Základnové stanice

V současné době je provozováno v síti MRS **23 stacionárních základnových stanic TBS**. Z toho je jedna stanice určena pro pokrytí metra a jedna pro pokrytí tunelů. Jedenáct TBS je starší řady Motorola EBTS instalované v letech 2000 až 2007, dvě jsou řady Motorola MTS2 a deset řady Motorola MTS4. Řady MTS2 a MTS4 jsou aktuální modely v nabídce firmy Motorola. Model MTS2 je snadno rozšiřitelný na verzi MTS4.

- Stanice typu EBTS 11x
- Stanice typu MTS4 10x
- Stanice typu MTS2 2x

Některé lokality byly renovovány v roce 2013 (např. Opatov, Hovorčovická), ale v síti stále existuje téměř 50 % základnových stanic starších 10 let. Stáří jednotlivých základnových stanic je pak analyzováno na grafu níže:

Graf č. 2: Analýza stáří jednotlivých základnových stanic



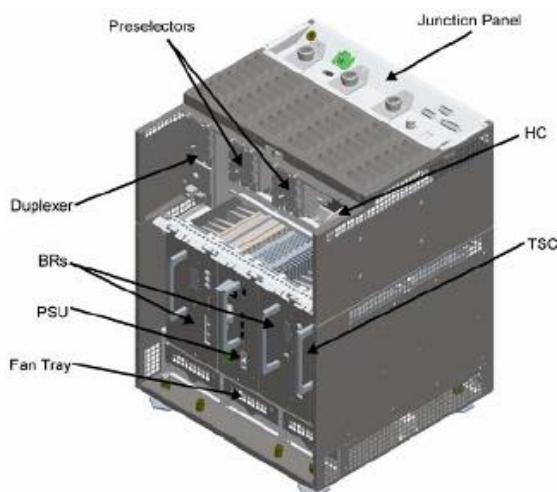
Zdroj: data MHMP

Vzhledem k tomu, že stáří BTS typu EBTS je 10 let a více je potřeba věnovat zvýšenou pozornost poruchovosti těchto zařízení a zároveň mít zajištěn dostatek náhradních dílů a jejich případnou podporu výrobcem technologie. V současné době je provozovatelem MRS HMP zajištěna servisní smlouva se servisní organizací (SO) na servis sítě TETRA, která pokrývá i nezbytné opravy (více pak v sekci Servisní smlouva). V případě výpadku rádiové základnové stanice BTS by výpadek znamenal geografické zhoršení pokrytí službou a snížení dostupnosti, nikoliv však kritické pro síť MRS. Ostatní základnové stanice částečně pokryjí geografické území BTS v poruše. Pravděpodobnost výpadku celé BTS bude samozřejmě nižší pro novější typy instalovaných BTS řady MTS2 a MTS4.

### 3.2.3.4.1 Základnová stanice MTS2

- Maximálně 2 BR (8 časových slotů), výkon 40/10 W (bez větráků) nebo 80/25 W (s větráky), vf konektor 7/16", diverzita 2 nebo 3,
- pásmo 380-470 MHz, pracovní pásmo 5 MHz, citlivost pro 4 % BER -120 dBm (statická), -113,5 dBm (s úniky),
- rozměry 61 x 48 x 45 cm, hmotnost 45 kg, pracovní teplota -30 ... +55 °C,
- napájení -48 Vdc nebo 230 Vac, 50/60 Hz, příkon až 640 W (s větráky),
- včetně nabíječe baterií (40,5 – 57 V, do 6 A s větráky),
- rozhraní E1 (75 Ω nebo 120 Ω), drop/insert.

Obr. č. 8: Základnová stanice MTS2

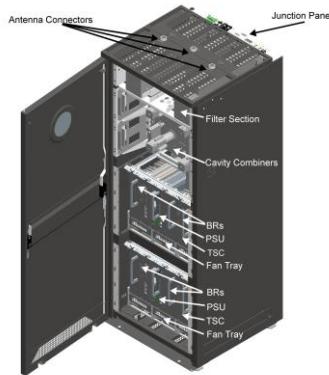


Zdroj: Data MHMP

### 3.2.3.4.2 Základnová stanice MTS4

- Maximálně 4 BR (16 časových slotů), s externí skříní až 8 BR (32 časových slotů), výkon 80/25 W, vf konektor 7/16", diverzita 2 nebo 3,
- volitelně záložní řídící jednotka a záložní napájecí zdroj, v systému MRS není aplikováno,
- pásmo 380-470 MHz, pracovní pásmo 5 MHz, citlivost pro 4 % BER -120 dBm (statická), -113,5 dBm (s úniky),
- rozměry 143 x 57 x 55 cm, hmotnost až 141 kg, pracovní teplota -30 ... +55 °C,
- napájení -48 Vdc nebo 230 Vac, 50/60 Hz, příkon až 1200 W,
- včetně nabíječe baterií (40,5 – 57 V, do 6 A),
- rozhraní E1 (75 Ω nebo 120 Ω), drop/insert.

Obr. č. 9: Základnová stanice MTS4



Zdroj: Data MHMP

### 3.2.3.4.3 Základnová stanice EBTS

- Maximálně 4 BR (16 časových slotů), s externí skříní až 8 BR (32 časových slotů) na OMNIsite a až 92 časových slotů pro 3 sektorový site, výkon 15-25 W, diverzita 2 nebo 3,
- pásmo 403-433 MHz, pracovní pásmo 5 MHz, citlivost pro 4 % BER -117,5 dBm (statická), -108,5 dBm (s úniky),
- rozměry Prime/expansion rack: 1850 x 600 x 600, Base Radio: 222 x 483 x 425, hmotnost až 300 kg, BR až 30kg, pracovní teplota -20 ... +55 °C,
- napájení -48 Vdc, příkon 2BR < 700, 4BR < 1800
- rozhraní E1, X21

Obr. č. 10: Základnová stanice EBTS



Zdroj:Dokumentace výrobce MOTOROLA

#### **3.2.3.4.4 Osazení základnových stanic vysílači BR**

Jednotlivé TBS jsou osazeny radiostanicemi (BR) typu T5931A. Na jedné TBS jsou osazeny dvě až čtyři radiostanice (BR/1, BR/2, BR/3, BR/4) v závislosti na vytížení TBS. Maximální počet je 4 BR, což odpovídá 15 hlasovým kanálům TCH. Další navýšení až na 8BR (31 hlasových kanálů) je pak možno realizovat pouze instalací externí skříně.

**Aktuální osazení počtem radiostanic:**

- TBS s počtem BR =2                            11x
- TBS s počtem BR =3                            7x
- TBS s počtem BR =4                            5x

Aktuálně jsou BTS osazeny minimálně dvěma radiostanicemi BR. Systém je takto nastaven od počátku zejména z důvodu zálohování. Nyní je plánována optimalizace, která tuto logiku mění. Podrobně je tato problematika popsána v kapitole 4.2. Frekvenční plánování

#### **3.2.3.4.5 Napájení základnových stanic**

Pro napájení radiostanic jsou použity následující zdroje s výstupním napětím -48V a se sadou olověných akumulátorů.

**Typy napájecích zdrojů:**

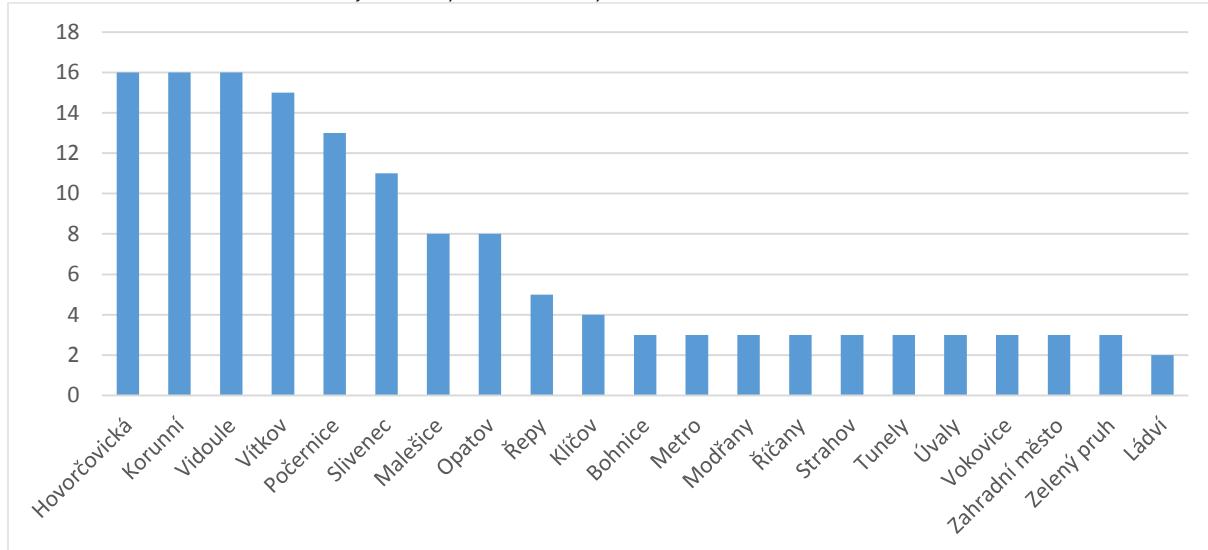
- Ascom 48/1900                                6x TBS
- Ascom 48/1200                                7x TBS
- Delta DPR 1200B                              1x TBS
- Delta DPR 850B                                4x TBS
- HarmerSimmons SM 1800 3x TBS

V jednom případě (Z014R) je napájecí napětí -48V poskytováno pronajímatelem prostor.

**Baterie:**

Baterie jsou použity od výrobců Panasonic, Oerlikon, Fiamm a NorthStar. Rok výroby baterií se pohybuje od roku 2000 do roku 2014.

Graf č. 3: Doba užívání baterií na jednotlivých základnových stanicích (v ročích)

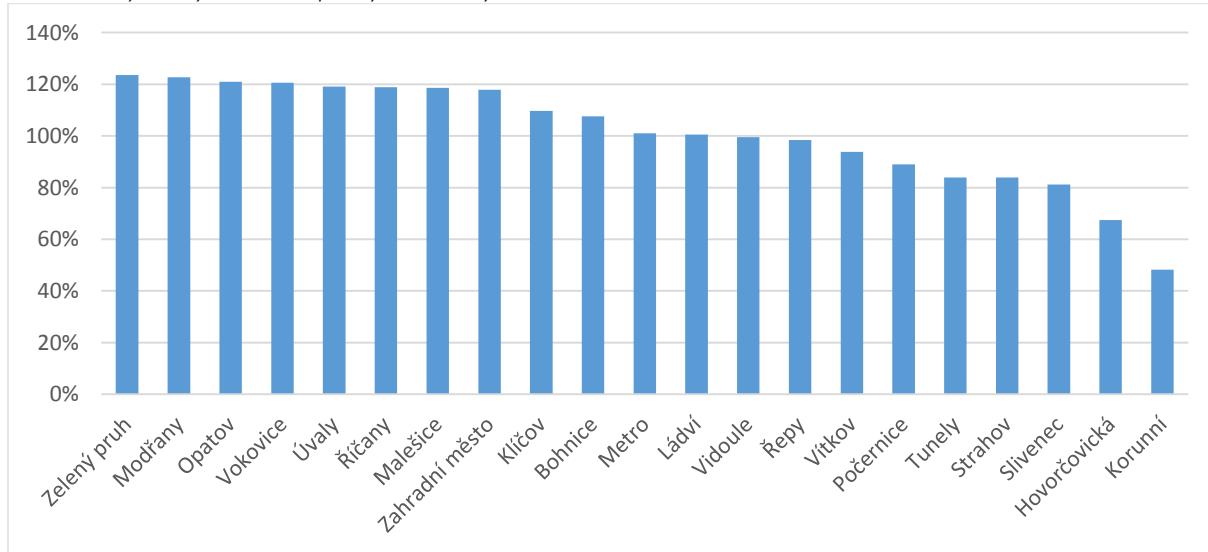


Zdroj: Data poskytnutá Servisní organizací

Z poskytnutých dat je vidět, že 38 % baterií je starších více než 8 let.

Z posledních měření sledované kapacity baterií je vidět, že se hodnoty pohybují mezi 48 % až 124 % kapacity baterií.

Graf č. 4: Výsledky měření kapacity sledovaných baterií



Zdroj: Data poskytnutá Servisní organizací

Kapacita vyšší jak 100 % značí, že naměřený čas, kdy BTS běží ze zálohy, je delší, než čas definovaný výrobcem baterie. 90 % baterií má však kapacitu akumulátoru vyšší jak 80 %. Baterie jsou z tohoto pohledu v dobré kondici.

Jak napájecí zdroje tak i baterie spadají v telekomunikačním průmyslu do kategorie spotřební materiál a je možno je nahradit běžně dostupnými zařízeními na trhu. Zároveň je servis tohoto materiálu ošetřen servisní smlouvou.

### 3.2.3.5 Anténní systémy

Ve většině případů jsou použity anténní systémy typu OMNI, dále jsou použity opakovače pro podzemní prostory (metro a tunely) a v případě jedné BTS jsou využity směrové YAGI antény.

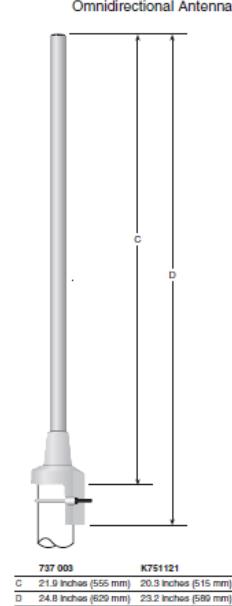
Použité anténní systémy v rámci MRS HMP:

- K737003                    26x     OMNI
- K751121                    15x     OMNI
- K737546                    1x     OMNI
- BA6012                    2x     OMNI
- BD404                      3x     YAGI

Pro příjem signálu GPS je ve všech případech použito anténního systému MOTOROLA RLN-4394B GPS. Životnost anténních systémů OMNI je obecně dlouhodobá, už z principu věci, anténa je oproti směrovým anténám známým z GSM sítí tyčovitá a rozměrově malá (výška cca 60 cm). Tyto antény mají výbornou odolnost proto povětrnostním podmínkám. Životnost je odhadována minimálně na hranici 15 let.

Obr. č. 11: Příklad použité OMNI antény KATHREIN K737003

370-430 MHz Omni antenna with N connector **K737 003**  
406-470 MHz Omni antenna with N connector **K751121**



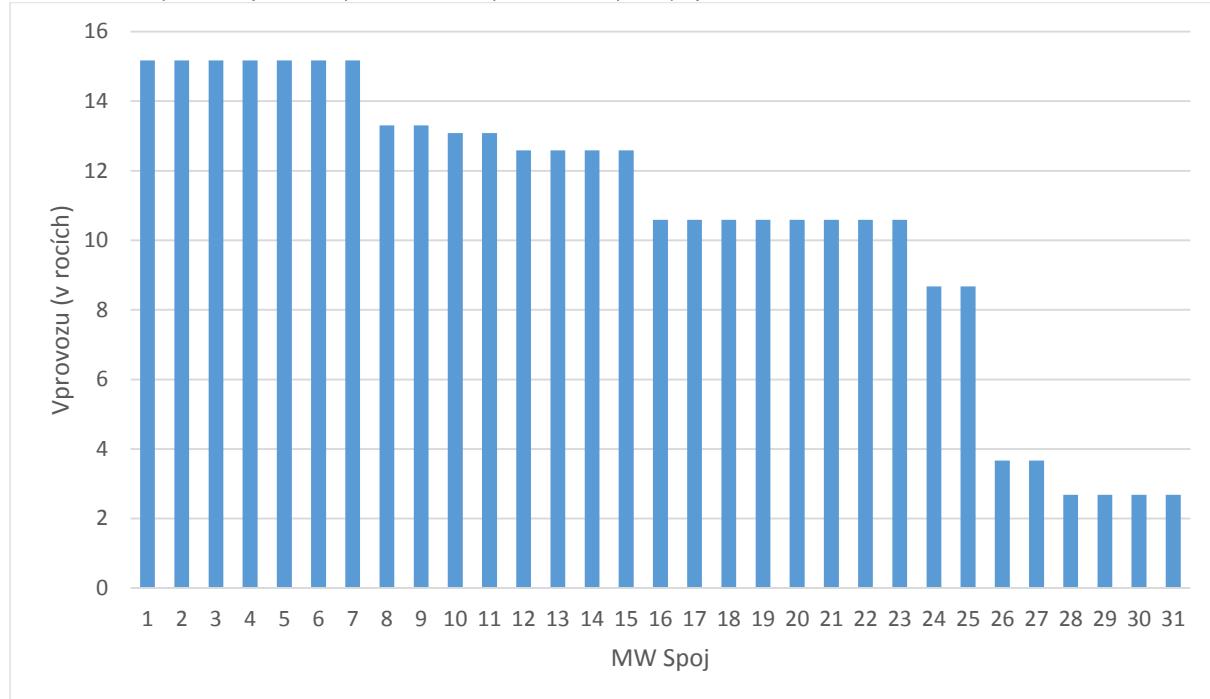
Zdroj: Dokumentace dodavatele anténních systémů KATHREIN

### 3.2.3.6 Přenosová technologie

Komunikační část infrastruktury sítě MRS TETRA (propojení komponent infrastruktury s řídicím centrem MSO) je založena na komunikačních spojích s fyzickým rozhraním typu E1, které je

založeno na časovém multiplexu 32 timeslotů s celkovou přenosovou kapacitou 2 Mbit/s. Mikrovlnné spoje typu Ericsson Minilink jsou vybaveny přímo rozhraním E1 a toto rozhraní je využito pro účely MRS TETRA přímo bez nutnosti konverze.

Graf č. 5: Analýza stáří jednotlivých mikrovlnných směrových spojů



Zdroj: data MHMP

Z poskytnutých dat je patrné, že většina mikrovlnných spojů je starších 10 let a bude nutné je v blízké době renovovat. Servisní smlouva se servisní organizací (SO) na servis sítě TETRA zahrnuje i servis MW spojů.

### 3.2.3.7 Dispečerská pracoviště

Dispečerská konzole poskytuje funkce potřebné pro dispečerské řízení provozu včetně možnosti propojit hovor do veřejné sítě. Dispečerská konzole slouží k vlastní komunikaci po rádiové síti – jak pro fónické hovory všech typů, tak k přenosu textových zpráv. Standardně je vybavena uživatelským rozhraním ELITE. Konzole umožňuje rovněž využití programového rozhraní (API) a integraci s aplikacemi třetích stran jako jsou např. speciální externí aplikace DORIS a AUDIS, zpracované výhradně pro potřeby DP HMP.

Obr. č. 12: Dispečerská konzole



Zdroj: Data MHMP

Dispečerské konzole jsou alokovány následovně:

- Dispečink správy komunikací (TSK)

Počet/typ: 1x standardní pracoviště ELITE

Umístění: Na Bojišti 5, Praha 2 ve 2. patře

- Dispečink Městské policie (MOS MP HMP)

Počet/typ: 1x standardní pracoviště ELITE

Umístění: Korunní 2456, Praha 10. Pracoviště je připojeno vzdáleně přes pronajatý spoj typu E1.

- Dispečink Tramvají (CD DP HMP)

Počet/typ: 1x standardní pracoviště ELITE

4x API integrované pracoviště pro řízení elektrických drah (aplikace DORIS)

Umístění: Na Bojišti 5, Praha 2, v místnosti č. 801 v 8. patře.

- Dispečink Autobusů (CD DP HMP)

Počet/typ: 6x API integrované pracoviště pro řízení autobusů (aplikace AUDIS)

Umístění: Na Bojišti 5, Praha 2, v místnosti č. 807 v 8. patře.

- Dispečink Řízení provozu (CD DP HMP)

Počet/typ: 1x standardní pracoviště ELITE

Umístění: Na Bojišti 5, Praha 2, v místnosti č. 814 v 8. patře

V systému MRS je konzole Vortex MCC 7500 IP DISPATCH CONSOLE instalována v počtu 15 ks. Pouze část těchto konzolí používá standardní grafická uživatelská rozhraní ELITE, ostatní využívají programové rozhraní API propojené na speciální externí aplikace DORIS a AUDIS, výhradně pro potřeby DP HMP (10 ks.). DP HMP obsluhuje majoritní část provozu sítě MRS. Standardní dispečerská pracoviště ELITE je v počtu 1 ks na organizaci.

Na základě připomínek DP HMP, MP HMP, PRE a Správy služeb HMP je požadováno rozšíření počtu dispečerských pracovišť v počtu o dalších 5 (2x DP, 1xMP, 1xPRE, 1xSpráva služeb) z důvodů pořízení zálohy nebo jako první dispečink pro daný subjekt.

### **Dispečerské rozhraní API**

Dispečerské rozhraní API je implementováno v dispečerské konzoli MCC7500. Rozhraní umožnuje vytvořit externí aplikaci, která může využívat veškeré funkcionality konzole MCC7500. Uživatel může vytvořit aplikaci jako alternativu ke standardnímu dispečerskému rozhraní ELITE.

Rozhraní API je založeno na architektuře CORBA. Externí PC přistupuje k MCC7500 protokolem SSL přes DMZ. V systému MRS je toto rozhraní využito k aplikacím CD DP jako AUDIS a DORIS.

#### **3.2.3.8 Dohledová centra (NMT)**

Terminál pro dohled a správu systému NMT je instalován v počtu 3 ks ve verzi HP xw4400 workstation (NMT1, NMT2, NMT3).

Dohledová centra jsou umístěna na třech stanovištích:

- Řídící pracoviště systému, NMT1 – umístěno na adrese CD DP HMP, Na Bojišti 5, Praha 2, místnost 701a. Slouží ke konfiguraci a diagnostice systému. Umožňuje nastavit parametry systému a správu databází, včetně výpisů, záloh a aktualizací. Dále umožňuje dohled na provoz systému, provádí diagnostiku a záznam provozu a poskytuje statistické informace o provozu.
- Vzdálené pracoviště dohledu, NMT2 – umístěno na Operačním středisku krizového štáb (OS KŠ) HMP na adrese Mariánské nám. 2/2, Praha 1. Technologie je umístěna v místnosti č. 410 a v technologickém zázemí IV. patře.

Pracoviště je připojeno k centrální řídící jednotce MRS v objektu CD DP HMP přes mikrovlnný spoj MINI-LINK, umístěný v technologickém zázemí střediska.

- Pracoviště technického dozoru, NMT3 – umístěno na adrese Lužná 4, Praha 6 ve II. patře budovy E. Pracoviště technického dozoru zajišťuje nepřetržitý dohled. Služba

nepřetržitého dohledu zahrnuje i okamžité nahlášení zjištěné závady či poruchy. Počítač je připojen přes pronajatý spoj s rozhraním Ethernet.

Dohledová pracoviště jsou koncipována následovně, NMT1 jako hlavní lokální řídící pracoviště systému, NMT2 jako vzdálené pracoviště dohledu systému a NMT3 pak jako pracoviště technického dozoru zajišťující nepřetržitý dohled 24x7. Počet těchto pracovišť je odpovídající a adekvátní s dostačující redundancí.

NMT je samostatný stolní počítač, umístěný na dohledovém pracovišti, mimo skříň centrálního systému. Zajišťuje práci s databázemi, efektivní řízení provozu, diagnostiku závad, analýzu provozu a vyhodnocení efektivity použitých prostředků.

Obr. č. 13: Terminál řízení sítě NMT-Network Management Terminal



Zdroj: Data MHMP

Monitoring a správa systému je zajištěna nástrojem PRNM Suite, který zahrnuje diagnostické programy jako FullVision a ZoneWatch. Nástroj Private Radios Network Management (PRNM) je určen pro konfiguraci, řízení, reportování a řešení problémů v prostředí SNMP. PRNM subsystém je založen na klient/server modelu. Serverová část aplikace PRNM je provozována na průmyslovém počítači v centrálním řídícím systému MRS. V aplikaci jsou nadefinovány poruchové zprávy (trapy), které jsou automaticky generovány při změně stavu určitého sledovaného komponentu. Zprávy jsou podle závažnosti rozděleny do 6 úrovní: Normal, Indeterminate, Warning, Minor, Major, Critical.

Zprávy, které jsou zařazeny do kategorií Major a Critical, jsou automaticky předávány servisnímu technikovi nepřetržité servisní pohotovosti k šetření. V případě závady, vyžadující okamžitý zásah, technik následně postupuje podle předepsaných postupů.

Funkce monitoringu a správy systému lze rozdělit do následujících oblastí:

- Správa poruch (Fault management)

- Správa konfigurací (Configuration Management)
- Správa statistik (Accounting Management)
- Správa výkonnosti (Performance Management)
- Správa zabezpečení (Security Management)

### Zajištění redundance dohledu

Sledování nejkritičtějších stavů systému, zejména pak stav rádiové sítě, je zajištěno nezávislým systémem čidel a hlásičů GSM.

#### **3.2.3.9 Terminály**

Soupis terminálů používaných v MRS HMP na základě dat poskytnutých SSHMP. Počty jednotlivých typů terminálů jsou pouze indikativní a není možné je plně rekonciliovat na celkový počet jednotlivých radiostanic. Terminály jsme rozdělili dle využití do kategorií kapesní stanice, vozidlové stanice a ostatní stanice.

##### **3.2.3.9.1 Kapesní stanice**

Tyto stanice jsou navrženy tak, aby je mohl jejich uživatel nosit neustále u sebe. Podle typu provedení se dají rozdělit na tzv. manažerské stanice, které jsou svým vzhledem i funkcemi velice podobné běžným mobilním telefonům, a stanice podobné klasickým konvenčním radiostanicím, které jsou určené pro účastníky, pohybující se v terénu a v náročných podmínkách. Je u nich kladen důraz na mechanickou odolnost a jednoduché ovládání.

*Tab. č. 8: Přehled kapesních stanic*

Typ zařízení	Počet zařízení	Ilustrativní obrázek	GPS	Autentizace
MTH300	27		Ne	Ne

MTH500	144		Ne	Ano (po upgradu firmware)
MTH800	27		Ano	Ano
MTP300	10		Ne	Ne
MTP700	615		Ne	Ano (po upgradu firmware)
MTP850	592		Ano	Ano

Zdroj: Podklady od MHMP, SSHMP a výrobců

### 3.2.3.9.2 Vozidlové stanice

Tyto stanice jsou určeny pro užívání ve vozidlech. Kromě vlastní komunikace je také možné je použít pro zvětšení dosahu signálu v režimu přímé komunikace mezi stanicemi nebo jako tzv. vstupní bránu do systému. To znamená, že pokud není uživatel s radiostanicí v dosahu signálu ze základnové stanice, ale je v dosahu signálu z vozidlové radiostanice, může být tato vozidlová stanice použita jako prostředník pro komunikaci systémem.

Tab. č. 9: Přehled vozidlových stanic

Typ zařízení	Počet zařízení	Ilustrativní obrázek	GPS	Autentizace
MTM300	25		Ne	Ne
MTM700	1631		Ne	Ano
MTM800	646		Ano	Ano
MTM800E	31		Ano	Ano
SRG 3900	81		Ano	Není potvrzeno

MTM912M	1		Informace není dostupná	Informace není dostupná
---------	---	---	----------------------------	----------------------------

Zdroj: Podklady od MHMP, SSHMP a výrobců

### 3.2.3.9.3 Ostatní terminály a stanice

V síti jsou používány i další stanice pro speciální užití (ve významném počtu hlavně zařízení AT 100, která zajišťují provoz čidel pro TSK).

Tab. č. 10: Přehled ostatních terminálů a stanic

Typ zařízení	Počet zařízení	Ilustrativní obrázek	GPS	Autentizace
ATOM 100	363	Informace není dostupná	Ne	Ano
CR5000	7	Informace není dostupná	Informace není dostupná	Informace není dostupná
SRC3300	20		Informace není dostupná	Informace není dostupná
Konzole	13	Informace není dostupná	Informace není dostupná	Informace není dostupná

Zdroj: Podklady od MHMP, SSHMP a výrobců

### 3.2.3.9.4 Servisní podpora

Dne 3. 6. 2016 informovala MHMP společnost Motorola Solutions o ukončení podpory následujících modelů:

- MTH500
- MTP700
- MTM700

### **3.2.3.9.5 Shrnutí**

Standardní životnost terminálu je 4 roky, v praxi jsou terminály využívány uživateli sítě po dobu 8 – 10 let, což je akceptovatelné, ale toto stáří by již nemělo být překročeno. Jednotlivé subjekty dlouhodobě indikují potřebu výměny terminálů a tento požadavek podpořilo vyjádření společnosti Motorola o ukončení servisu. Vzhledem k tomu, že náklady na pořízení terminálů nejsou součástí provozu MRS, není s výměnou dlouhodobě plánováno.

## **3.2.4 Validace efektivnosti využití a řízení mikrovlnných tras, správnou konfiguraci řídících prvků a dalšího nastavení sítě**

### **3.2.4.1 Komponenty MRS a přenosové trasy**

Mikrovlnné spoje typu Ericsson Minilink jsou vybaveny přímo rozhraním E1 a toto rozhraní je využito pro účely MRS TETRA přímo bez nutnosti konverze, přičemž tato komunikační technologie zajišťuje dedikovanou přenosovou kapacitu 2 Mbit/s pro každou trasu E1 a konstantní časové parametry na základě konstrukce řešení výrobce Ericsson spojů Minilink. Komunikační části sítě MRS TETRA využívající optické trasy jsou vybaveny moduly pro konverzi metalického rozhraní E1 do optického rozhraní, kdy poskytovatelé optických komunikačních tras garantují přenosovou kapacitu 2 Mbit/s i časové parametry přenosových tras. Dále jsou některé komunikační části sítě MRS TETRA propojeny lokální sítí tj. metalickým případně optickým rozhraním, kde je využita příslušná dedikovaná kabelová trasa od centra MSO k prvku sítě MRS TETRA. Rádiové parametry sítě MRS TETRA jsou nastaveny v souladu s povoleními regulátoru kmitočtového spektra ČTÚ.

Jednou z vlastností TETRA technologie je i nízké využití šíře pásmo – obvykle od 128 to 256 kbps na jednu základnovou stanici. Konkrétně tedy pro nosné se šíří pásmo 25kHz, hlasový kodek 7,2 kbps a 4 nosné frekvence o 4 provozních kanálech TCH a násobeno dvěma pro UL a DL je výsledná šíře pásmo  $7,2 \times 4 \times 4 \times 2 = 230,4$  kbps.

Kapacita E1 linku 2048kbps je tedy plně postačující k pokrytí požadavku na maximální přenosovou rychlosť TETRA BTS. Kapacita by byla dostatečná i v případě rozšíření základnových stanic o externí skříň a tedy ze 4 na 8 nosných frekvencí. Podrobná analýza topologie sítě je pak v kapitole Revize logiky tvorby topologie sítě (rádiová, přenosová, páteřní). Konkrétní konfigurace jednotlivých mikrovlnných tras nebyly v době zpracování této studie předány.

### 3.2.4.2 Alokace a využití IP adres

Systém MRS má alokován privátní rozsah IP adres subnet 10.1.107.0/24. Adresní plán je využit na cca 20 %. Obecně lze navýšovat rozsah interních IP adres dle potřeby a současně rozdělení je tedy vyhovující.

Tab. č. 11: Alokace IP adres

DMZ		
Subnet	Počet adres	Využito [%]
10.1.107.0/24	254	
<b>Služby</b>		
DP elektrické dráhy	11	4,3%
DP autobusy	3	1,2%
TSK	3	1,2%
MP	3	1,2%
MKS	3	1,2%
MRS MSO	3	1,2%
MRS dohled	22	8,7%
Přiděleno celkem	48	18,9%

Zdroj: Podklady od Servisní organizace

### 3.2.4.3 Číslovací plán

Číslovací plán je sestaven následovně:

Identifikační čísla skupin jsou čtyřmístná. Maximální počet skupin je 9999 a bez započtení skupin začínajících nulou je výsledný počet skupin 9000.

Identifikační čísla koncových radiostanic jsou šestimístná. Maximální počet radiostanic je 999999 a bez započtení radiostanic začínajících nulou je výsledný počet koncových zařízení, které můžeme nakonfigurovat do systému 900000.

Tab. č. 12: Číslovací plán skupin a koncových radiostanic

ID skupina start	ID skupina stop	počet skupin	ID radiostanice start	ID radiostanice stop	počet čísel	Organizace/firma
1000	1999	999	100000	199999	99999	Magistrát hl. m. Prahy
2000	2999	999	200000	299999	99999	DP HMP - tramvaje + EDT
3000	3999	999	300000	399999	99999	DP HMP - autobusy
4000	4999	999	400000	499999	99999	Městská Policie
5000	5499	499	500000	549999	49999	Technická správa komunikací hl. m. Prahy
5501	5510	9	550001	550100	99	Záchranná služba h. m. Prahy
6000	6009	9	600000	600499	499	Správa služeb hl. m. Prahy
6010	6999	989	600500	699999	99499	Externí společnosti
7000	8999	1999	700000	899999	199999	Zatím nepřiděleno
9000	9999	999	90000	999999	909999	Testovací účely

Zdroj: data MHMP

Čísla násobně převyšují aktuální potřeby a kapacita číslovacího plánu je tedy dostatečná.

#### **3.2.4.4 Dostupnost sítě a řešení incidentů**

V bodě 4.3. Servisní smlouvy je definováno, jakým způsobem a s jakou četností jsou předávány zprávy o stavu sítě obsahující popis závad, poruch a informace o stavu funkčnosti MRS HMP. Zprávy jsou předávány kvartálně s rozpadem na měsíční sledovaná období.

Zpráva obsahuje

- SEZNAM PROVEDENÝCH ČINNOSTÍ

V této sekci je uveden seznam pravidelně plánovaných činností souvisejících s údržbou MRS HMP, provedené profylaktické prohlídky a seznam servisních zásahů na vadných zařízeních. Servisní zásahy jsou dokumentovány v příloze.

- STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ PROVOZU A ZATÍŽENÍ MRS TETRA

Obsahuje report využití sítě pro hlasové služby. Sledují se využití MRS jednotlivými skupinami a dále pak využití jednotlivých základnových stanic

- DATOVÉ PŘENOSY NA MRS TETRA

Sledován je provoz krátkých textových zpráv (SDS report). Výsledným parametrem je počet zpráv za časovou jednotku pro jednotlivé organizace a aplikace.

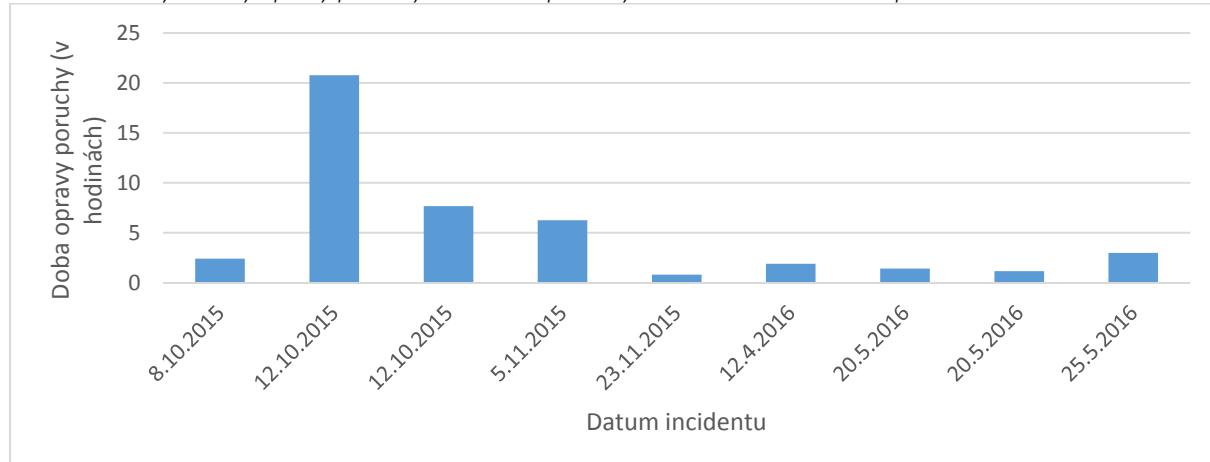
Provoz Paketových dat není využíván, a proto není ani monitorován

- VÁŽNÉ ZÁVADY

Součástí zprávy je i roční kontrolní měření kapacity baterií. Výsledek posledního měření je popsán v kapitole 3.2.1.

Seznam servisních zásahů a doby odstranění poruchy jsou dle poskytnutých dat za poslední tři kvartální období zobrazené v následujícím grafu:

Graf č. 6: Analýza doby opravy poruchy na základě předaných kvartálních revizních zpráv



Zdroj: Kvartální revizní zprávy podávané servisní organizaci

Průměrná doba opravy poruchy (doba od nahlášení do závady do opravy závady) je až na jednu anomálii 3,1 hodin. Nízký počet incidentů a rychlé opravy indukují správné nastavení sítě včetně jejich včasného vyřešení.

### 3.2.4.5 Dostupnost a spolehlivost hlasových a datových služeb

Na obrázku níže je zobrazen hlasový provoz za 1 kalendářní měsíc. Provoz dosahuje hranice 10 tisíc hovorových spojení za den. Výrobce udává při tomto provozu vytížení systému na 15 %. Nastavení jejího dimenzování je tedy odpovídající.

Obr. č. 14: Hlasový provoz za sledovaný měsíc



Zdroj: data MHMP

Na základě statistik provozu sítě MRS TETRA je realizováno průměrně 57 tisíc skupinových hovorů měsíčně. Privátních hovorových relací probíhá přibližně 4 tisíce za měsíc. Dostupnost hlasových služeb v síti MRS TETRA je vynikající, kdy z výše uvedených počtů hovorových spojení byly všechny do jediného sestaveny bez závady.

Z pohledu využití datových služeb je dominantní využití přenosů dat SDS TETRA (Short Data Service). Denně je realizováno v síti MRS TETRA průměrně 2 miliony datových relací. Při vyhodnocení datových přenosů SDS z dostupných zdrojů je spolehlivost přenosu SDS dat na znamenitý úrovni z pohledu zpoždění přenosu a zároveň spolehlivosti doručení zpráv sítí MRS TETRA.

### 3.2.5 Shrnutí evaluace technologie použité v síti

Síť TETRA je v současné době vhodná pro provoz kritické komunikace vzhledem k jejím parametry (rychlé sestavení hovoru, bezpečnost provozu, skupinové hovory, prioritizace

volání, atd.) a umožňuje v úzkém pásmu také datové přenosy formou SDS. Současné nasazení však v rámci MRS nevyužívá všechny dostupné funkcionality. Hlavním nedostatkem je absence bezpečnostních funkcí. Nevyužitá je také technologie TEDS umožňující přenosy většího objemu dat (v rámci předchozí modernizace byla zajištěna kompatibilita s TEDS, ne však již dodávka této technologie pro starší základnové stanice).

Vybavení sítě v současné době odpovídá účelu jejího využití (kritická komunikaci). Většina prvků je redundantní a umožňuje provoz i v případě technologického výpadku. Při zkoumání jednotlivých prvků jsme identifikovali významné procento infrastruktury, která je již zastaralá (základnové stanice, přenosové technologie, pasivní infrastruktura a terminály) a v současné době není plánována její výměna, což může v budoucnosti přinést provozní riziko (i přestože opravy jednotlivých prvků zajišťuje servisní organizace).

### 3.3 Topologie a aktuální využití sítě

#### 3.3.1 Revize logiky tvorby topologie sítě (rádiová, přenosová, páteřní)

Rádiový systém je koncipován jako centralizovaný s hvězdicovou topologií spojovací sítě. Systém je řízen z jednoho centra, umístěného v technologické místnosti DP HMP. Jednotlivé základnové stanice BTS, vzdálená dispečerské pracoviště i vzdálená dohledová centra jsou připojena přímo do řídicího systému jedním nebo více skoky linkové spojovací sítě. I když je systém koncipován primárně jako systém s hvězdicovou topologií, uplatňují se zde i prvky řetězové a kruhové topologie, které umožňují dosáhnout vyšší spolehlivosti a větší efektivity při stavbě topologie sítě.

##### 3.3.1.1 Typy topologie přenosové sítě:

- Hvězdicová topologie – základní způsob.
- Řetězová topologie – představuje úsporu spojů – spoj na blížší ZS může sloužit i pro vzdálenější ZS, v řetězci může být zapojeno maximálně 10 ZS, nelze použít pro připojení dispečinků.
- Kruhová topologie – představuje zvýšení spolehlivosti – poslední ZS v řetězci je připojená dalším spojem zase zpět na centrální systém, v kruhu může být zapojeno maximálně 10 ZS, nelze použít na připojení dispečinků.

Spojení základnových stanic s centrálním řídicím systémem je zajištěno prostřednictvím směrových spojů či optických okruhů, a to jak vlastních, tak pronajatých. Spoje jsou typu E1. Minimální kapacita mikrovlnného směrového spoje je  $2 \times 2$  Mb/s, kapacitu optické konektivity lze dimenzovat po jednotkách E1. Pro připojení jedné základnové stanice je kapacita 1x E1 dostatečná, pokud je však základnová stanice připojena přes mikrovlnný spoj, je použito minimální kapacity 2x E1 link. V případě, že jsou základnové stanice zapojeny/zřetězeny za účelem zakruhování, či se konektivita jedné BTS využívá pro zajištění konektivity navázané BTS, je potřeba mít společnou konektivitu adekvátně navýšenu dle počtu zřetězených BTS. Přenosový systém je v tomto duchu dimenzován.

Síťové rozhraní je řešeno nestrukturovanou E1 podle doporučení ETSI EN 300 418 V1.2.1 a ETSI EN 300 427 V1.2.1. Zpoždění spoje mezi základnovou stanicí a centrálním systémem v hvězdicové topologii je maximálně 10 ms, v řetězové a kruhové topologii pro nejkratší spoj maximálně 14 ms a pro nejdélší maximálně 28 ms. Chybovost spoje BER je maximálně  $1 \times 10^{-6}$ .

### 3.3.1.2 Rozdělení podle typu směrových spojů:

- Microwave link (MW) 16x ve vlastnictví HMP
- Optical(OPT) 6x pronajato od T-mobile, T-Systems
- UTP 1x BTS na střeše tech. řídícího centra „Na Bojišti“

Mikrovlnné spoje jsou typu ERICSSON MINI-LINK s rozhraním E1 a jsou provozovány v pásmech 18, 23, 26 a 38 GHz. Celkem je instalováno 16 těchto směrových spojů, každý o kapacitě 2x 2 Mb/s. Druh vysílání je 3M50F7WET, šířka pásma je 3,5 MHz.

Vnitřní jednotky mikrovlnných spojů MINI-LINK jsou umístěny v technologické místnosti č. 710 ve skříni spojů č. 6 v budově CD DP HMP. Vnější jednotky mikrovlnných spojů jsou umístěny na střeše budovy CD DP HMP.

Mikrovlnné spoje jsou napájeny z elektrického rozvodu -48 V ve skříni spojů č. 6. Rozvod je realizován pomocí napájecího zdroje DPS850-48-6, umístěného v téže skříni. Přívod napájecího zdroje je zálohován pomocí baterií a dále diesel generátoru.

Tab. č. 13: Přehled MW spojů v MRS

ID	Lokalita	Pásma	Vzdálenost	Azimut
A	Na Bojišti – Opatov	26 GHz	8,0 km	132°
B	Na Bojišti – Hovorčovická	26 GHz	6,0 km	11°
C	Na Bojišti – Na Vidouli	23 GHz	5,3 km	253°
D	Na Bojišti – Strahov	23 GHz	2,7 km	279°
E	Na Bojišti – Ládví	23 GHz	7,4 km	21°
F	Na Bojišti – Vítkov	38 GHz	2,2 km	44°
G	Na Bojišti – Zelený pruh	23 GHz	4,0 km	184°
H	Na Bojišti – OSKŠ	18 GHz	1,6 km	333°
I	Na Bojišti – Bohnice (Řeš.)	26 GHz	6,5 km	348°
J	Opatov – Zahr. Město	26 GHz	3,5 km	353°
K	Spalovna Malešice – Klíčov	23 GHz	4,9 km	334°
L	Shiran Tower – Řepy	23 GHz	4,0 km	224°
M	Ládví – Úvaly	18 GHz	17,8 km	113°
N	Opatov – Říčany	18 GHz	10,5 km	103°
P	Spalovna M. – Počernice	23 GHz	5,5 km	49°
R	Na Vidouli – Slivenec	23 GHz	5,1 km	201°

Zdroj: data MHMP

Níže je uveden seznam pronajatých spojů od servisních organizací. Na posledních dvou řádcích jsou pak spoje pro připojení dohledových center.

Tab. č. 14: Přehled pronajatých spojů v MRS

ID	spoj	účel spoje	typ	capacity
DP04-KOR02-30N1	Na Bojišti – Korunní	BTS	OPT	1xE1
DP04-KUT01-30N3	Na Bojišti – Hotel Dum	BTS	OPT	1xE1
DP04-ARTM02-30N4	Na Bojišti – Shiran Tower	BTS	OPT	2xE1
DP04-PRUM01-30N4	Na Bojišti – Spalovna Malešice	BTS	OPT	3xE1
T-MOBILE	Na Bojišti – Jelení	BTS	OPT	1xE1
Optický kabel	Na Bojišti – Metro (připojení v rámci budovy CD DP HMP)	METRO	OPT	4xE1
Metalický kabel	Na Bojišti (lokální připojení v místnosti č. 710 CD DP HMP)	BTS	UTP	1xE1
PRAGONET	Na Bojišti – VEGACOM (Pracoviště technického dozoru, NMT3)	NMT3	ETH	
PRAGONET	OSKŠ – COS MP Korunní (Dispečerské pracoviště MP)	NMT2	MW	2xE1

Zdroj: data MHMP

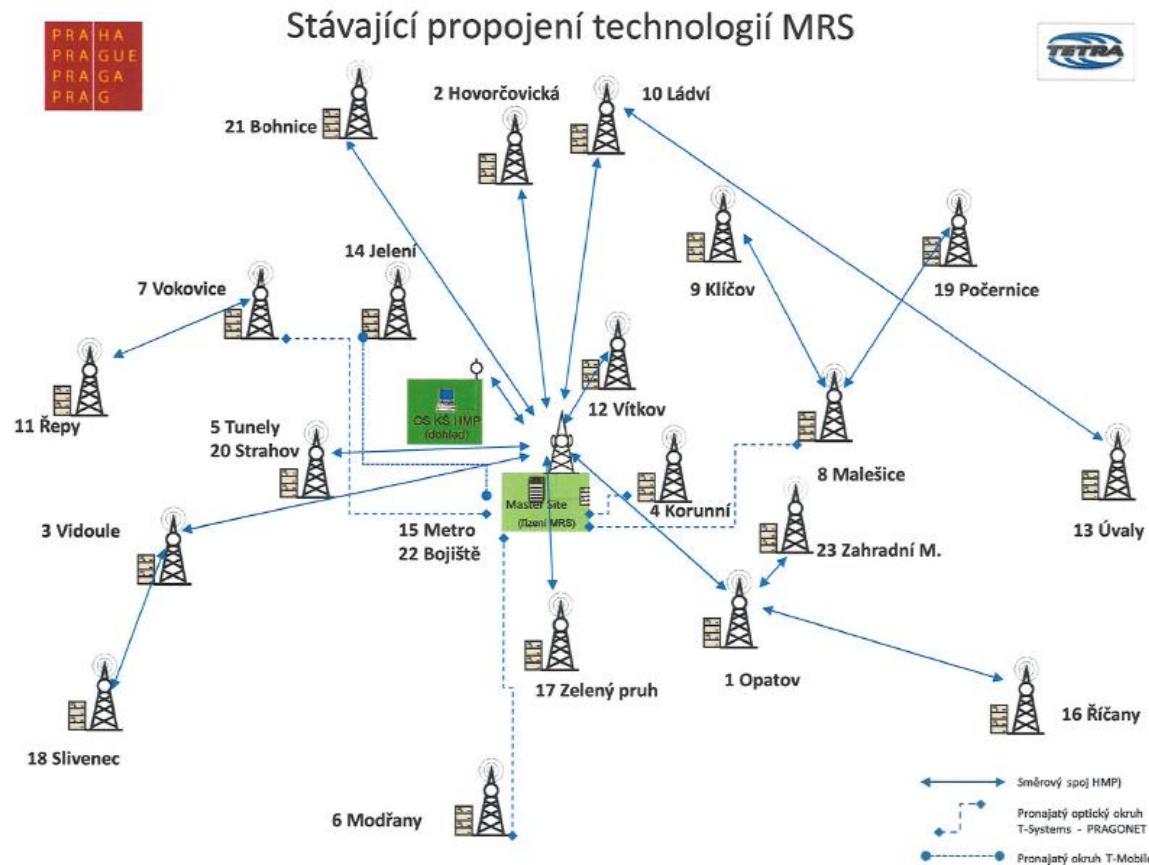
### 3.3.1.3 Rozdělení podle kapacity konektivity:

- 1xE1 4x typu OPT
- 2xE1 16x typu MW
- 3xE1 1x typu MW
- 4xE1 2x typu MW a OPT

### 3.3.1.4 Topologie základnových stanic

Na následujícím obrázku je zobrazeno aktuální rozmístění základnových stanic.

Obr. č. 15: Rozmístění TBS a jejich napojení na Centrální řídící centrum



Zdroj: data MHMP

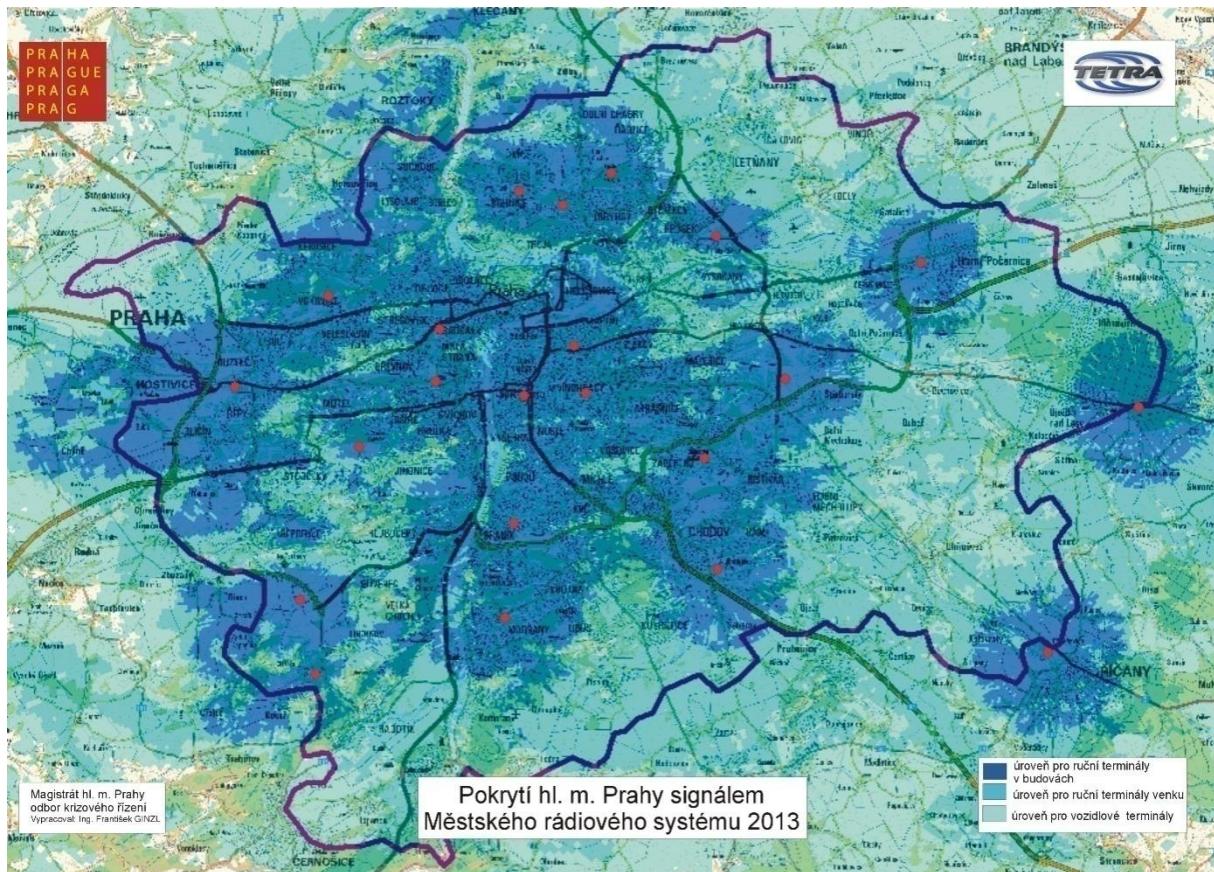
Pro MW spoje ve vlastnictví HMP je níže v grafu zobrazena doba směrových spojů v provozu. 75 % směrových spojů je v provozu již déle než 10 let.

Přenosová síť je koncipována primárně jako systém s hvězdicovou topologií. To odpovídá síti menšího regionálního rozsahu, což oblast Prahy a okolí v porovnání s republikovým pokrytím je. Nicméně i zde s postupnou modernizací a zvyšujícím se rozsahem pokrytí vznikla potřeba připojovat některé BTS zřetězeně. Za účelem zajištění spolehlivosti systému i v případě výpadku těchto zřetězených větví systému MRS je navržena modernizace ve smyslu zakruhování těchto větví, tak aby v případě přerušení větve byla zajištěna konektivita po zbývající části kruhu.

### 3.3.1.5 Oblast pokrytí signálem

Oblast pokrytí signálem koresponduje s rozmístěním základnových stanic na území hlavního města Prahy a v jeho blízkém okolí. Tmavá barva vyznačuje úroveň dostačující pro ruční terminály, světlejší odstíny pak určují úroveň dostačující k provozu vozidlových terminálů.

Obr. č. 16: Aktuální pokrytí sítě MRS HMP signálem



Zdroj: data MHMP

Jak již bylo uvedeno v úvodu analýzy, současné pokrytí systémů není dostatečné hlavně v okrajových částech Prahy – viz doložené připomínky uživatelů, zejména pak MP HMP a DP HMP. Slabé pokrytí je kromě počtu základnových stanic způsobeno také technologickými specifiky TETRA.

### 3.3.2 Rozbor výkonových parametrů sítě

#### 3.3.2.1 Maximální kapacita systému z pohledu uživatelů

Při 59 duplexních kmitočtech a 4 komunikačních kanálech je celkový počet komunikačních kanálů  $59 \times 4 = 236$ . Na každé základnové stanici je vyhrazen 1 kanál pro signalizaci, případně přenos krátkých textových zpráv (SDS). Dále je na každé základnové stanici vyhrazen 1 kanál pro přenos paketových dat. K dispozici je tedy  $236 - (2 \times 23) = 190$  komunikačních kanálů.

Při udávaném maximálním počtu 50 koncových zařízení na 1 komunikační kanál je tedy (za předpokladu rovnoměrného využívání základnových stanic v síti) celkový počet koncových zařízení  $190 \times 50 = 9500$  uživatelů.

Teoretická maximální kapacita by tedy šla stanovit jako 9500 uživatelů a zdálo by se, že systém je z tohoto pohledu dimenzován dostatečně. Nicméně, toto je pouze teoretická hodnota za předpokladu rovnoměrného využití sítě, což, jak je vidět v následující kapitole, není reálné.

### 3.3.2.2 Vytížení základnových stanic a vyhodnocení provozu

Z pohledu vytížení systému se pro jednotlivé základnové stanice sledují následující parametry:

- $\bar{\Omega}_{\text{Tgs/TS}}$  průměrný počet skupin na jeden komunikační kanál
- $\bar{\Omega}_{\text{Radios/TS}}$  průměrný počet uživatelů na jeden komunikační kanál

Pro rádiový standard TETRA je udáván maximální počet 50 koncových zařízení na 1 komunikační kanál. Z přiložených dat posledního měření vytížení site-ů je vidět, že maximální naměřená data se pohybují kolem hodnoty 22 koncových zařízení na jeden komunikační kanál. Kapacita jednotlivých BTS je z tohoto pohledu dostatečná.

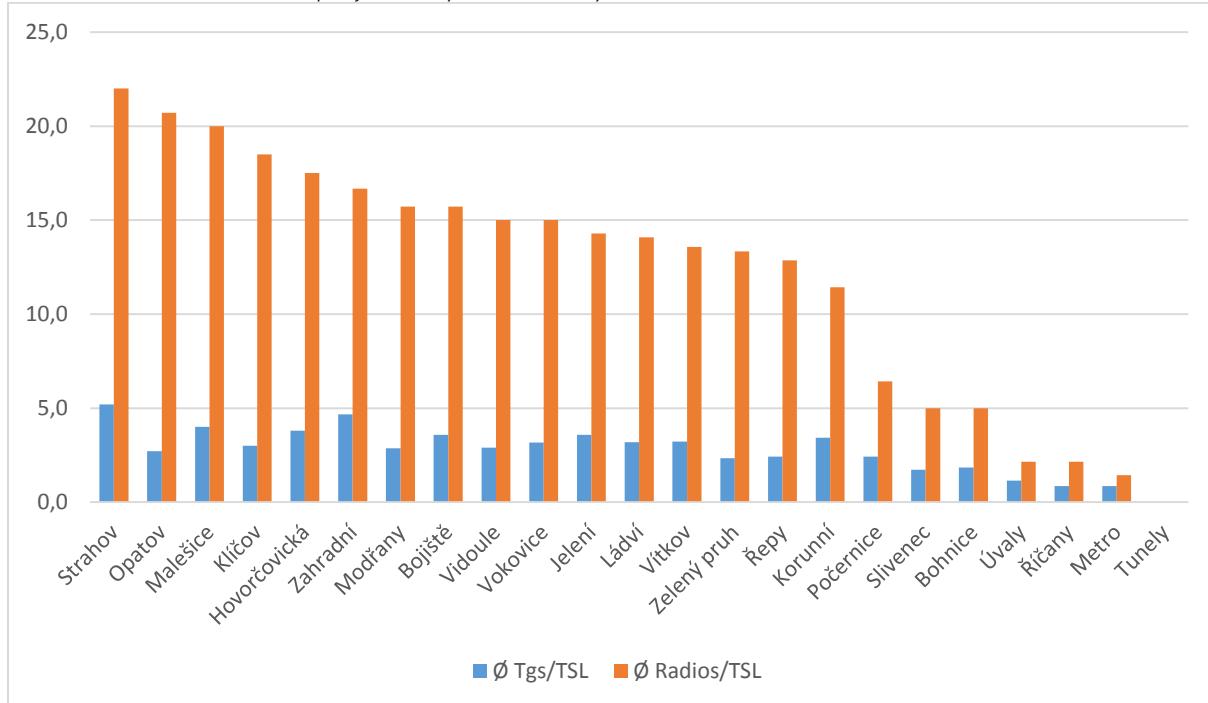
Tab. č. 15: Vytížení základnových stanic - utilizace

BTS ID	Název lokality	Technologie/ Typ BTS	TS	Tgs	Radios	$\bar{\Omega}_{\text{Tgs/TS}}$	$\bar{\Omega}_{\text{Radios/TS}}$
Z083R	Zahradní	MTS2	6	28	100	<b>4,7</b>	<b>16,7</b>
Z015R	Bojiště	MTS4	14	50	220	<b>3,6</b>	<b>15,7</b>
Z089R	Bohnice	MTS2	6	11	30	<b>1,8</b>	<b>5,0</b>
Z005R	Strahov	MTS4	10	52	220	<b>5,2</b>	<b>22,0</b>
Z019R	Počernice	EBTS	7	17	45	<b>2,4</b>	<b>6,4</b>
Z018R	Slivenec	EBTS	7	12	35	<b>1,7</b>	<b>5,0</b>
Z017R	Zelený pruh	EBTS	11	35	200	<b>3,2</b>	<b>18,2</b>
Z016R	Říčany	EBTS	3	6	15	<b>2,0</b>	<b>5,0</b>
Z022R	Metro	EBTS	7	6	10	<b>0,9</b>	<b>1,4</b>
Z014R	Jelení	EBTS	7	25	100	<b>3,6</b>	<b>14,3</b>
Z013R	Úvaly	EBTS	3	8	15	<b>2,7</b>	<b>5,0</b>
Z012R	Vítkov	MTS4	10	45	190	<b>4,5</b>	<b>19,0</b>
Z011R	Řepy	EBTS	7	17	90	<b>2,4</b>	<b>12,9</b>
Z010R	Ládví	EBTS	11	35	155	<b>3,2</b>	<b>14,1</b>
Z009R	Klínovice	MTS4	10	30	185	<b>3,0</b>	<b>18,5</b>
Z008R	Malešice	MTS4	10	40	200	<b>4,0</b>	<b>20,0</b>
Z007R	Vokovice	MTS4	6	19	90	<b>3,2</b>	<b>15,0</b>
Z006R	Modřany	EBTS	7	20	110	<b>2,9</b>	<b>15,7</b>
Z021R	Tunely	EBTS	7	0	0	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Z004R	Korunní	MTS4	10	48	160	<b>4,8</b>	<b>16,0</b>
Z003R	Vidoule	MTS4	10	29	150	<b>2,9</b>	<b>15,0</b>
Z002R	Hovorčovická	MTS4	10	38	175	<b>3,8</b>	<b>17,5</b>
Z001R	Opatov	MTS4	14	38	290	<b>2,7</b>	<b>20,7</b>

Zdroj: data MHMP

Aktuální celkový počet uživatelů MRS systému je 4700. Z tohoto pohledu je kapacita systému 9500 koncových zařízení dostatečná, nicméně je samozřejmě potřeba vzít v potaz rozložení provozu na jednotlivých BTS, což nám ukazuje následující obrázek.

Graf č. 7: Počet uživatelů/skupin jednotlivých základnových stanic

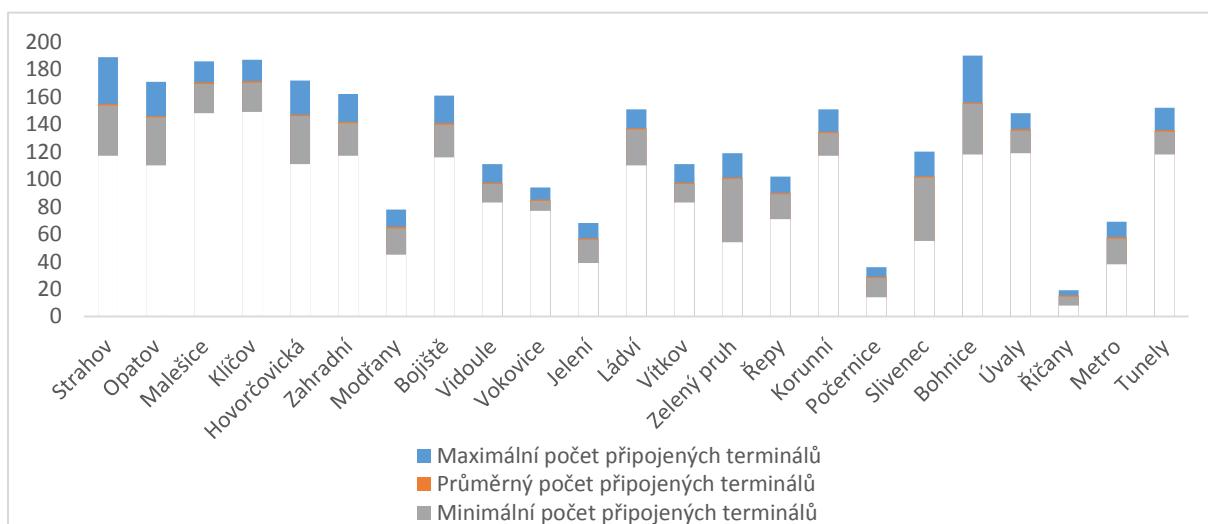


Zdroj: data poskytnutá Servisní organizací

Je vidět, že systém je teoreticky poměrně dobře dimenzován a vytížení sítě je až na výjimečné lokality téměř rovnoměrné.

Na základě vzorku poskytnutých dat byla provedena analýza reálného vytížení jednotlivých základnových stanic. Graf č. 8 zobrazuje odchylky od průměrného denního vytížení lokalit ve sledovaném měsíci. V lokalitách Strahov, Zelený pruh, Slivenec a Bohnice dochází k velkým výkyvům vytížení základnových stanic, zatímco lokalit Vidoule, Vokovice a Vítkov prokazovaly nejmenší výkyvy. Základnové stanice v ostatních lokalitách mají relativně stabilní zatížení.

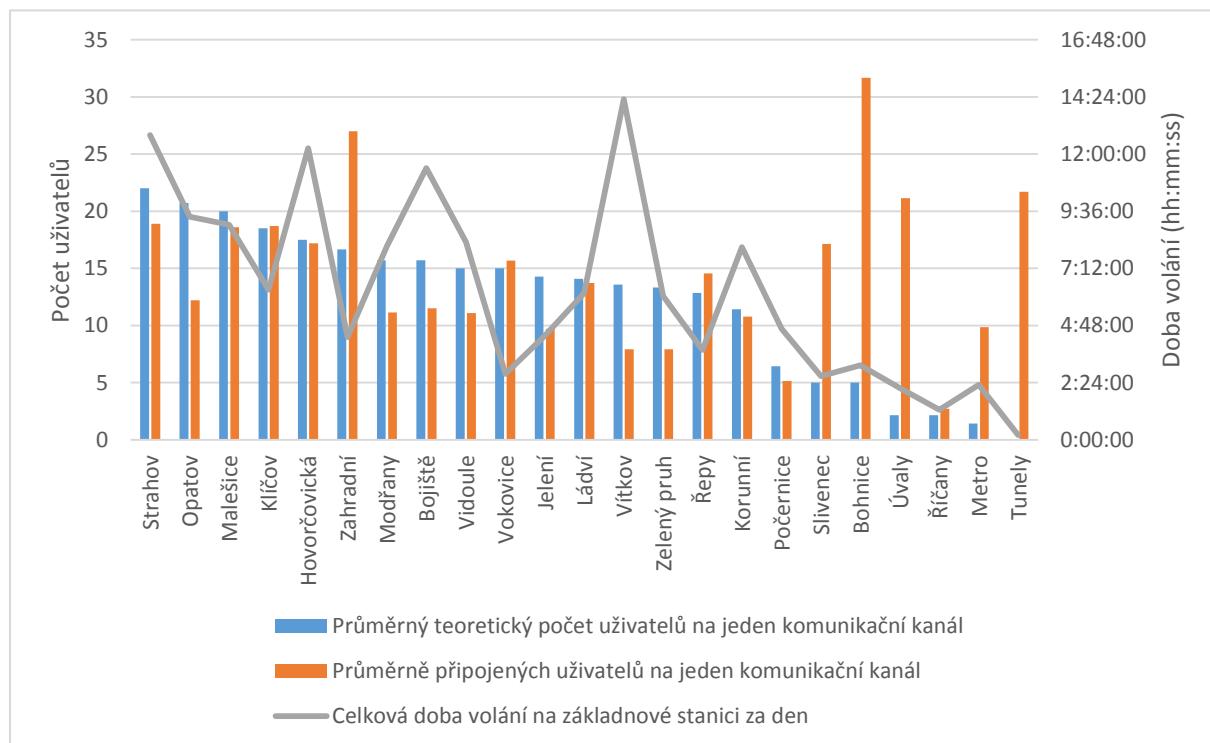
Graf č. 8: Maximální a minimální počet uživatelů/skupin jednotlivých základnových stanic (využití rádií)



Zdroj: data poskytnutá Servisní organizací

Pokud poté využijeme získaná data pro výpočet reálného zatížení jednotlivých základnových stanic, tak můžeme pozorovat, že některé základnové stanice překračují teoretické hodnoty a je na nich více připojených stanic. Pro komplexnější interpretaci dat jsme do grafu níže zároveň vložili celkovou dobu volání realizovanou na daných stanicích, která ukazuje, že u většiny lokalit je sice větší počet připojených uživatelů, ale významně menší doba realizovaného volání (např. u tunelů je připojené velké množství uživatelů, ale služby MRS v podstatě nevyužívají). Hodnoty v žádném případě nedosahují indikovaného limitu technologie TETRA. Potenciální nesoulad však může indikovat případnou chybu v nastavení, kterou je nutné ověřit.

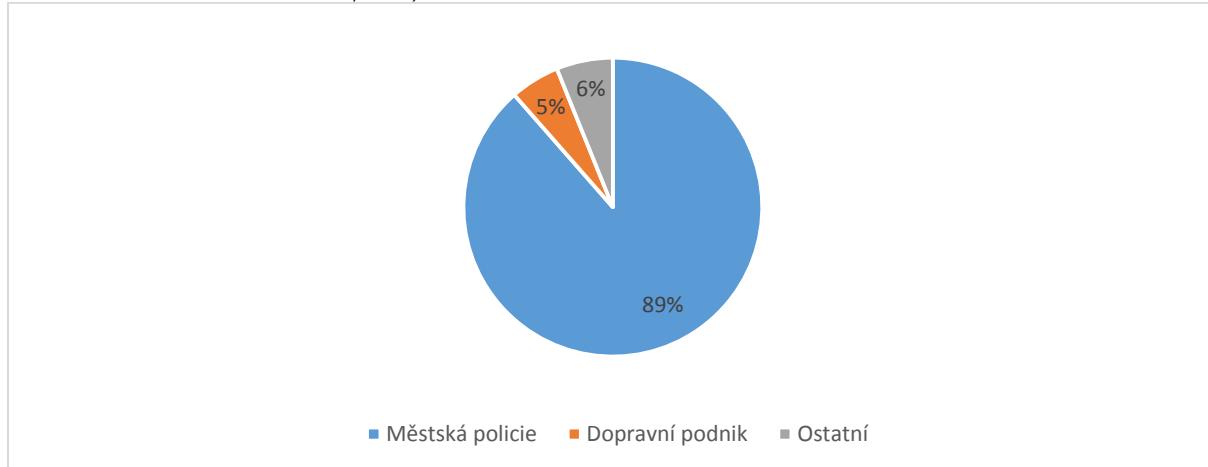
Graf č. 9: Reálný počet uživatelů/skupin jednotlivých základnových stanic



Zdroj: data poskytnutá Servisní organizací

Z následujícího grafu je patrné, že skupinové hovory jsou nejvíce využívány uživateli MPHMP, která ve sledovaném uskutečnila více než 200 000 spojení v hovorových skupinách z celkového počtu cca 220 000 hovorů. Druhý nejvýznamnější uživatel sítě (co do počtu terminálů), dopravní podnik, uskutečňuje pouze 5 % z celkového počtu skupinových hovorů. Pro účely dopravního podniku jsou nejčastěji využívány služby individuálních hovorů pro komunikaci řidičů s dispečery.

Graf č. 10: Podíl uživatelů na skupinových hovorech



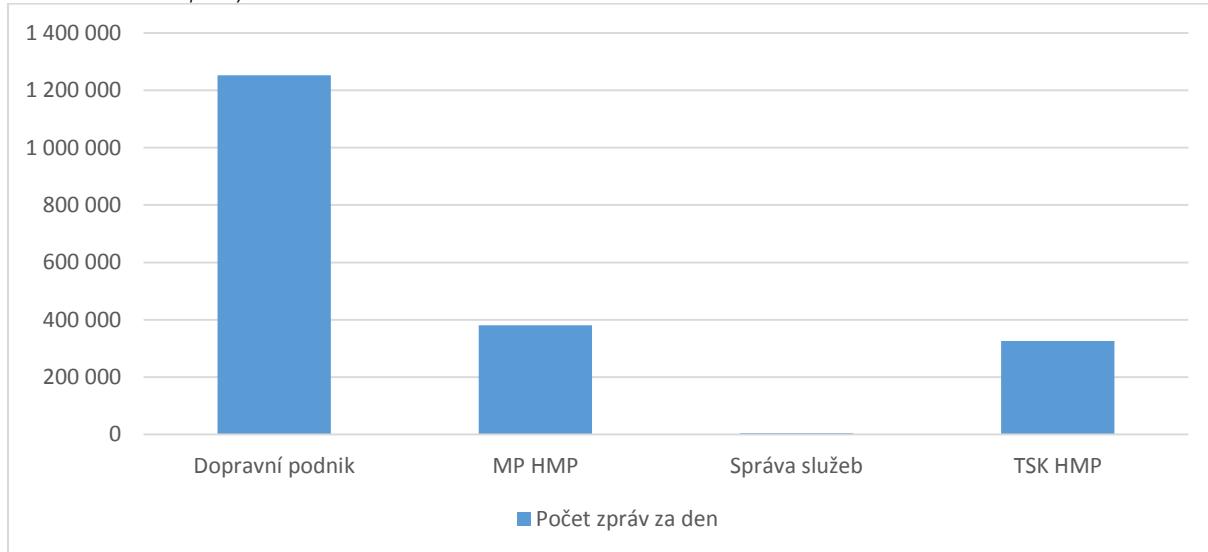
Zdroj: data poskytnutá Servisní organizací

### 3.3.2.3 Vytížení systému SDS službou

Z reportovaných událostí je vidět, že jedním z hlavních parametrů, které je třeba sledovat je využití systému pro SDS zprávy.

V systému jako takovém je uskutečňováno denně cca 10 tisíc hovorových spojení (zejména pro účely MP HMP) nicméně největší provozní zatížení představují krátké textové zprávy SDS jichž se uskuteční, jak je vidět z reportu SDS zpráv za posledních 46 dní, cca 2 mil. denně. Jedná se o zprávy pro sledování polohy vozidel. Z 80 % celkového počtu SDS zpráv se na tomto provozu podílí povrchová MHD doprava, kde se monitorují průjezdy autobusů a tramvají.

Graf č. 11: SDS zprávy v síti MRS



Zdroj: data MHMP

Pro systém TETRA Release 2 (TEDS) je udávána až 8x vyšší propustnost pro SDS zprávy.

Upgradem systému by tedy byla zajištěna dostatečná kapacita pro zasílání SDS zpráv a tím by bylo zaručeno doručování SDS zpráv bez eventuálního zpoždění. Rozložení zatížení SDS

provozu by bylo řešeno i navrhovaným navýšením počtu základnových stanic, mezi které by se provoz rozdělil.

#### **3.3.2.4 Vytížení přenosových linek**

Přesné údaje o přenesených datech bohužel nejsou SO sledovány, takže nemohly být analyzovány. Jak už ale bylo zmíněno výše, pro připojení jedné základnové stanice je kapacita 1x E1 dostatečná, pokud je však základnová stanice připojena přes mikrovlnný spoj, je použito minimální kapacity 2x E1 link.

### **3.3.3 Silné a slabé stránky topologie sítě**

Topologie sítě odpovídá jejímu aktuálnímu využití. Jediným potenciálním nedostatkem může být hvězdicová topologie, ve které se některé ze základnových stanic řetězí v agregační vrstvě. Zde pak může výpadek jedné lokality znamenat větší celkový výpadek sítě. Použité linky E1 jsou již v současném kontextu velmi pomalé, ale technologie TETRA vyšší kapacitu nevyžaduje. Z pohledu pokrytí byly již několikrát indikovány problémy, které současná mapa pokrytí potvrzuje. Vytížení sítě je významně pod udávaným limitem technologie TETRA.

*Tab. č. 16: Silné a slabé stránky z pohledu topologie sítě*

Silné stránky:	Slabé stránky:
Vlastní provoz většiny přenosových linek	Využití zastaralé technologie E1
Efektivní využití přenosových kapacit plně dostačuje potřebám rádiové sítě	Hvězdicová topologie s řetězením některých základnových stanic
Rezervy v kapacitě sítě při využití dostupného spektra	Nedostatečné pokrytí rádiové sítě

*Zdroj: analýza KPMG*

## 3.4 Poptávka po službách, rychlosti, kapacitě, atd.

Poptávka po službách je zkoumána jak na základě dotazníkového šetření provedeného mezi hlavními uživateli MRS, tak z vývoje tržeb, které indikují význam jednotlivých služeb pro tyto subjekty. Dvojí pohled tak umožňuje přesnější stanovení stávající poptávky po službách.

### 3.4.1 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření mezi uživateli systému MRS se zaměřovalo na hodnocení spokojenosti, stejně tak na hodnocení využití služeb. Uživatelé systému se zároveň účastnili workshopu, na kterém se mohli vyjádřit k odevzdaným dotazníkům a současnemu provozu MRS. Některí uživatelé byly zároveň KPMG kontaktováni později pro upřesnění poskytnutých dat.

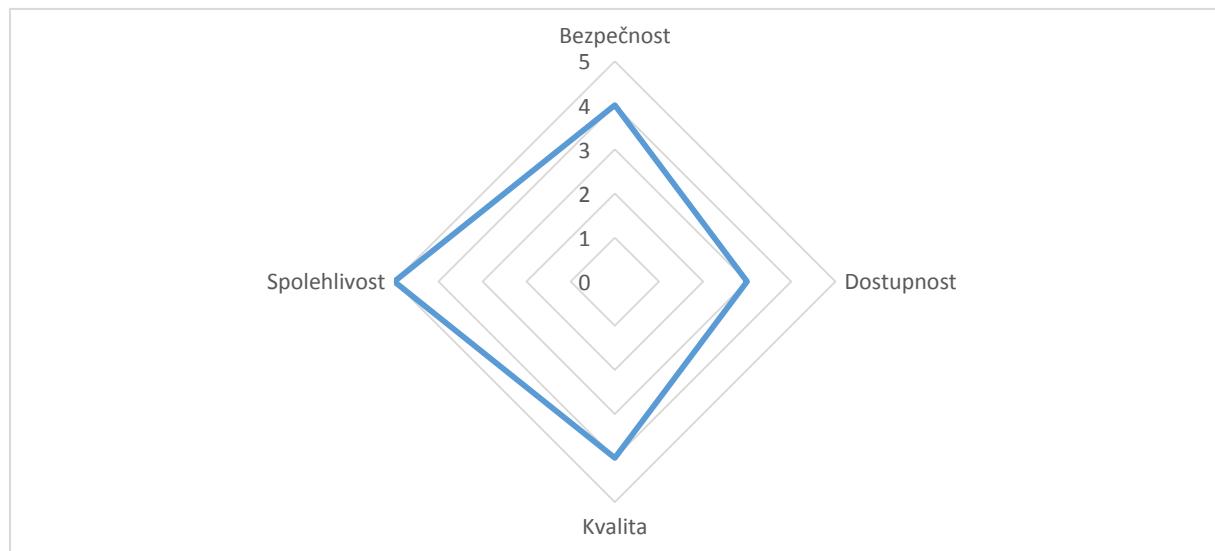
#### 3.4.1.1 Hodnocení spokojenosti

Hodnocení spokojenosti bylo prováděno na kritériích kvality (srozumitelnosti hovoru), dostupnosti (pokrytí), spolehlivosti (výpadky) a bezpečnosti služeb.

##### 3.4.1.1.1 Dopravní podnik hlavního města Prahy, a. s. – autobusy

Na Graf č. 12 lze pozorovat celkovou spokojenosť se všemi aspekty dotazníkového šetření na poskytované datové služby. Respondent, v tomto případě Dopravní podnik hlavního města Prahy, a. s. – autobusy, pak tvrdí, že datové služby disponují funkčním datovým obousměrným přenosem, kladně hodnotí minimální výpadky a dále pak rychlou a spolehlivou servisní činnost s minimálním narušením uživatele.

Graf č. 12: Spokojenosť s parametry datových služeb - Dopravní podnik hlavního města Prahy, a. s. - autobusy

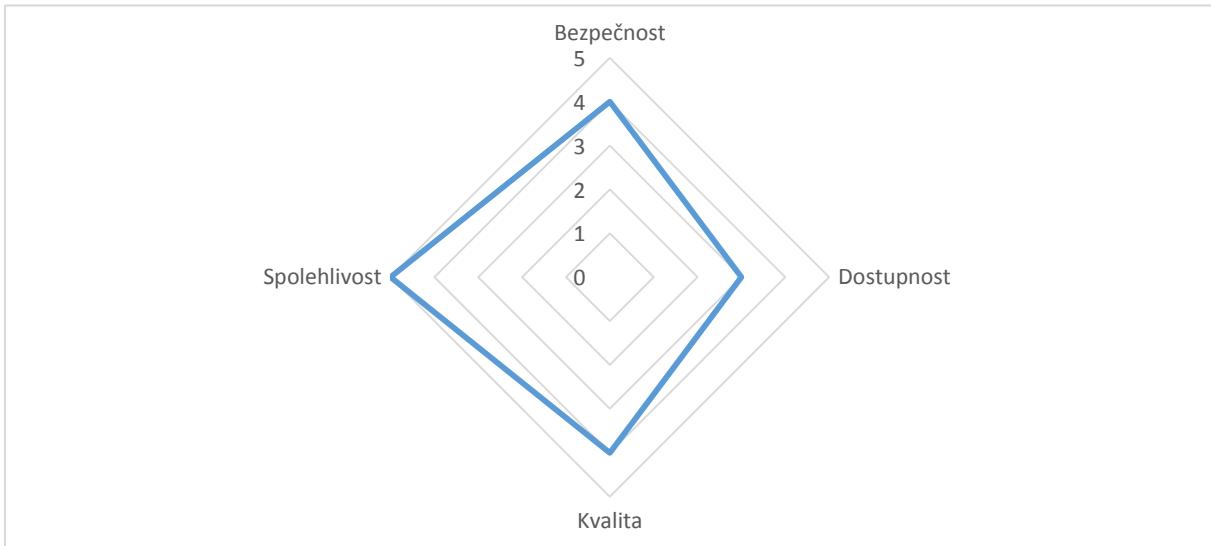


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

Na Graf č. 13 lze pozorovat celkovou spokojenosť se všemi aspekty dotazníkového šetření na poskytované hlasové služby. Respondent tvrdí, že hlasové služby jsou velmi spolehlivé, se

širokým pokrytím služeb, minimálními výpadky a jsou rovněž výrazně bezpečnější, než systém předchozí.

Graf č. 13: Spokojenost s parametry hlasových služeb - Dopravní podnik hlavního města Prahy, a. s. - autobusy

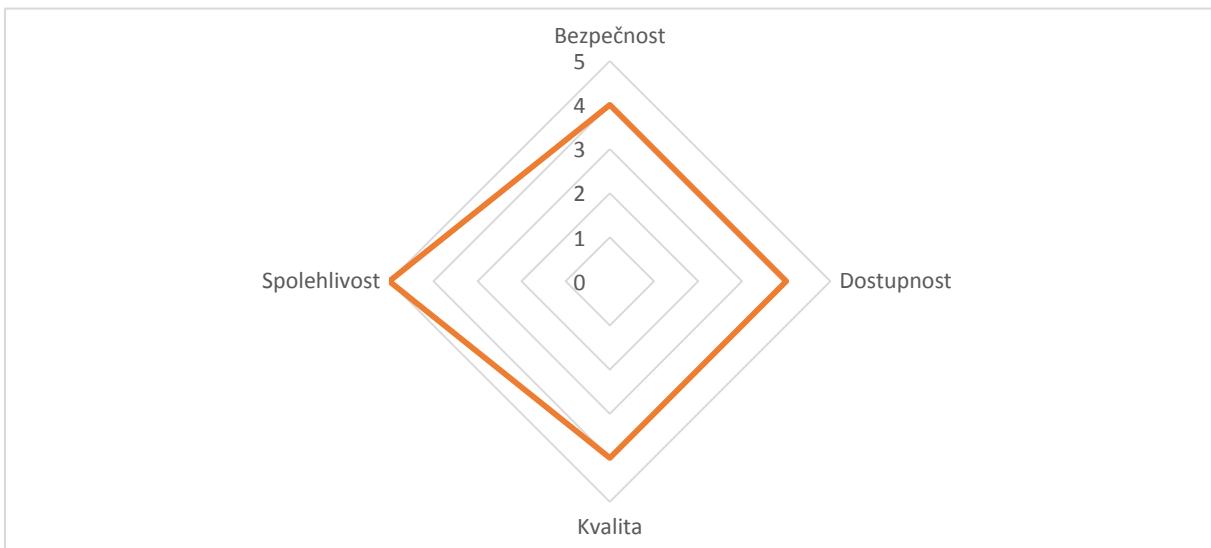


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

#### 3.4.1.1.2 Dopravní podnik hlavního města Prahy, a. s. – tramvaje

Z Graf č. 14 lze vyčíst, že respondent hodnotí všechny šetřené aspekty, a to bezpečnost, spolehlivost, dostupnost a kvalitu v podstatě zcela kladně. Datové služby z pohledu kvality hodnotí jako spolehlivé, se širokým pokrytím a minimálními výpadky.

Graf č. 14: Spokojenost s parametry datových služeb - Dopravní podnik hlavního města Prahy, a. s. - tramvaje

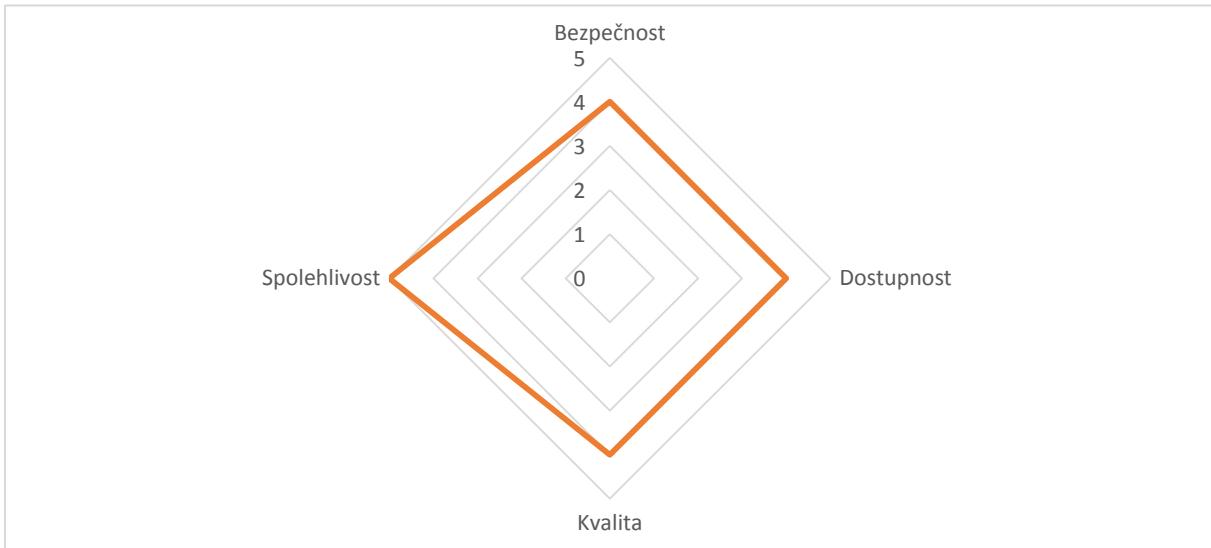


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

Graf č. 15 zobrazuje celkovou spokojenosť respondenta bez většího propadu v hodnocení hlasových služeb. Z grafu je viditelná jednoznačná spokojenosť se spolehlivostí a hodnotí jej

tak díky minimálním výpadkům a spolehlivé servisní činnosti. Jako klad je hodnocena i dostupnost, kde respondent je nadmíru spokojen s pokrytím.

Graf č. 15: Spokojenosť s parametrami hlasových služieb - Dopravní podnik hlavního města Prahy, a. s. - tramvaje

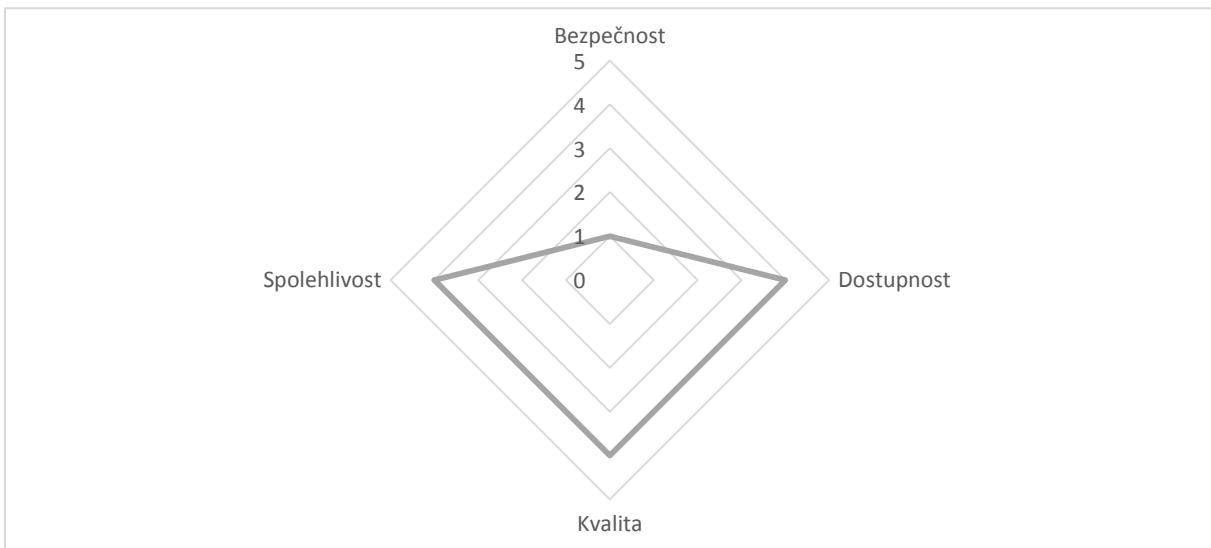


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

#### 3.4.1.1.3 Městská policie hlavního města Prahy

Z Graf č. 16 lze jednoznačně říci, že respondent, v tomto případě Městská policie hlavního města Prahy, je celkově spokojen se spolehlivosí, kterou hodnotí kladně, dále je hodnocena kladně i kvalita služeb, která je vyhovující a není ovlivněna příjemem signálu. Respondent však hodnotí záporně bezpečnost poskytovaných služeb a uvádí, že radioprovoz lze narušit cizími subjekty, a hodnotí tak bezpečnost služeb jako nevyhovující.

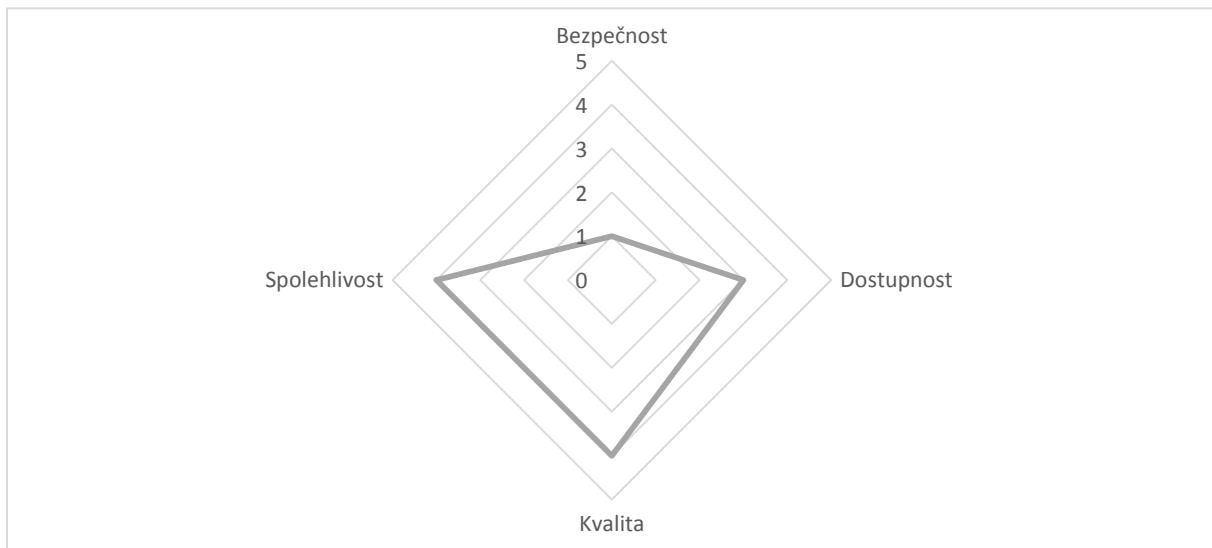
Graf č. 16: Spokojenosť s parametrami datových služieb - Městská policie hlavního města Prahy



Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

Na Graf č. 17 můžeme pozorovat obdobné hodnoty, jako u předchozího grafu hodnotícího spokojenost s datovými službami. Respondent je celkově spokojen se spolehlivostí, kterou hodnotí kladně, dále je hodnocena kladně i kvalita služeb, která je vyhovující a není ovlivněna příjmem signálu. Respondent však hodnotí záporně bezpečnost poskytovaných služeb a uvádí, že radioprovoz lze narušit cizími subjekty a hodnotí tak bezpečnost služeb jako nevyhovující. Dostupnost pokrytí služeb není rovněž hodnocena zcela nejlépe. Respondent argumentuje nedostatečným pokrytím v okrajových částech Prahy, nicméně výpadky zásadně neovlivňují fungování organizace.

Graf č. 17: Spokojenost s parametry hlasových služeb - Městská policie hlavního města Prahy

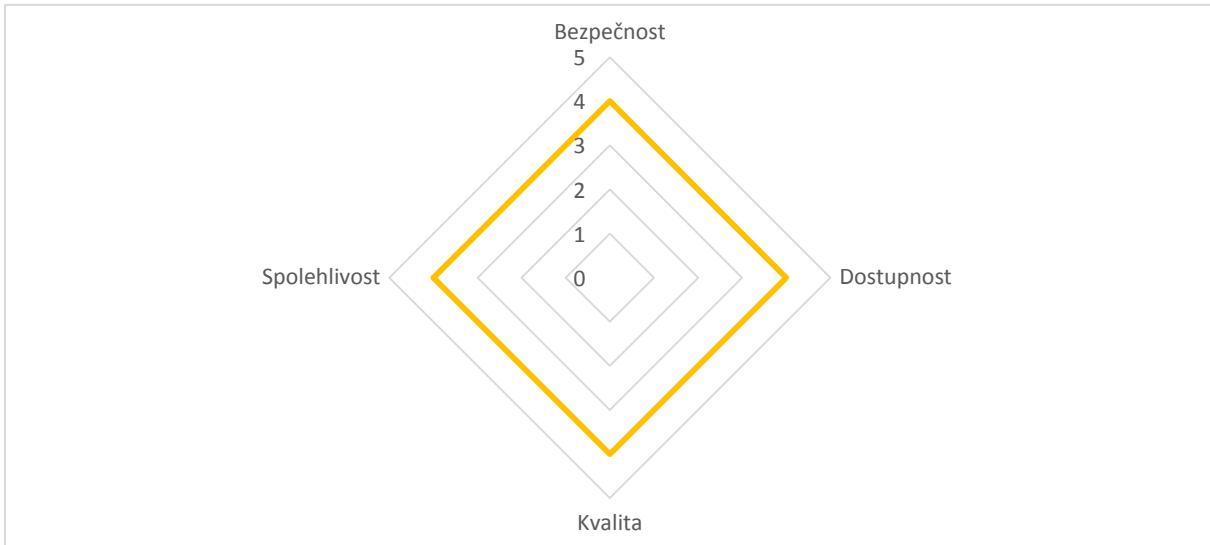


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

#### 3.4.1.1.4 Správa služeb hlavního města Prahy

Z Graf č. 18 lze jednoznačně říci, že respondent, v tomto případě Správa služeb hlavního města Prahy, je celkově spokojen se všemi body dotazování. Hodnotí kladně spolehlivost, pokrytí a systém je vnímán jako bezpečný, u kterého je však absence autentifikace.

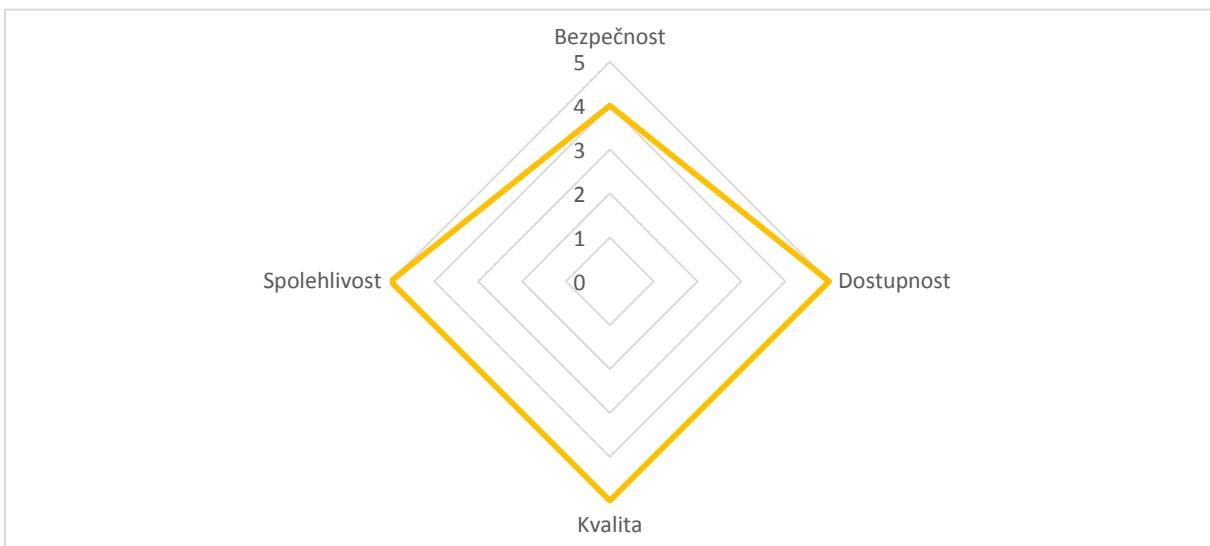
Graf č. 18: Spokojenosť s parametry datových služieb - Správa služieb hlavného mesta Prahy



Zdroj: dotazníkové šetrení mezi uživateli MRS

Z Graf č. 19 lze jednoznačně říci, že respondent je celkově spokojen se všemi body dotazování. Hodnotí kladně spolehlivosť, pokrytí a systém je vnímán jako bezpečný, u kterého je však absence autentifikace.

Graf č. 19: Spokojenosť s parametry hlasových služieb - Správa služieb hlavného mesta Prahy

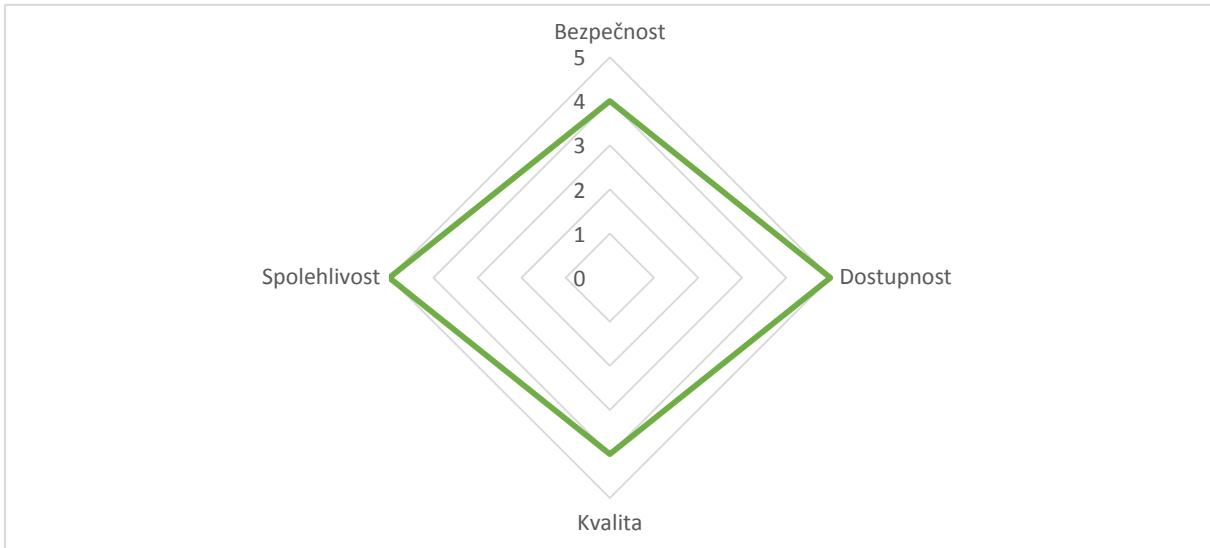


Zdroj: dotazníkové šetrení mezi uživateli MRS

#### 3.4.1.1.5 Technická správa komunikácií hlavného mesta Prahy

Graf č. 20 zobrazuje, že respondent, v tomto prípadе Technická správa komunikácií hlavného mesta Prahy, je spokojen a nemá výhrady. Jako pozitívum uvádí dostatečnou datovou kapacitu datových prenosov.

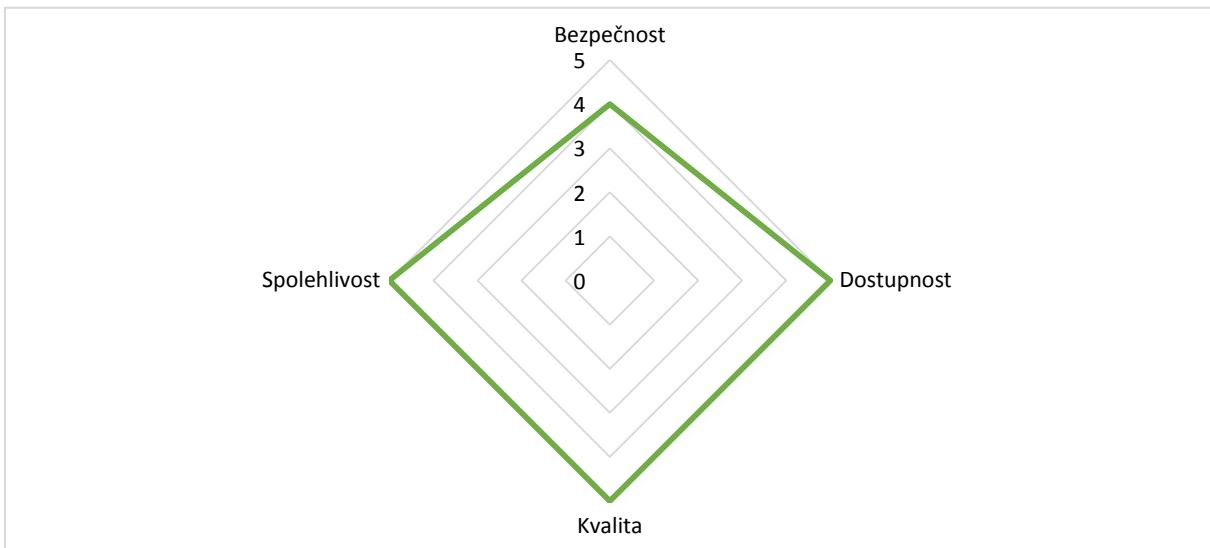
Graf č. 20: Spokojenosť s parametry datových služieb - Technická správa komunikácií hlavného mesta Prahy



Zdroj: dotazníkové šetrenie mezi užívateľmi MRS

Z Graf č. 21 môžeme tvrdiť, že respondent je spokojen a dle dotazníku nemá výhrady. Jako pozitívum uvádza veľmi spolehlivý provoz a kvalitu s minimálnimi výpadkami.

Graf č. 21: Spokojenosť s parametry hlasových služieb - Technická správa komunikácií hlavného mesta Prahy

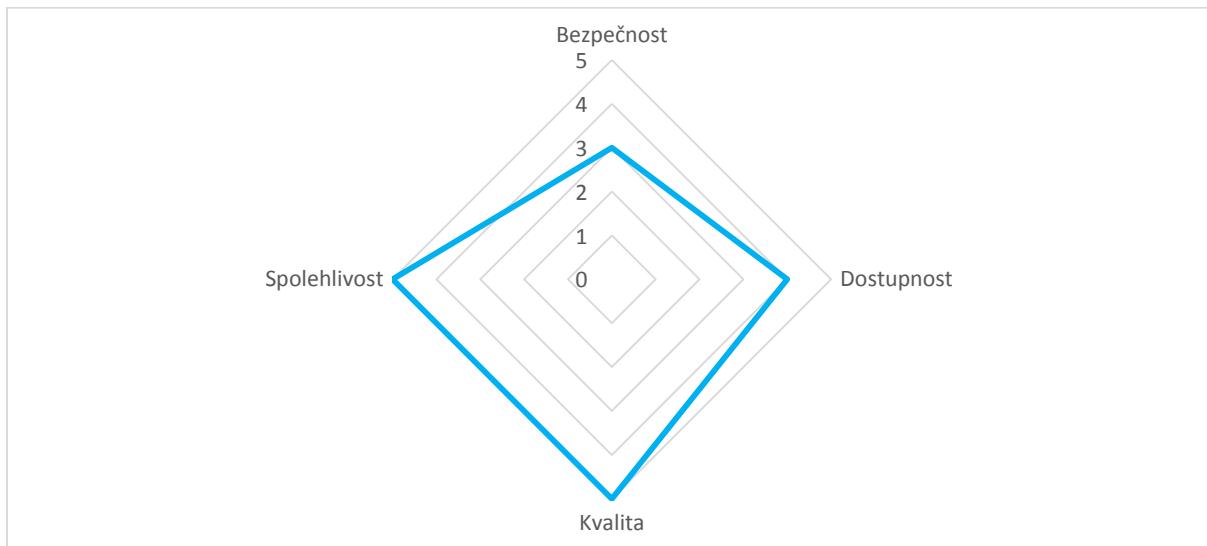


Zdroj: dotazníkové šetrenie mezi užívateľmi MRS

### 3.4.1.1.6 Zdravotnická záchranná služba hlavného mesta Prahy

Dle Graf č. 22 lze jednoznačně říci, že respondent, v tomto případě Zdravotnická záchranná služba hlavního města Prahy, je spokojen se spolehlivosí, dostupností i kvalitou poskytovaných hlasových služeb. Jako zápor však uvádí absenci autentifikaci pro oprávněné stanice a rovněž absenci kryptování přenosových tras.

Graf č. 22: Spokojenosť s parametry hlasových služieb - Zdravotnická záchranná služba hlavného mesta Prahy



Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

### 3.4.1.1.7 Závěr

Dle zjištěných dat můžeme uvést celkovou spokojenosť respondentů u všech zjištovaných dotazů. S tím, že dostupnosť pokrytí služeb není hodnocena nejlépe, což je způsobeno nedostatečným pokrytím v okrajových částech Prahy, výpadky však zásadně neovlivňují fungování organizace. Městská policie hlavního města Prahy, uvádí částečnou nespokojenosť s provozem sítě a upozorňuje na nevyhovující zabezpečení. Obdobně tomu je u respondenta Zdravotnická záchranná služba hlavního města Prahy, kterým je vytýkáno rovněž zabezpečení a absence autentifikace pro oprávněně stanice a rovněž absenci kryptování přenosových tras. Celkově jsou pak uživatelé až na bezpečnost a pokrytí, se službami poskytovanými MRS spokojení.

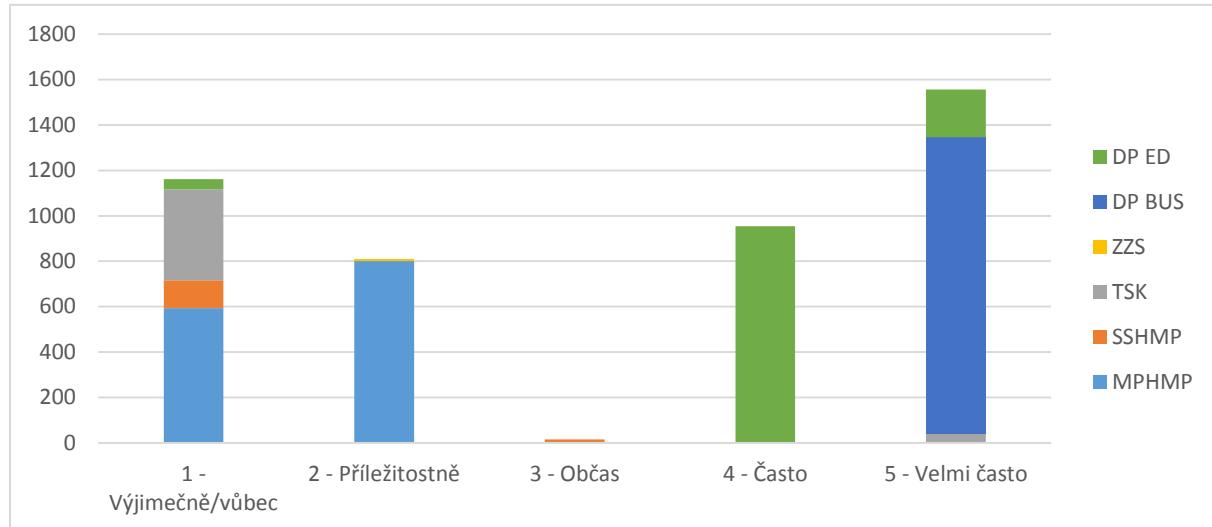
### 3.4.1.2 Hodnocení využití služeb

#### 3.4.1.2.1 Individuální hovory

Služba individuální hovory, která slouží ke komunikaci mezi 2 uživateli, jak je vidět v Graf č. 23, je nejčastěji využívána dopravním podnikem hl. m. Prahy a to nejvíce řidiči autobusů a tramvají, kteří tak komunikují s dispečinkem.

Městská policie využívá primárně skupinové hovory, proto jsou hodnoty individuálních hovorů pro MPHMP nízké. TSK využívá MRS primárně pro účely přenášení dat o telemetrii, proto jsou hodnoty za skupinové a individuální hovory nízké.

Graf č. 23 – Využívání hlasových služeb – Individuální rozhovory

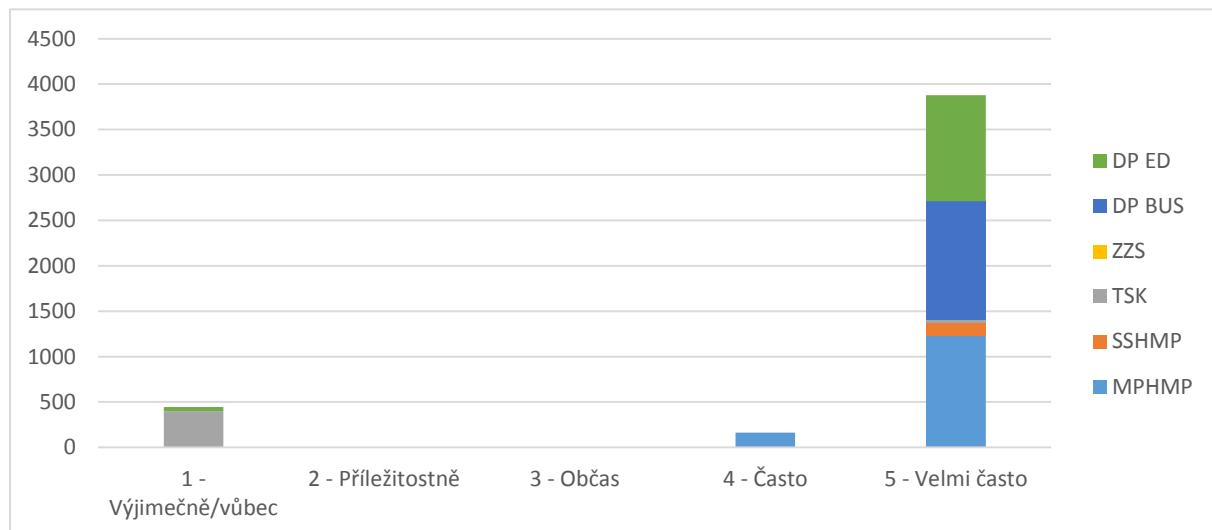


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

### 3.4.1.2.2 Skupinové hovory

Ve skupinových hovorech dochází ke komunikaci mezi všemi členy skupiny zároveň. Celkem je v případě MRS pro tento účel vytvořeno cca 200 skupin, které jsou vytvořeny pro účely lustrace, odtahování vozidel, či pro kooperaci jednotek v určité lokalitě. Z grafu je patrné, že skupinové hovory jsou využívány u všech skupin velmi často.

Graf č. 24 – Využívání hlasových služeb – Skupinové hovory

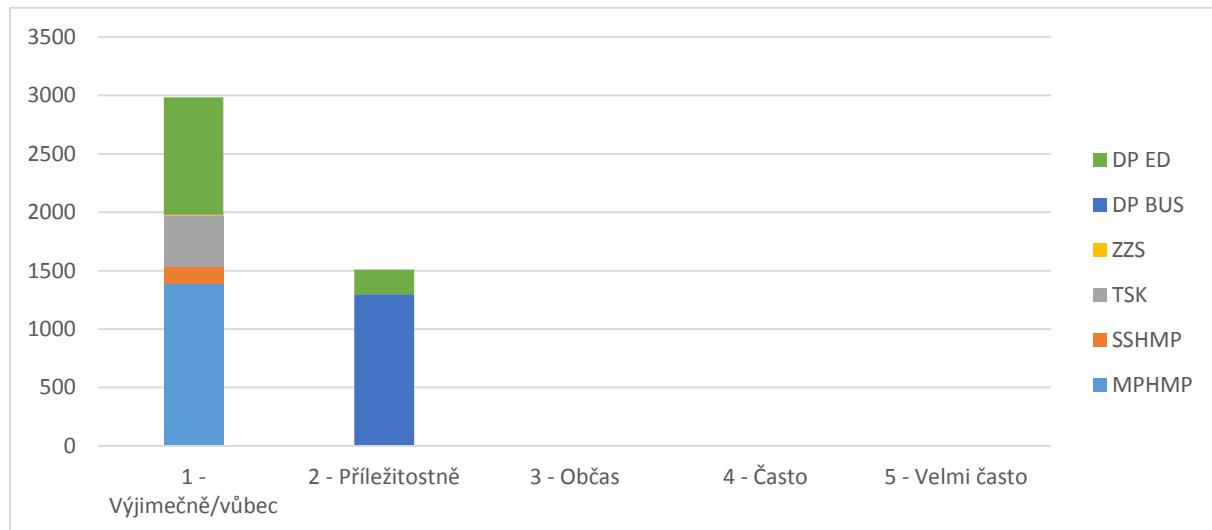


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

### 3.4.1.2.3 Přímé volání mimo síť TETRA

Volání mimo síť MRS, tj. do jiných sítí (vyjma GSM), je využíváno spíše výjimečně, potažmo vůbec. Tato služba byla povolena pouze pro vybrané uživatele.

Graf č. 25 – Využívání hlasových služeb – Přímé volání mimo síť TETRA

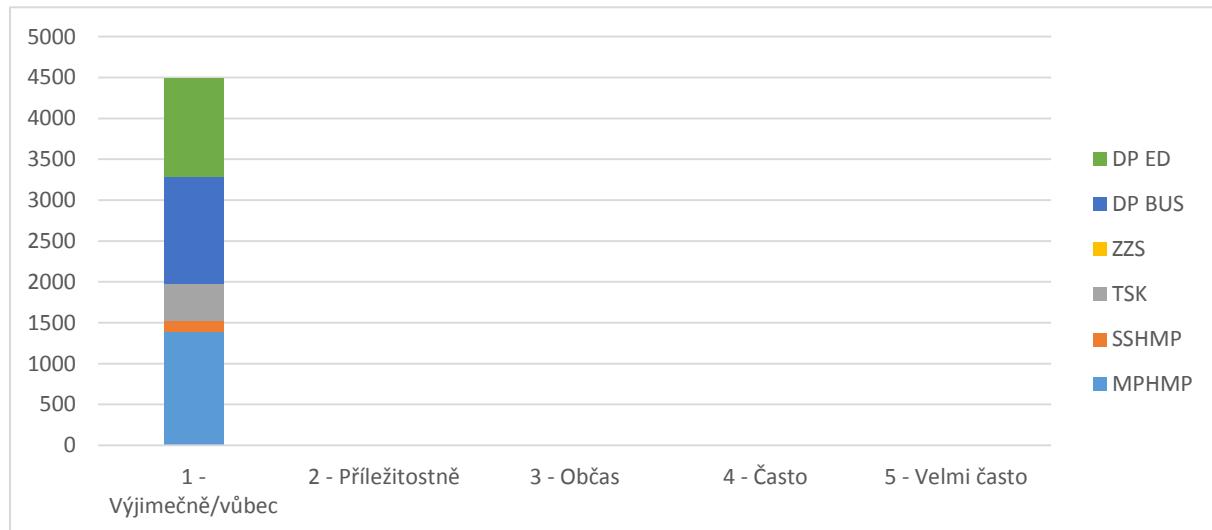


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

#### 3.4.1.2.4 Hovory do sítě GSM

Volání do sítě GSM není uživateli MRS využíváno. Pro tento účel jsou využívány spíše služební GSM telefony.

Graf č. 26 – Využívání hlasových služeb – Hovory do sítě GSM

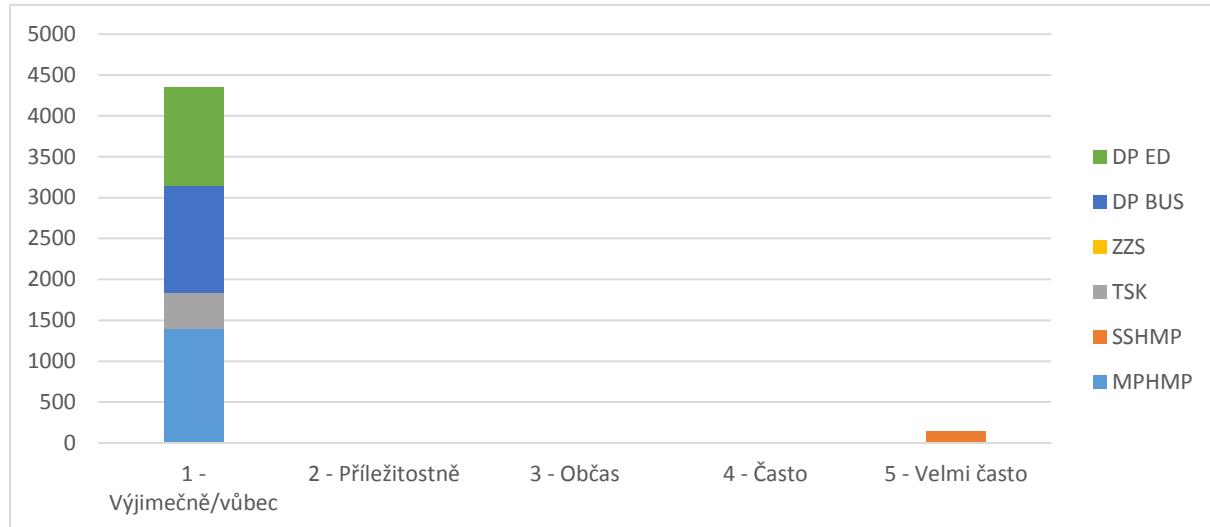


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

#### 3.4.1.2.5 Poslech prostředí účastníka dispečerem

Ačkoliv se služba odposlechu prostředí terminálu dispečinkem jeví jako vhodný bezpečnostní prvek pro kontrolu stavu uživatele, a MRS tuto službu umožňuje, z důvodu ochrany osobních údajů je služba zakázána a tudíž nevyužívána.

Graf č. 27 – Využívání hlasových služeb – Poslech prostředí účastníka dispečerem

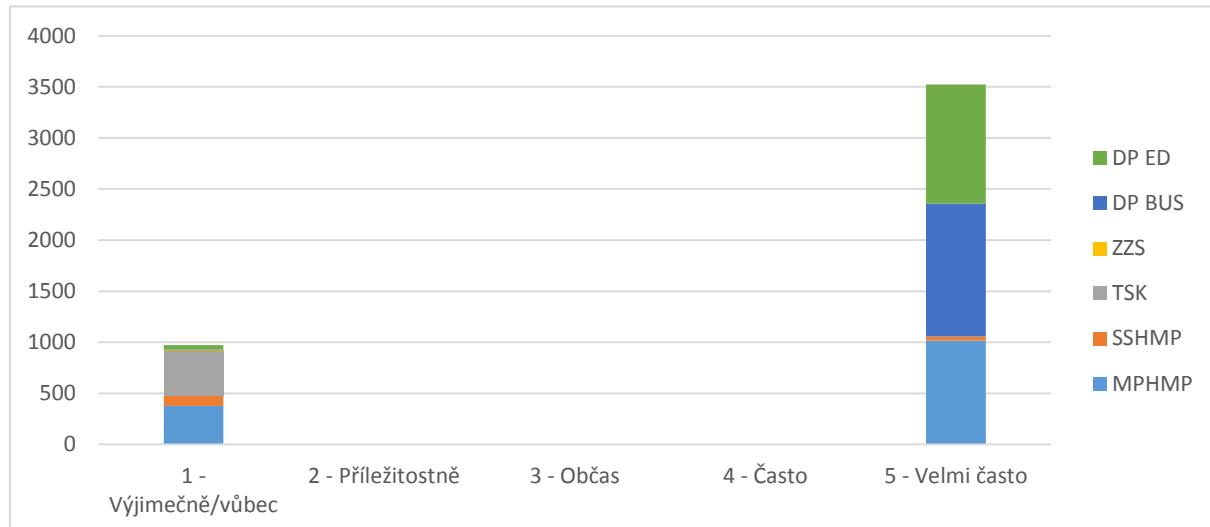


Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

### 3.4.1.2.6 Sledování polohy terminálů

Sledování polohy terminálů je velmi často využíváno všemi skupinami uživatelů, vyjma TSK a v případech starších typů terminálů, které službu neumožňují. Informace o poloze může být odesílána i několikrát do minuty, což umožňuje sledování polohy ručních i vozidlových terminálů.

Graf č. 28 – Využívání datových služeb – Sledování polohy terminálů



Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

### 3.4.1.2.7 Download a upload dat

Graf č. 29 zobrazuje využití stahování a nahrávání dat, skrze SDS. Nejčastější využití je u části uživatelů MPHMP (lustrace), TSK (telemetrické údaje) a přenos dat je využit také pro sledování

polohy terminálů, a informace o tramvajích či dotazy na stav a dálkové nastavení OIS. Ostatní uživatelé službu nevyužívají.

Graf č. 29 – Využívání datových služeb – Download a upload dat



Zdroj: dotazníkové šetření mezi uživateli MRS

### 3.4.1.3 Závěr

V současnosti jsou nejvíce uživateli MRS poptávány hlasové a datové služby, přičemž nejvýznamnějšími uživateli co do počtu terminálů jsou MPHMP a Dopravní podnik. Nejvyužívanější službou jsou skupinové a individuální hovory a sledování polohy zařízení. Uživatelé nepožadují v budoucnosti od MRS jiné než stávající služby. Nad rámec poskytnutých dat však jednotlivá interview indikovala také využití komerčních operátorů pro zajištění přenosu širokopásmových dat. Například MPHMP uvedla, že je v současnosti plánováno pořízení datových karet pro přenos videa z automobilů. Příští rok budou strážníci vybaveni novými zařízeními pro přístup k informačním systémům MPHMP (umožní zároveň přenos fotografií, atd.). Nová zařízení budou provozována mimo MRS a umožní i lustraci a MPP v budoucnu tedy uvažuje o jejím převedení mimo síť TETRA.

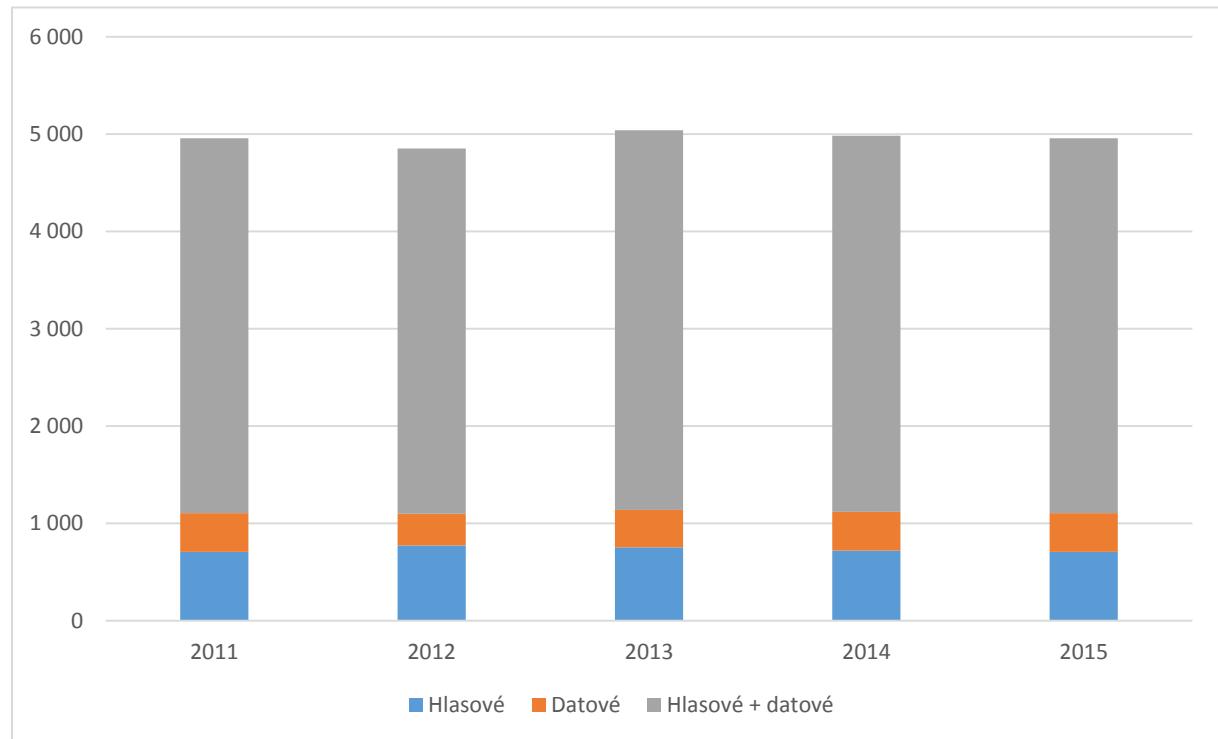
### 3.4.2 Vývoj tržeb

Jediným zdrojem výnosů MRS jsou výnosy z telekomunikačních služeb. Služby jsou fakturovány uživatelům sítě prostřednictvím SSHMP, přičemž dochází k rozdělení výnosů mezi SSHMP a MHMP v poměru 50:50.

Služby účtované uživatelům MRS zahrnují hlasové služby, datové služby, kombinaci hlasových a datových služeb, zavedení terminálu a změny v ID. Primárně využívanými službami jsou pak služby datové, hlasové a kombinace. Jak zobrazuje Graf č. 30, trend využívaných služeb je za

celé sledované období téměř konstantní, vycházející z typů používaných terminálů, ve kterém primární úlohu hrají kombinované služby hlasového a datového charakteru.

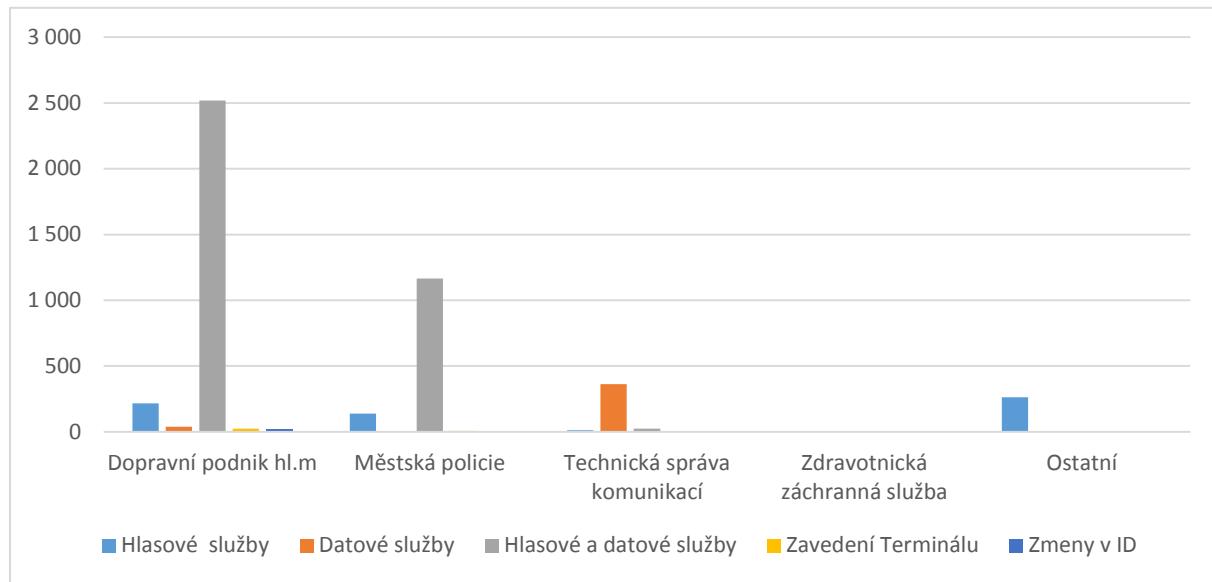
Graf č. 30: Vývoj využívaných služeb podle typu (v letech 2011-2015)



Zdroj: data SSHMP, analýza KPMG

Jak zobrazuje Graf č. 31, nejvýznamnějšími konzumenty služeb jsou Dopravní podnik hlavního města Prahy a Městská policie hlavního města Prahy, jejichž uživatelé využívají převážně kombinaci hlasových a datových služeb. Mezi ostatní uživatele se dále v současnosti řadí Správa služeb hlavního města Prahy, Medical Assistance, Pražská energetika, Technická správa komunikací Zdravotnická záchranná služba hlavního města Prahy a samotný Magistrát hlavního města Prahy. Technická správa komunikací využívá datové služby pro přenos telemetrických údajů, zatímco ostatní organizace využívají síť pro služby hlasového charakteru.

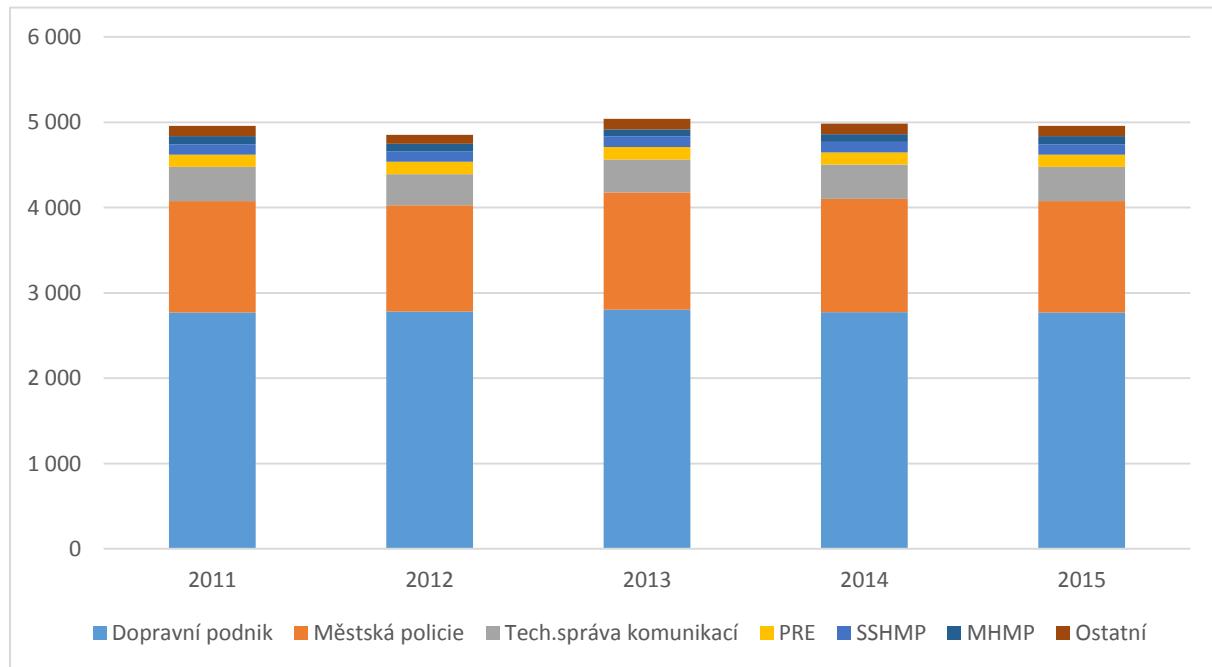
Graf č. 31: Přehled využívaných služeb MRS v roce 2015



Zdroj: data SSHMP, analýza KPMG

Počet terminálů je za celé sledované období téměř konstantní, jak je patrné z Graf č. 32, pohybující se kolem 5 000 kusů, na konci roku 2015 bylo v síti provozováno 4 959, přičemž dopravní podnik a městská policie využívali 56 %, resp. 26 % provozovaných terminálů.

Graf č. 32: Vývoj počtu terminálů uživatelů MRS (v letech 2011-2015)



Zdroj: data SSHMP, analýza KPMG

Tab. č. 17: Počet terminálů jednotlivých uživatelů MRS (v roce 2015)

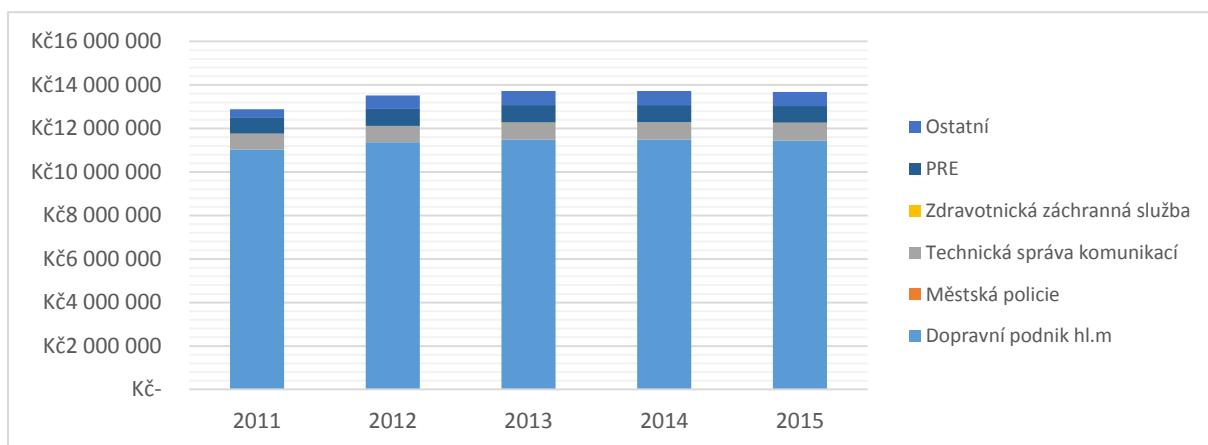
DPP	MPHMP	TSK	PRE	SSHMP	MHMP	Ostatní	Medical assistance	ZZS
2772	1305	399	143	121	96	123	8	3

Zdroj: data SSHMP

Výnosy z provozu sítě jsou vypočítávány a fakturovány SSHMP na základě druhu čerpaných služeb a jednotkové ceny, násobeny počtem terminálů využívající službu.

Vývoj tržeb, jak je patrné z Graf č. 33, je za celé sledované období konstantní z důvodu neměnného počtu terminálů a konstantních cen. Výnos ve sledovaném období se pohybuje pod hranicí 14 mil. Kč, v roce 2015 13 681 680 Kč.

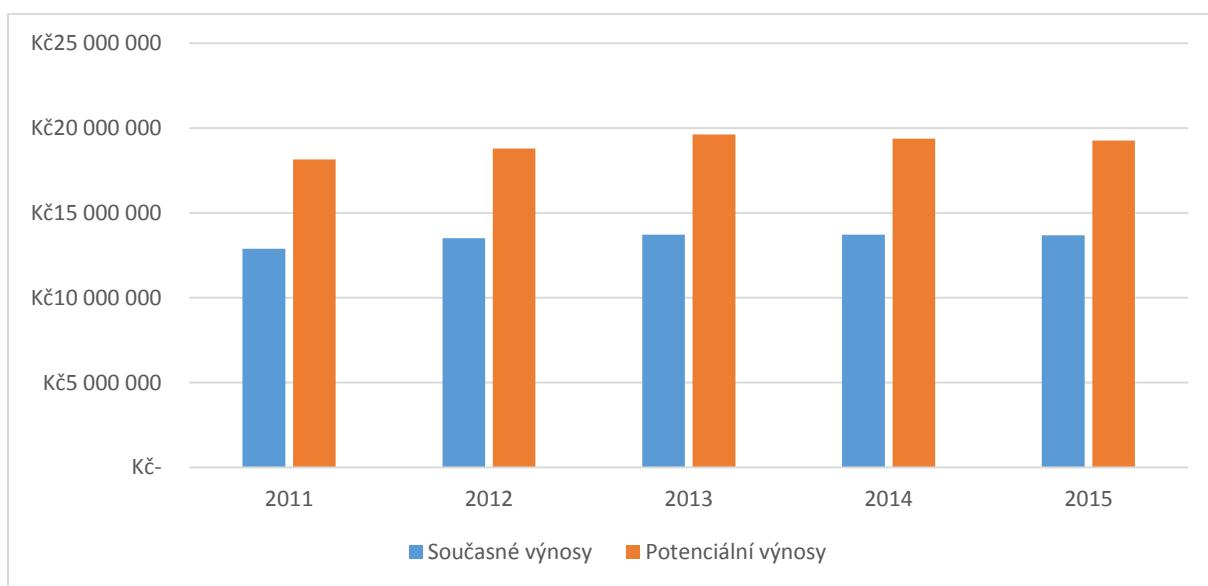
Graf č. 33: Vývoj tržeb MRS v členění na uživatele sítě (v letech 2011-2015)



Zdroj: data SSHMP, analýza KPMG

Při úvaze zpoplatnění služeb pro Městskou policii hlavního města Prahy by, jak je patrné z Graf č. 34, výnosy v roce 2015 činily cca 20 000 000 Kč.

Graf č. 34: Rozdíl výše současných a potenciálních výnosů (v letech 2011-2015)



Zdroj: data SSHMP, analýza KPMG

### 3.4.3 Závěr

V současnosti jsou nejvíce uživateli MRS poptávány hlasové a datové služby, přičemž nejvýznamnějšími uživateli co do počtu terminálů jsou MPHMP a Dopravní podnik. Nejvyužívanější službou jsou skupinové a individuální hovory a sledování polohy zařízení.

V současnosti MRS nedisponuje širokopásmovou sítí, tudíž služby s vyšší náročností na datovou kapacitu jsou uživateli poptávány u komerčních mobilních operátorů a uživatelé MRS po MRS poptávají primárně hlasové služby a částečně služby SDS. Tento stav je na základě vyjádření uživatelů vhodným modelem i v budoucnosti. Za současného stavu je nastavená cenová politika pro jednotlivé uživatele diverzifikovaná (služby pro MPHMP jsou poskytovány bez poplatků).

### 3.5 Náklady MRS

Náklady spojené s městskou rádiovou sítí jsou rozděleny zvlášť na provozní a investiční. Rozpad jednotlivých složek majetku je pro účely tohoto materiálu rozdělen na následující celky:

- Síť
- Správa sítě
- Lokalita
- Radiostanice
- Ostatní

V investiční části jsou zahrnuty náklady spojené s nákupem nového a obnovou starého zařízení a technologie. Výdaje jsou uskutečněny zpravidla v daném okamžiku a do nákladů vstupují postupně skrze odpisy.

#### 3.5.1 Náklady spojené s majetkem MRS

Graf č. 35 zobrazuje úhrn pořizovacích cen majetku na jednotlivých základnových stanicích, stejně tak jejich současnou hodnotu při aplikaci odpisů. V současnosti aplikovaný způsob odpisování vychází z nařízení Ministerstva financí České republiky, které umožňuje úpravu doby odpisování, což v praxi v případě zařízení MRS vedlo k neustálému odepisování majetku, který již měl být vyřazen, například plošným rozhodnutím o opětovném začátku odepisování k pevně stanovenému datu.

Z toho důvodu se KPMG rozhodla stanovit na základě nejlepší praxe v oboru telekomunikací vlastní model odpisování pro následující kategorie:

Tab. č. 18: Navržená doba odpisů pro identifikované kategorie majetku

Popis	Doba odpisů	Současná životnost majetku
Infrastruktura	15	28 %
Racky a stavební prvky	20	51 %
OSS	10	50 %
Základnové stanice	14	60 %
Přenosové technologie	10	14 %
Ruční radiostanice	4*	12 %

Ostatní	10	9 %
---------	----	-----

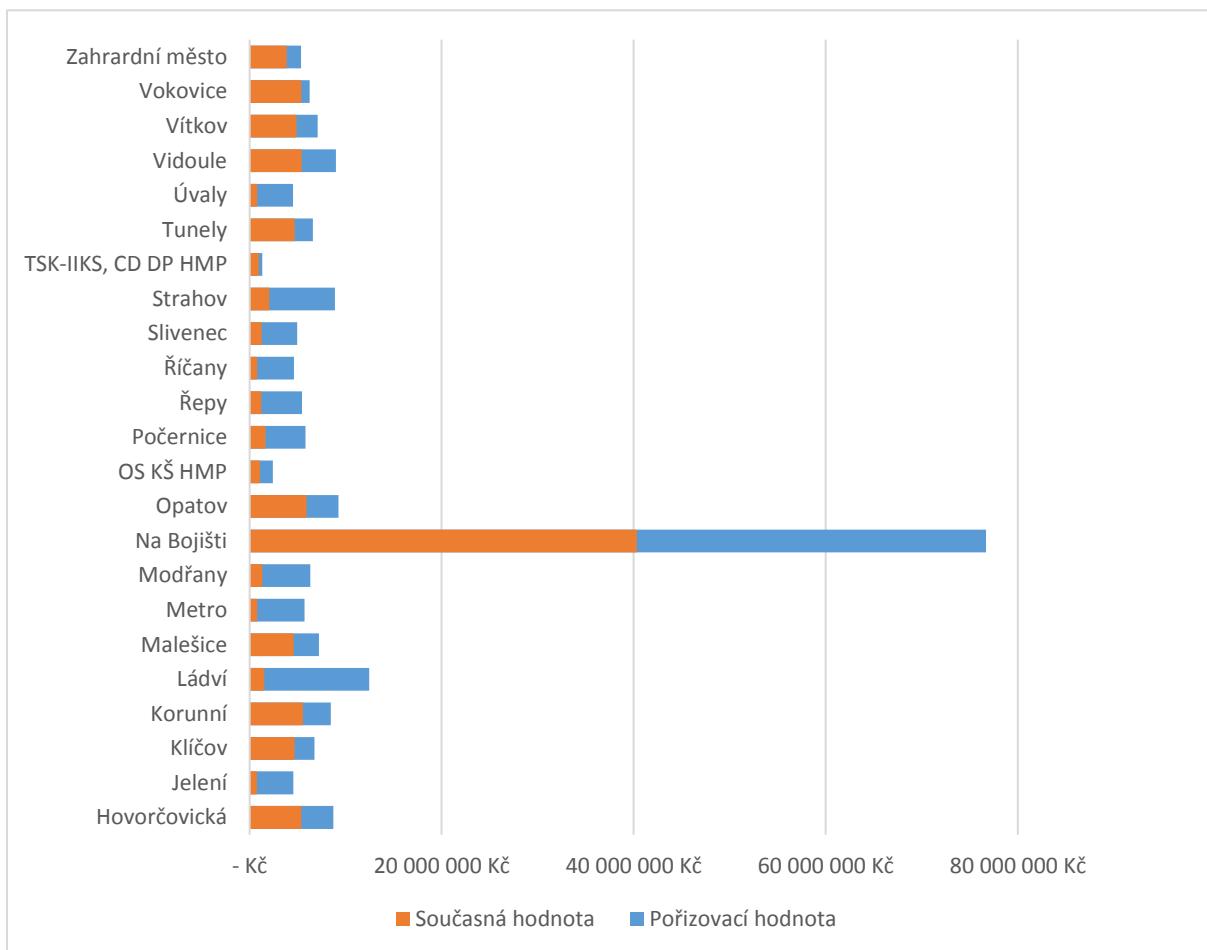
Zdroj: KPMG

\*Pozn.: 4 roky byly stanoveny pro potřeby určení opotřebení stávajícího vybavení, u nově pořízené vybavení se uvažuje o 10 letech.

Dle přesvědčení KPMG takto stanovená doba odpisování přesněji reflektuje životnost jednotlivých technologií a dodržování takto stanovené doby může přispět k přesnému vyjádření opotřebení majetku, přenášení hodnoty majetku do nákladů a umožnit financování.

Ze současně dostupných materiálu není zřejmé, který majetek byl technicky zhodnocen/nahrazen, což znesnadňuje reálné promítnutí opotřebovanosti majetku do odpisů resp. do finančního modelu. Je však možné odhadnout odepsanost jednotlivých kategorií majetku, jak zobrazuje Tab. č. 18.

Graf č. 35: Rozdíl pořizovací a současné hodnoty základnových stanic MRS (k 31.12.2015)



Zdroj: data SSHMP, analýza KPMG

\*Pozn.: Lokalita Na Bojišti obsahuje oproti standardním lokalitám také řídicí systém technologie TETRA

Zatímco lokality jako Vokovice či Zahrádkní město je možné označit za dostatečně modernizované (jejich modernizace proběhla v rámci investice v roce 2013), Ládví, Jelení či prostory Metra jsou naopak z větší části odepsány, jelikož od jejich výstavby v roce 2003

neproběhla investice na jejich renovaci (vyjma běžných oprav v rámci servisní smlouvy správy sítě). V průměru je možné konstatovat, že současná hodnota zařízení se pohybuje okolo 44 % pořizovací ceny. Stáří jednotlivých lokalit je patrné z Tab. č. 19.

Tab. č. 19: Aktuální stáří lokalit MRS

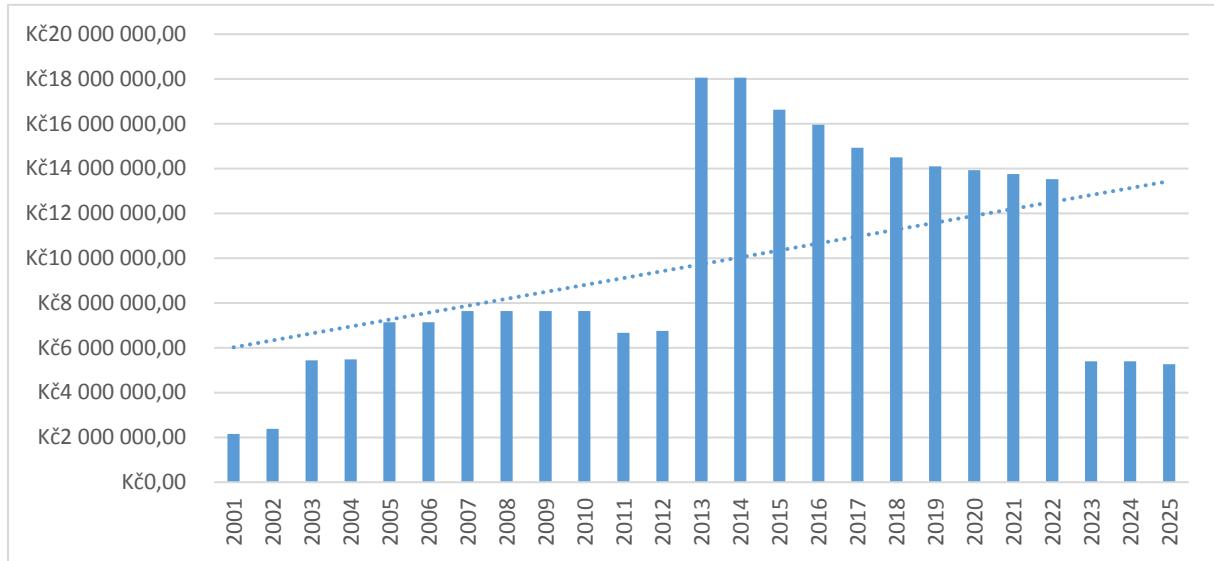
Aktuální stáří	Název lokality	Aktuální stáří	Původní pořízení	Název lokality
2002	Tunely	2013	-	Bohnice
2003	Jelení	2013	-	Bojiště
2003	Metro	2013	2001	Hovorčovická
2003	Ládví	2013	2003	Klíčov
2003	Modřany	2013	2001	Korunní
2003	Řepy	2013	2003	Malešice
2003	Vítkov	2013	2001	Opatov
2005	Říčany	2013	-	Strahov
2005	Slivenec	2013	2002	Tunely
2005	Úvaly	2013	2001	Vidoule
2005	Zelený pruh	2013	2003	Vokovice
2007	Počernice	2013	-	Zahradní

Zdroj: data poskytnutá MHMP

V předchozích obdobích docházelo k pořizování zařízení pro rozšíření funkčnosti základnových stanic, investice však nevycházely z principu opotřebení zařízení vyjádřeného skrze odpisování, nýbrž ze zvýšených požadavků na bezpečnost či dostupnost služeb. Argument bezpečnosti či dostupnosti sítě určené pro kritickou komunikaci tak byl postačující pro schválení podobných investičních akcí.

Graf č. 36 zobrazuje odpisy plynoucí z jednotlivých investic, z kterých je patrný rostoucí trend a zároveň odepsání technologie pořízené v roce 2013 po 10 letech. Jak je z grafu dále zřejmé, v současnosti není pro účely MRS aplikovaná investiční politika uvažující o investičních cyklech.

Graf č. 36: Vývoj odpisů zařízení MRS (v letech 2001-2025)

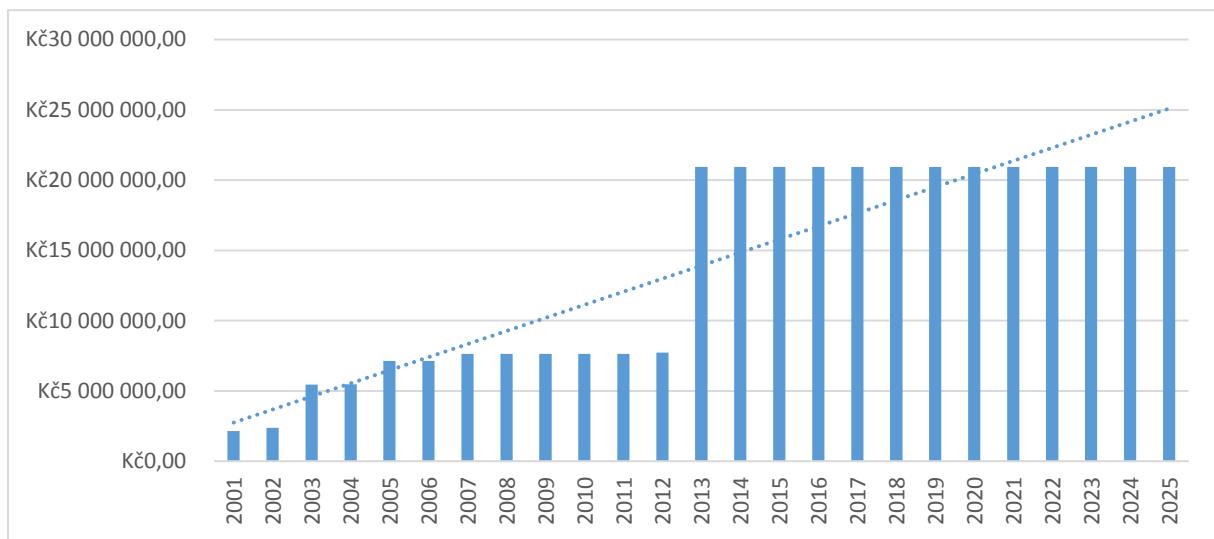


Zdroj: data SSHMP, analýza KPMG

V roce 2023 se očekává dokončení odpisování kontroleru pořízeného v rámci modernizace v roce 2013. Po dobu 10 let by tak mělo docházet k tvorbě rezerv pro opětovné provedení investice, jelikož je možné očekávat ukončení životnosti tohoto zařízení.

Z Graf č. 37 je patrný vývoj odpisů při uplatnění investičních cyklů, které uvažují o nákupu nového zařízení v okamžiku odpisu současného.

Graf č. 37: Vývoj odpisů zařízení MRS (v letech 2001-2025)



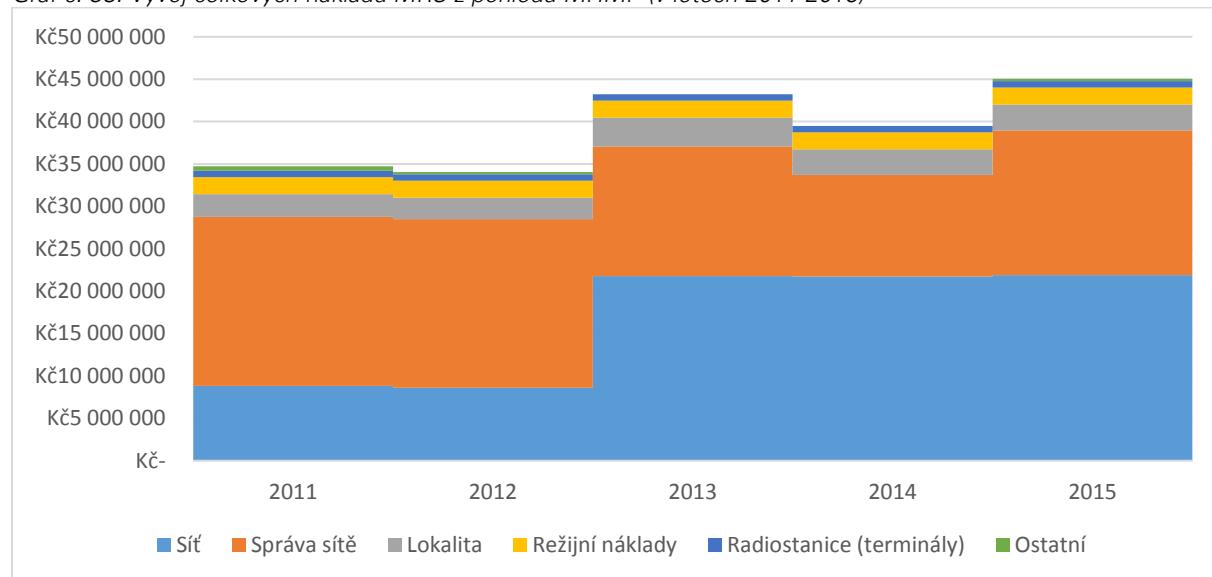
Graf č. 38 ilustruje rozpad provozních i investičních (odpisy) nákladů ve sledovaném období na základní celky:

- Síť – zařízení určená pro provoz sítě. Síť se skládá z infrastruktury, přenosové technologie, přenosové sítě, OSS, racků a stavebních prvků, základových stanic a ostatních položek;

- Správa sítě – služby spojené s dohledem, údržbou, opravami a instalací prvků v síti;
- Lokalita – náklady spojené s nájemem, elektřinou a službami spojených s lokalitou nájemce;
- Radiostanice – náklady spojené s odpisy ručních terminálů vlastněných provozovatelem MRS;
- Režijní náklady – odhad mzdových nákladů spojených s provozem sítě z pohledu MHMP a ostatními administrativními náklady spojenými s provozem sítě (správa lidských zdrojů, náklady na pracovní místo, vybavení, čas managementu, atd.)
- Ostatní – např. náklady spojené s právními či poradenskými službami.

Z grafu je tak patrné, že nejvýznamnější nákladové položky představují správa sítě a samotný provoz sítě. Investice v roce 2013 vedla k renovaci 8 základnových stanic a vybudování 4 nových, což se logicky promítlo do nákladů za provoz sítě (skrze odpisy), zároveň však došlo k poklesu nákladů na správu sítě díky uzavření smlouvy na správu sítě se společností KonekTel. Celkové roční náklady MRS v roce 2015 tak činily 38 668 664 Kč.

Graf č. 38: Vývoj celkových nákladů MRS z pohledu MHMP (v letech 2011-2015)



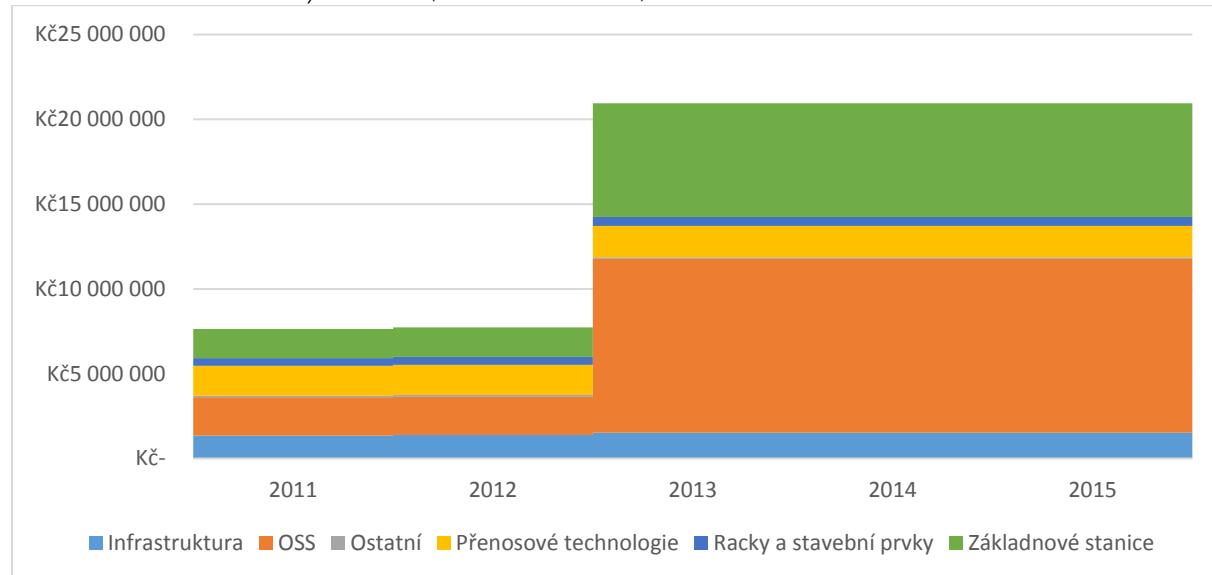
Zdroj: data MHMP, analýza KPMG

Z Graf č. 39 je patrný nárůst investičních nákladů v roce 2013, který byl způsoben modernizací sítě v téže roce. Nejvyšší podíl na nákladech mají základnové stanice a OSS, tedy dispečerské konzole, kontrolery a řídicí systémy. Do investičních nákladů zároveň spadá část nákladů provozních a to náklady za servisní služby. V rámci servisní smlouvy dochází k investicím do obnovy dlouhodobého majetku, je proto třeba aktivity spojené s opravami a údržbou vedoucí k výměně vadných dílů (například baterií) odepisovat. Dle běžné praxe se

investiční část nákladů servisních služeb pohybuje okolo 10 – 20 % celkových nákladů na tyto služby.

### 3.5.2 Investiční náklady

Graf č. 39: Investiční náklady sítě MRS (v letech 2011-2015)

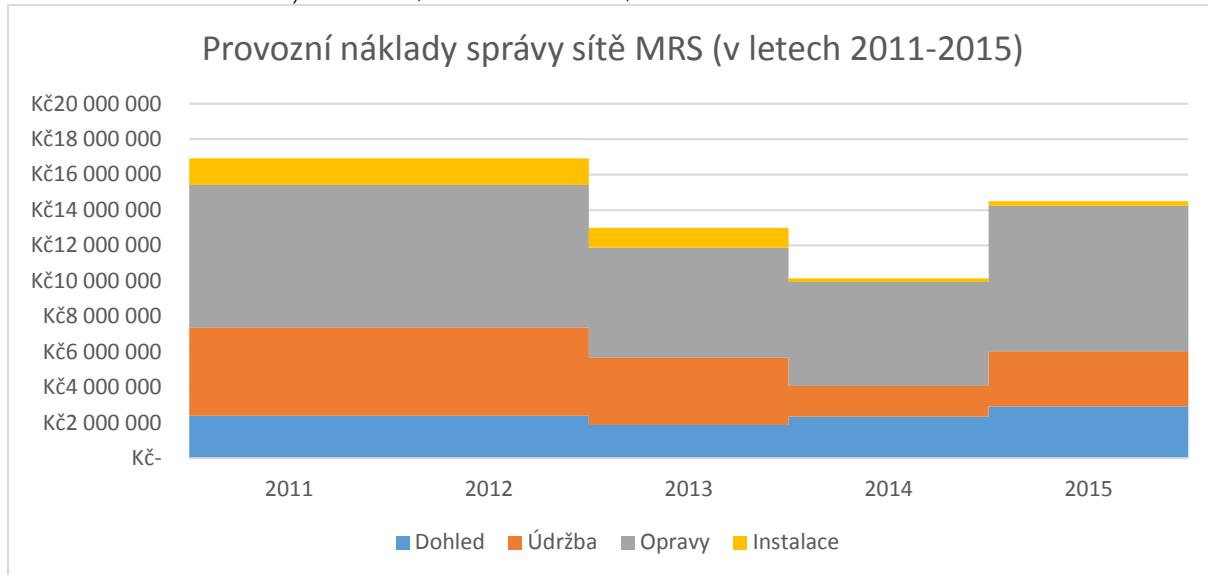


Zdroj: data MHMP, analýza KPMG

### 3.5.3 Provozní náklady

Nejvýznamnějšími provozními náklady jsou náklady spojené se servisem sítě plynoucím ze servisní smlouvy. Do roku 2013 byla v platnosti smlouva na správu sítě se společností Ascom (platná od roku 2005), na konci roku 2012 však došlo k ukončení této spolupráce a podepsání smlouvy na správu sítě se společností KonekTel. Podmínky nové smlouvy se projevily v poklesu položek údržba a opravy. Pokles nákladů v roce 2014 je způsoben časovým rozdílem fakturovaných služeb, jelikož poslední kvartál roku 2014 byl fakturován až v roce 2015.

Graf č. 40: Provozní náklady sítě MRS (v letech 2011-2015)



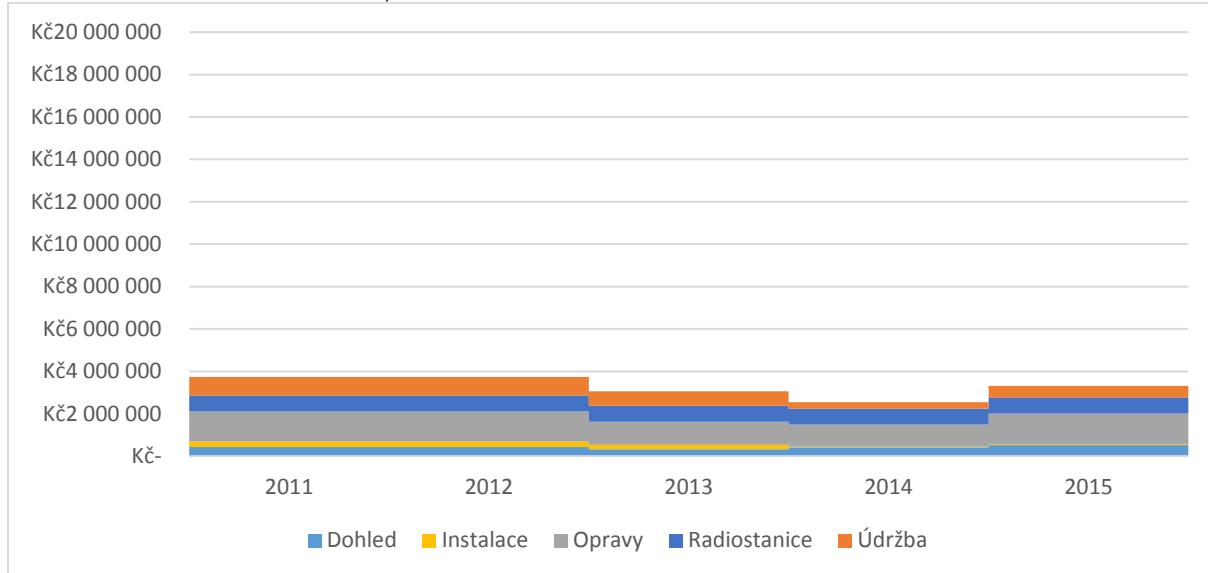
Zdroj: data MHMP, analýza KPMG

### 3.5.4 Ostatní investiční náklady

Graf č. 41 zobrazuje ostatní investiční náklady, mezi které spadají investiční náklady plynoucí z oprav v rámci servisní smlouvy, jak je popsáno v kapitole 3.5.2. Na základě běžné praxe stanovila KPMG hodnotu kapitalizace na 15 % ze servisních služeb, které je třeba odepsovat, zároveň zohledňuje výdaje spojené s poryvy větru.

Magistrát hlavního města Prahy zároveň vlastní i 95 ks ručních radiostanic v celkové pořizovací ceně 2 988 744Kč. Současný způsob odepsování tohoto zařízení nereflektuje jejich reálnou míru opotřebení (například přes 80 ks zařízení je starších 13 let), z toho důvodu KPMG uvažuje o 4 leté míře životnosti stávajících zařízení, z důvodu jejich současného opotřebení. Uvažovaná životnost nově pořízených zařízení je 10 let, což je aplikováno v níže popisovaných scénářích, přestože využití v praxi se může mírně lišit. Takto stanovená doba životnosti je spojena s lineárními odpisy umožňující na obnovu tohoto zařízení na konci jeho životnosti.

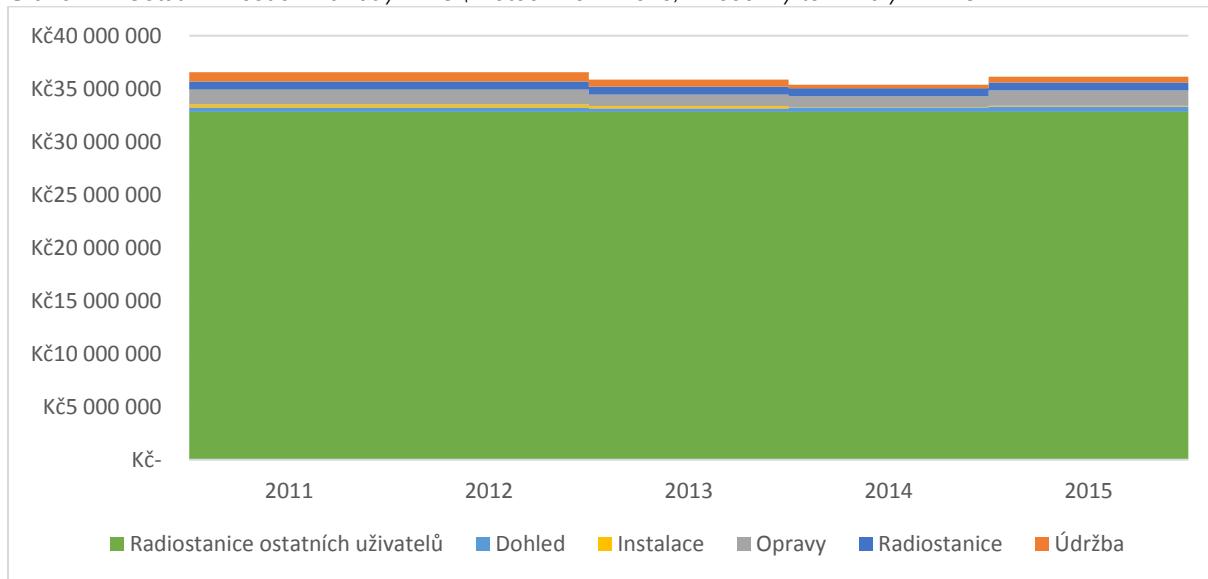
Graf č. 41: Ostatní investiční náklady MRS (v letech 2011-2015)



Zdroj: data MHMP, analýza KPMG

Pro kvantifikaci investičních nákladů ostatních subjektů využívajících síť MRS je nutné přihlédnout k zařízením v jejich vlastnictví, tj. k terminálům. To zobrazuje Graf č. 42, ze kterého je patrné, že výše ročních odpisů těchto zařízení by při současném technickém a morálním zastarání činila přibližně 32 000 000 Kč. Tato částka tak představuje optimální roční tvorbu rezerv a jejich čerpání pro investice do renovace těchto zařízení, která by s přihlédnutím k zastarání obměněna během posledních 4 let.

Graf č. 42: Ostatní investiční náklady MRS (v letech 2011-2015) – všechny terminály v MRS



Zdroj: data MHMP, analýza KPMG

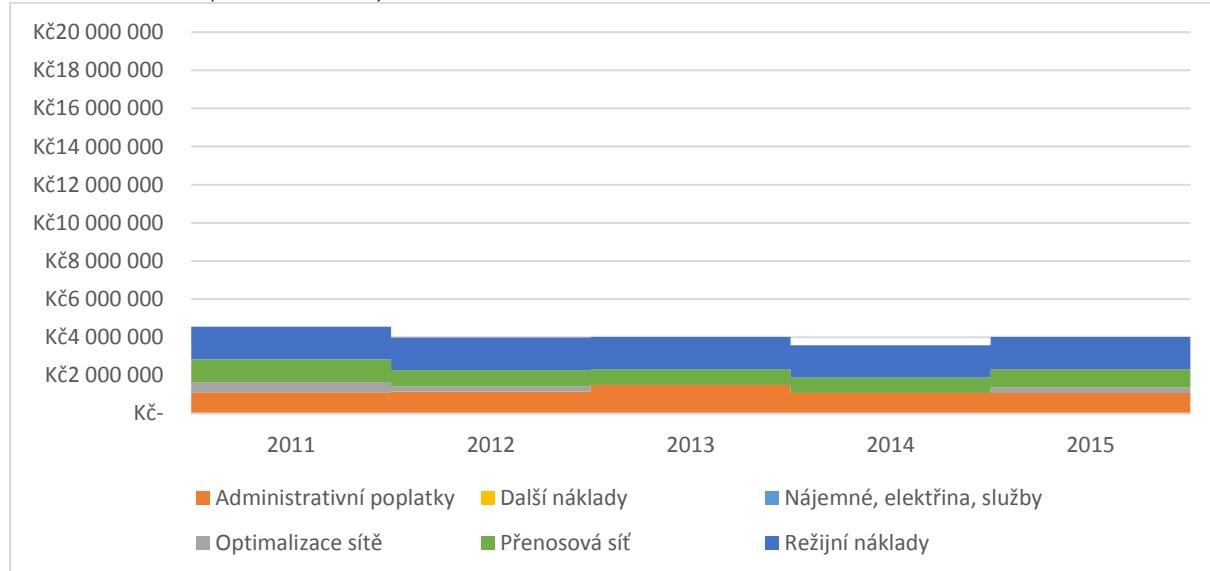
### 3.5.5 Ostatní provozní náklady

Graf č. 43 zobrazuje vývoj ostatních provozních nákladů, v kterých jsou zahrnuty administrativní poplatky spojené s poplatky za licence ČTÚ, další náklady, které zahrnují jednorázové položky

spojené s optimalizací sítě (například instalace sádrokartonové buňky MRS na situ Říčany v částce 146 943 Kč), a také odborné posudky a právní služby spojené s modernizací sítě v roce 2013, či náklady za přenosovou síť.

Náklady za nájemné a elektřinu spojené s jednotlivými lokalitami z důvodu nedostatečné struktury dat vstupují do modelu společně. Režijní náklady obsahují další administrativní náklady spojené s provozem MRS (např. mzdové náklady, budovy, zajištění pracovního místa, pracovních pomůcek, administrativní náklady ostatních oddělení) a byly vyčísleny z benchmarkových hodnot, které uvádí, že v efektivně fungujících společnostech by míra těchto nákladů neměla přesáhnout 20 %. Jelikož je MHMP veřejná instituce a MRS tedy nezahrnuje náklady např. na marketing či prodej, KPMG stanovila míru režijních nákladů na 10 % celkových provozních nákladů.

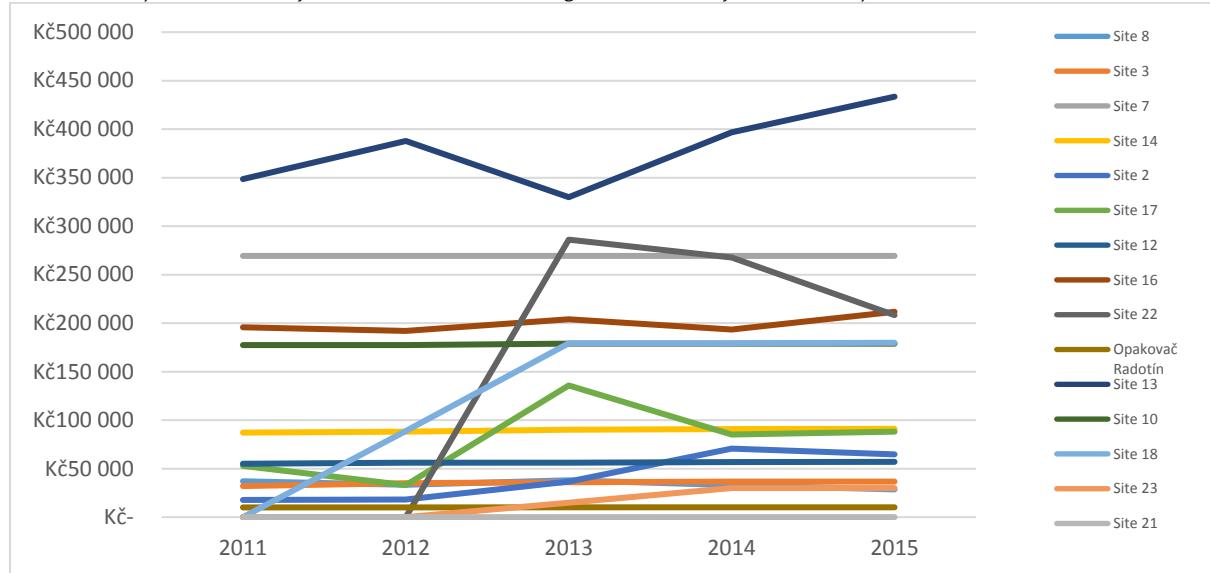
Graf č. 43: Ostatní provozní náklady MRS (v letech 2011-2015)



Zdroj: data poskytnutá MHMP, analýza KPMG

Až na několik výjimek se smlouvy za pronájem lokalit od okamžiku jejich uzavření prakticky nezměnily, tudíž kromě úpravy cen o vývoj Indexu růstu spotřebitelských cen nedochází k reflektování tržní vývoj nájemného. Jak zobrazuje Graf č. 44, roční nájemné se napříč jednotlivými lokalitami výrazně liší z důvodu rozdílu energetické náročnosti lokalita a výše nájmu. Křivky zobrazující výkyvy jsou zapříčiněny nově pronajatými lokalitami. V rámci poskytnutých podkladů nebylo možné vysvětlit nestandardní vývoj nákladů pro lokalitu 17.

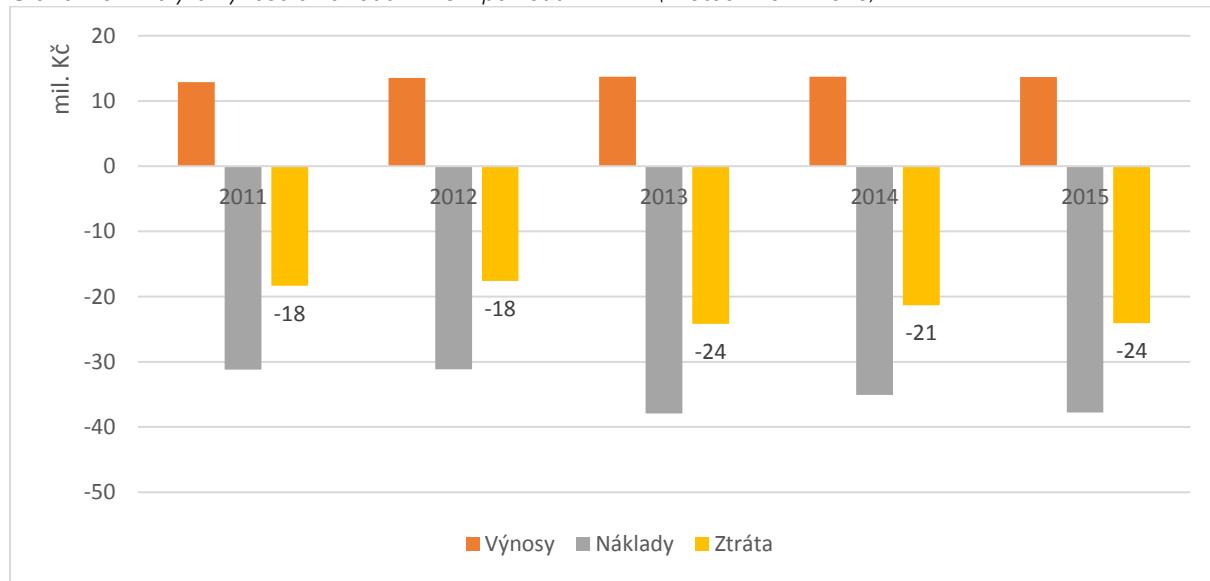
Graf č. 44: Výše nákladů nájemného, elektrické energie a služeb za jednotlivé sity (v letech 2011-2015)



Zdroj: data poskytnutá MHMP, analýza KPMG

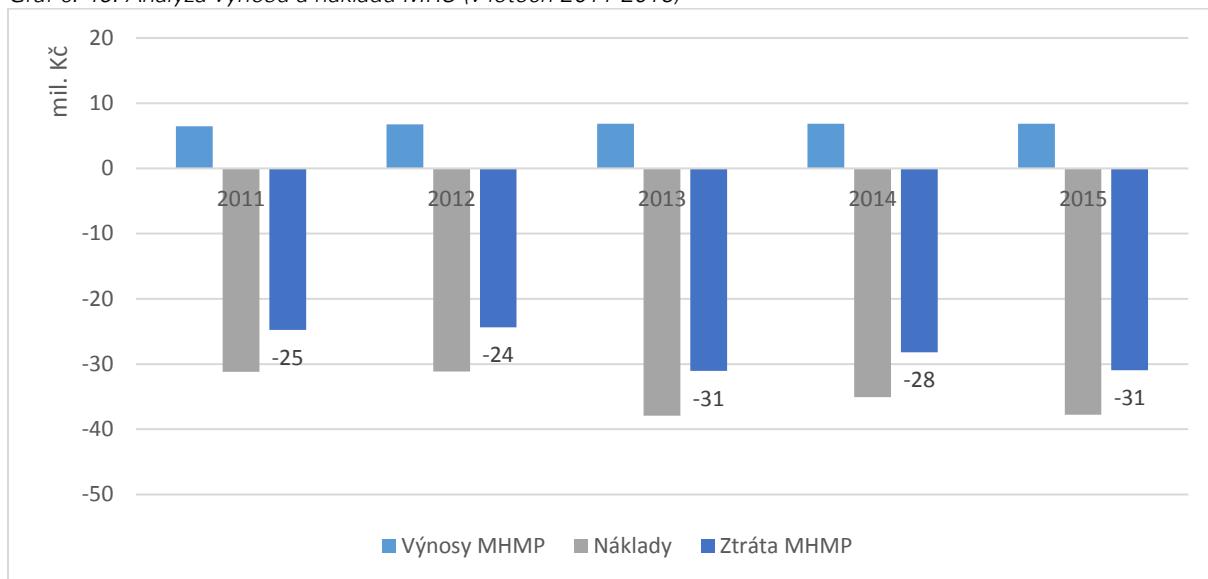
Na základě analýzy výnosů a nákladů je zřejmé, že současná výše výnosů nepředstavuje dostatečné krytí nákladů a provozování MRS je tak dotováno z rozpočtu města. Graf č. 45 indikuje ztrátu z provozu MRS, Graf č. 46 pak také ztrátu pro samotný Magistrát hlavního města Prahy vycházející z faktu, že 50 % výnosů z provozu MRS je ve prospěch SSHMP. V analýzách výnosů a nákladů je uvažováno s odpisováním majetku dle navrženého plánu, ve sledovaném období pak analyzovaná ztráta pro Magistrát hlavního města Prahy činila 139 297 776 Kč.

Graf č. 45: Analýza výnosů a nákladů MRS z pohledu MHMP (v letech 2011-2015)



Zdroj: data poskytnutá MHMP, analýza KPMG

Graf č. 46: Analýza výnosů a nákladů MRS (v letech 2011-2015)



Zdroj: data poskytnutá MHMP, analýza KPMG

### 3.5.6 Závěr

V současnosti MHMP neuvažuje o využívání odpisů jako nástroje pro tvorbu rezerv a tím vytváření investičního cyklu majetku. Z toho důvodu nastává situace, ve které je na síti využíván přestárlý majetek, pro který nevznikají do budoucnosti investiční akce, které by zajistily jeho obnovu. Důležité je z pohledu nákladů sledovat také náklady na terminály, které představují významnou částku a nejsou v současné době ze strany MHMP nijak řízeny.

Z dostupných materiálů je patrné, že ve sledovaném období činily náklady 181 500 000 Kč, přičemž investiční náklady spojené s majetkem sítě představovaly 37 %, provozní náklady na správu sítě (plynující ze servisní smlouvy) činily 40 %. Zbývající část nákladů je tvořena náklady spojenými s lokalitami a režijní náklady.

Analýza výnosů a nákladů indikuje, že výnosy z provozu MRS nepokrývají provozní náklady. MHMP neorientuje svou činnost na generování výnosů ani tvorbu zisku, avšak současně nastavený model vede k dotovaní provozu MRS MHMP. Výnosy by nepokrývaly provozní náklady ani za předpokladu, že by polovina výnosů nezůstávala v SSHMP, která služby fakturuje. Rozdělení výnosů v poměru 50:50 pak není podloženo dostatečným vysvětlením, které by tento poměr opodstatnilo.

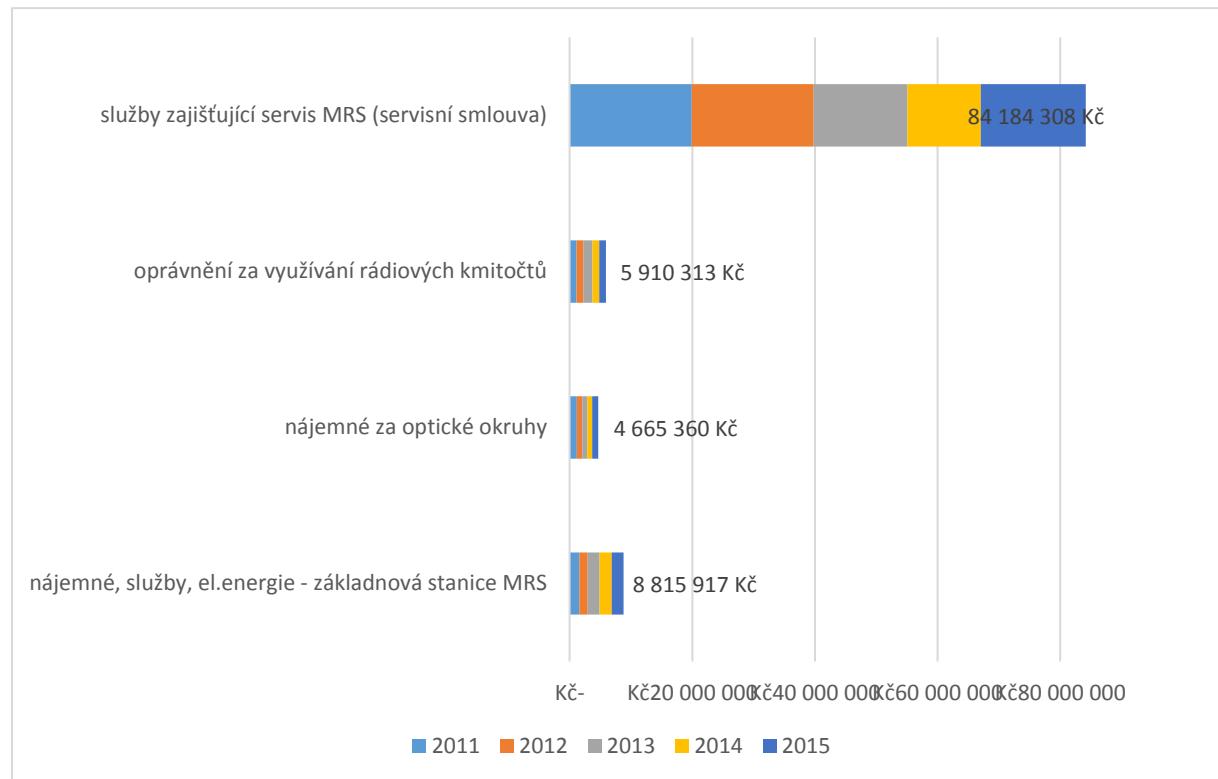
### 3.6 Posouzení aktuálních smluv zajišťujících provoz sítě

Smluvní vztahy Hlavního města Prahy na provoz MRS se dle poskytnutých materiálů v současné době řídí 20 smlouvami, které je možné rozdělit do následujícího členění:

- Nájemné, elektřina a služby (spojené s lokalitou)
- Nájemné za optické okruhy
- Oprávnění k využívání rádiových kmitočtů
- Služby zajišťující servis MRS

Graf č. 47 popisuje rozpad výdajů ve výše popsaných kategoriích do jednotlivých let. Nejvyšší položku tvoří outsourcing správy sítě na správní společnost, KonekTel (služba byla do roku 2013 dodávána společností Ascom).

Graf č. 47: Přehled výdajů plynoucích ze smluvních vztahů (v letech 2011-2015)



Zdroj: smlouvy poskytnuté MHMP

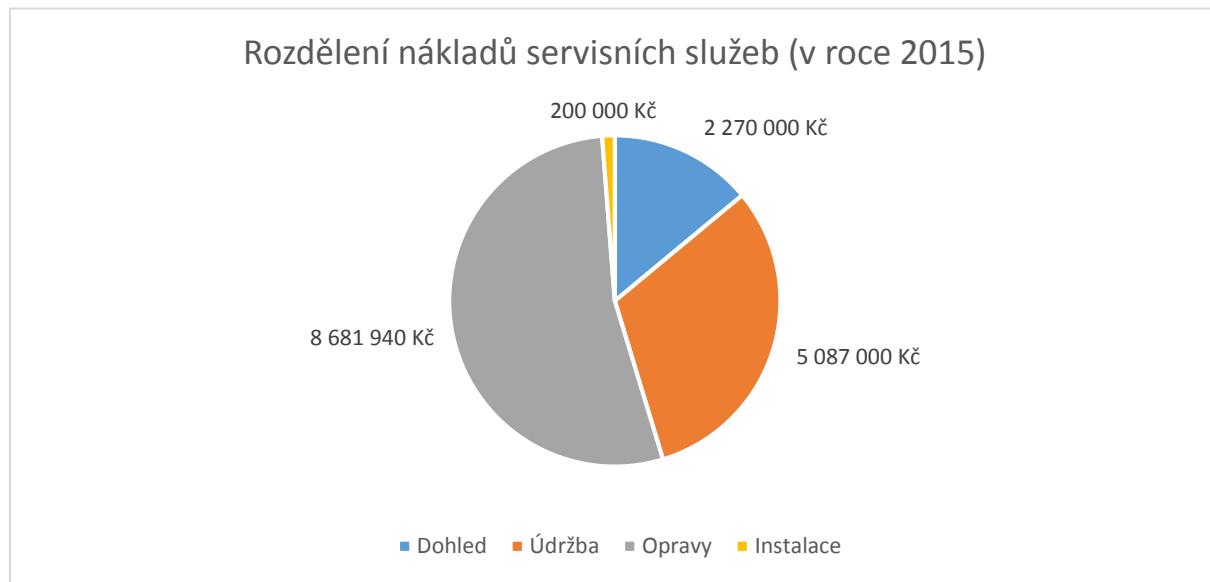
### 3.6.1 Servisní smlouva

V současné době je provozovatelem MRS HMP zajištěna servisní smlouva se SO na servis sítě TETRA, jež je platná minimálně na období 10 let a to do roku 2023. V rámci této servisní smlouvy jsou zajištěny veškeré servisní činnosti jako je **nepřetržitý dohled 24x7, preventivní údržba, opravy a modernizace systému**. Na opravy jsou definovány řádně nastavené servisní úrovně SLA. Zároveň je v rámci smlouvy zajištěn i **sklad náhradních dílů a mimozáruční opravy**. Písemné zprávy o prováděných opravách jsou podávány servisní organizací čtvrtletně s měsíčním rozpadem.

Vzhledem k těmto skutečnostem přebírá SO zodpovědnost za funkčnost systému, a to nejen základových stanic, ale i hlavního řídícího centra a veškerých podpůrných technologií (do této kategorie spadají mikrovlnné spoje, napájecí zdroje, klimatizační a ventilační jednotky). Ze strany provozovatele sítě MRS je zde potřeba pravidelně a s pečlivostí kontrolovat měsíční výkazy podávaných servisní organizací.

Servisní smlouva je toho času uzavřená se společností KonekTel a skládá se z dohledu, oprav, údržby a instalace, přičemž všechny tyto položky jsou stanoveny fixní částkou, konkrétní přehled zobrazuje Graf č. 48.

Graf č. 48: Rozdělení nákladů servisních služeb (v roce 2015)



Zdroj: smlouvy poskytnuté MHMP

Nepřetržitý dohled zahrnuje monitoring funkčnosti všech technologií, systémů a zařízení tvořících MRS, včetně software. Součástí dohledu je okamžité hlášení závad odboru bezpečnosti MHMP, stejně tak jsou odboru předávány monitorovací zprávy o dohledu. Paušální výdaje za nepřetržitý dohled v době záručního provozu činí 1 695 000,- Kč bez DPH. Pracovník dohledu získává informace o systému službou automatického systému PRNM,

z automatického dohledu pomocných systémů, z automatického dohledu mikrovlnných spojů a od oprávněných pracovníků MHMP.

Preventivní údržba je prováděna kontrolou technických parametrů a jejich nastavování. Současně jsou vypracovány statistiky o provozním vytížení systému, stavech, poruchách a závadách. Stejně tak je servisní společnost smluvně vázána ke konfiguraci dispečerských konzol MHMP. Preventivní údržba se týká kontroly:

- Řídicího systému DIPS R8.0 (1x měsíčně)
- Mikrovlnných spojů (1x měsíčně)
- Kontroly klimatizace (4x ročně)
- Kontroly napájecích zdrojů (4x ročně)
- Kontroly základnových stanic a opakovačů (1x měsíčně)
- Preventivní výměny komponentů (ventilátory, zálohové baterie, filtry klimatizací)
- Revize elektrické instalace a spotřebičů

Opravy zahrnují opravy závad všech poruch, servisní práci s tím spojenou včetně dodávky náhradních dílů a nepřetržitou servisní pohotovost. Opravy začne servisní společnost provádět do 3 hodin od zjištění či nahlášení poruchy, zároveň musí mít k dispozici takový sortiment, aby byl nejpozději do 10 hodin od zjištění závady schopen uvést opravované zařízení do provozu, a do 8 hodin uvést do provozu zařízení řídícího pracoviště MRS.

Na základě naší analýzy jsme v současnosti platné servisní smlouvě identifikovali několik oblastí, které mohou vyžadovat další pozornost:

- Ve smlouvě není zakotven způsob řízení dodavatele – tzn. struktura zodpovědných osob na obou stranách a řízení dodávky servisní smlouvy po jednotlivých úrovních (strategická, taktická a operativní). Smlouva neobsahuje ani způsob reportování v těchto oblastech.
- Governance model dodavatele služeb není dostatečně transparentní, což vede k nejasnostem o průběhu jednotlivých činností. Za účelem získání přesného přehledu vykonávaných činností by bylo vhodné na straně MHMP vytvořit dedikované role, které by působily jako protistrana dodavatelských aktivit. Zodpovědnosti jednotlivých rolí, které nemusí být vykonávány oddělenými pozicemi, musí mít přesně definované parametry dodávky a ceny, a každá tato agenda (plánování, objednávka, výstavba, akceptace, kontrola kvality, incident management a správa dodavatele) byla zvlášť řešena přes zodpovědnou kontaktní osobu.

- Přestože je cena díla rozdělena do ročních plateb za jednotlivé části smlouvy, je možné ji z principu paušálních plateb, toto rozdělení není dostatečně transparentní z pohledu fixních a variabilních položek, které ji ovlivňují, stejně tak sazeb za práci, použitého materiálu apod. Pro komplexnější posouzení její efektivity by bylo vhodné získat větší vhled do jednotlivých položek.
- Cena díla ve svém dodatku reflektuje velikost sítě, v případě jejího rozšíření tak může nastat situace, kdy bude v zájmu dodavatele správy sítě její aktualizace formou dodatku navyšující cenu položek údržby a oprav. (platí i pro snižování velikosti sítě). Při přejednání služeb není tedy možné zajistit, že dodavatel dodrží vysoutěžené podmínky, a proto by bylo vhodné smlouvu upravit tak, aby obsahovala indikaci změny ceny na základě velikosti sítě.
- Ze smlouvy vyplývá povinnost tvorby a předání monitorovacích zpráv o prováděném dohledu. Formát, struktura a přesné stanovení reportovaných oblastí však nejsou ve smlouvě dostatečně formalizovány. Na základě nejlepší praxe v oboru by bylo možné zprávy rozšířit o následující položky, které by zajistili komplexní manažerský pohled na provoz sítě:
  - Operace s majetkem – zde je možné uvést konkrétně realizované výměny či opravy zařízení s popisem konkrétně použitých komponent (typ, ID, umístění atd.), délky doby opravy, identifikace důvodu k výměně či opravě atd. Tytéž informace je možné uvést i v případě technického zhodnocení či rozšíření sítě.
  - Provoz sítě – informace týkající se vytíženosti jednotlivých sitů, jak z počtu přihlášených uživatelů a provozu..
  - Strategie – proběhlé aktivity realizované v kontextu strategického rozvoje sítě, jako je příprava plánů pro nové lokality, návrh přeladění atd.
  - Hodnocení spolupráce s ostatními subjekty využívající MRS, převážně v případě implementací vlastních zařízení do systému MRS.
- Nedostatečně transparentní změnové řešení a změny obecně. Procesy, kterými se řídí fungování servisní společnosti a naplňování smlouvou stanovených aktivit, nejsou dostatečně komunikovány vůči MHMP, a není tak možné posoudit důkladnost plnění těchto aktivit. Příkladem tohoto nedostatku je v praxi absence service desku, který by formálně odbavoval požadavky MHMP a uživatelů (vše je aktuálně řešeno skrze telefonáty či krátké textové zprávy). Více formalizováno by mohlo být také plnění pracovních příkazů či objednávek ze strany MHMP.
- Na základě obdržených materiálů je společnost KonekTel výhradním dodavatelem technologie Motorola Dimetra. Budoucí vyjednávací pozice MHMP při výběrových

řízení týkajících se MRS tak může být ohrožena. Pro mitigaci tohoto rizika tak může být zaujat přístup diversifikace dodavatelů, anebo detailní governance model s formálním a dedikovaným retained týmem.

Při příštém přejednání smlouvy by tyto skutečnosti měly být vzaty v potaz a vyhodnoceno jestli by byla vhodná jejich úprava. Z pohledu přípravy pro možné přejednání by bylo vhodné provést jasnou definici jednotlivých rolí v rámci řízení dodavatele. Přínosná by byla také analýza finanční efektivity kladoucí důraz na retrospektivní porovnání vyměněného materiálu a jeho hodnoty za poslední 2 roky umožní posoudit výhodu paušálního pojetí servisní smlouvy ve smyslu úspor provozních nákladů s přihlédnutím k potenciálnímu rozšíření sítě. Dále by měla být provedena analýza procesů servisní organizaci, se zaměřením na management změn a vyhodnocení naplnění požadavků na reporting, jehož výsledná podoba by měla mít manažersky interpretovatelnou strukturu, která zároveň usnadní řízení dodavatele správy sítě. Výstupu těchto analýz budou umožňovat vytvoření dlouhodobé koncepce, která bude přenesena do nového návrhu smlouvy.

### 3.6.2 Rádiové kmitočty

Kmitočty využívané pro provoz MRS jsou udělovány Hlavnímu městu Praze skrze příslušný správní orgán, to je Českým telekomunikačním úřadem. Udelení individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitočtů je uděleno podle § 10 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, a podle § 108 odst. 1 písm o) zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích). Toto oprávnění je udělováno k využívání rádiových kmitočtů pozemní pohyblivé služby a pevné služby.

Za využívání rádiových kmitočtů je hlavní město Praha povinna platit roční poplatek ve výši 1 067 375 Kč (v letošním roce byly náklady navýšeny vzhledem k probíhajícímu přeladění frekvencí).

### 3.6.3 Nájemné za optické okruhy

MRS nevlastní páteřní síť pro propojení jednotlivých lokalit, za tímto účelem využívá páteřní síť vlastněnou toho času společností T-Mobile. V této souvislosti existují 2 smlouvy pronájmu okruhů na celkem 4 směry od CD DP HMP Na Bojišti. Smlouvy mají následující parametry (Tab. č. 20):

Tab. č. 20: Parametry přenosové sítě využívané MRS

Koncový bod A	Koncový bod B	Rozhraní	Přenosová kapacita	Cena v Kč (bez DPH)
CD DP HMP, Na Bojišti	Schiran Tower, Lužná 2, Praha 6	X.21/RS530	2x 512 kbps	16 200
CD DP HMP, Na Bojišti	Pražské služby, spalovna Malešice, Průmyslová, Praha 10	X.21/RS530	3x 512 kbps	18 900
CD DP HMP, Na Bojišti	Hotel Dům, Kutilova 3061/2, Praha 4	X.21/RS530	512 kbps	10 900
CD DP HMP, Na Bojišti	Záchranná služba hlavního města Prahy, Korunní 98, Praha 10	X.21/DB25F	2 Mbps	15 000

Zdroj: smlouvy poskytnuté MHMP

Smlouvy uzavřené v roce 2002 byly několikrát upraveny dodatky pro aktualizaci ceny či přenosové kapacity, poslední úpravy však byly provedeny v roce 2004, lze se tedy na základě dynamického vývoje trhu pravděpodobně úspěšně domnívat, že v současnosti je možné získat pronájem těchto tras za výhodnějších podmínek (viz referenční nabídka společnosti CETIN<sup>2</sup>, která však nemusí být provozována na optické síti, případně je možné si za podobných podmínek na území hlavního města Prahy pronajmout trasu optického vlákna<sup>3</sup>).

<sup>2</sup>

[https://www.cetin.cz/documents/10182/34296/RADO\\_P%C5%99%C3%ADloha\\_04\\_Ceny\\_160223.pdf/c97d6895-822e-42d7-a343-3b06fdd9b666](https://www.cetin.cz/documents/10182/34296/RADO_P%C5%99%C3%ADloha_04_Ceny_160223.pdf/c97d6895-822e-42d7-a343-3b06fdd9b666)

<sup>3</sup> [http://www.mfcr.cz/assets/cs/media/VZ\\_SML\\_2014\\_MF-11679-2014-33.pdf](http://www.mfcr.cz/assets/cs/media/VZ_SML_2014_MF-11679-2014-33.pdf)

### 3.6.4 Nájemné za služby a energie

Obdržené smlouvy týkající se nájemního vztahu hlavního města Prahy za účelem provozování MRS v prostorách vybraných lokalit vypovídají o nejednotném přístupu v uzavírání těchto smluv. K celkovému počtu 15 pronajímaných lokalit existuje 17 smluv, přičemž rozkol je možné spatřit v úhradě spotřeby elektrické energie. V 9 případech dochází k hrazení paušálního poplatku spojeného se službami za využívané nebytové prostory (spolu například s rozúčtovanými náklady na vytápění, osvětlení, či úklid). V 1 případě jsou náklady na spotřebu elektrické energie rozúčtovány pronajímateli dle skutečné spotřeby, ve 3 případech je nájemce povinen si zřídit samostatné odběrné místo u PRE Distribuce, a.s. a ve 2 případech není zřejmé, která strana by měla hradit náklady za spotřebu elektrické energie.

Poskytnuté materiály tak neumožňují přesnou interpretaci dat, a proto není možné provést závěry ke konkrétním hodnotám spotřeby elektrické energie a její hrazení.

### 3.6.5 Rizika spojené se smlouvami

- Změna podmínek nájemného – V současnosti existuje reálné riziko změny vývoje nákladů za pronájem v okamžiku, kdy se vlastníci nemovitostí rozhodnou k aktualizaci smluv jak z pohledu výše ceny nájemného, tak zahrnutí či navýšení paušálního poplatku za odběr elektrické energie.
- Omezení dodávky energií – Dodávky elektrické energie jsou ve většině případů smluvně zajištěny ze strany majitele lokality, tudíž k nim pravděpodobně neexistují záruky dodávky či kvality ve formě SLA. Omezení v dodávce či kvalitě může výrazně ovlivnit funkci MRS s dopadem na dostupnost služeb.
- Krádež zařízení – Odpovědnost za poškození či zcizení majetku umístěného v prostorách nájmu je dle smluv na straně nájemce, tj. hlavního města Prahy. Nedostatečné zabezpečení lokalit může způsobit poškození či zcizení zařízení.
- Změna majitele objektu – V případě změny majitele objektu je možné očekávat změnu smluvních podmínek nájmu či vypovězení smlouvy, což může vést ke zvýšení nákladů na nájem či přemístění zařízení.
- Dlouhodobý výpadek sítě – Riziko výpadku sítě se po předchozích zkušenostech uživatelů jeví jako méně reálné, servisní společnost disponuje 100% redundancí síťových prvků a včasným dohledem, což představuje dostatečné parametry pro minimalizaci tohoto rizika.
- Výpadek síťového prvku/lokality – Riziko výpadku některé ze základových stanic dočasně může snížit pokrytí v dané lokalitě, minimalizace dopadu výpadků některé z agregačních lokalit může být řešeno uvažovaným zakruhováním.

- Bezpečnost sítě – Současně nastavený model identifikace vstupu třetích stran do sítě má pasivní povahu, která spočívá v prošetřování incidentů hlášených samotnými uživateli. Bez sledování logů tak může reálně existovat velký počet třetích stran, které nejsou pasivní identifikací zaznamenány.
- Rozdíl ceny nájmu optických okruhů a tržních cen – Současně platné smlouvy za nájem optického vlákna mohou přestat splňovat aktuální tržní podmínky, což se může projevit v nadměrné velikosti nákladů či nevyužití plného potenciálu kvality a rychlosti při stávajících cenách.

## 3.7 Další specifické požadavky a omezení pro provoz

### 3.7.1 Bezpečnost sítě TETRA

Při vývoji systému TETRA bylo zajištění bezpečnosti jedním z hlavních cílů. Systém byl od prvopočátku budován pro použití u vládních úřadů, bezpečnostních a záchranných složek (policie, hasičů, záchranných služek, armády), a proto používá tyto bezpečnostní mechanismy:

- autentizace terminálů,
- šifrování komunikací,
- zablokování přístupových nebo provozních práv terminálů.

#### 3.7.1.1 Autentizace terminálů

Autentizace terminálů spočívá v ověření parametrů terminálu – individuální adresy, sériového čísla a porovnání těchto údajů s databází systému. Bez provedené autentizace nemůže terminál pracovat. Bez prvotní autentizace v síti (po zavedení nového terminálu) nemůže terminál pracovat ani v přímém režimu.

#### TETRA Autentizace

TETRA Autentizace primárně zabraňuje neautorizovanému přístupu do TETRA sítě a zároveň zajišťuje, že je uživatel připojen ke správné TETRA síti. TETRA Autentizace využívá standardní Security Algoritmus TAA1 definovaný normou TR 101 052 – ETSI.

Autentizace může být iniciována buď terminálem, či infrastrukturou SwMI (Switching and Management Infrastructure) a protokol podporuje jednosměrnou i vzájemnou autentizaci.

#### Typy Autentizace v síti TETRA:

- iniciováno terminálem
- iniciováno sítí, infrastrukturou SwMI (Switching and Management Infrastructure)
- oboustranná autentizace

Autentizace je založena na specifickém bezpečnostním kódu (K) jenž je uložen v terminálu i v TETRA síti (SwMI). Během registrace síť automaticky ověřuje, zda bezpečnostní kód terminálu odpovídá bezpečnostnímu kódu v TETRA síti. Pokud si kódy neodpovídají, registrace je ukončena.

Bezpečnostní kód (K) není nikdy přenášen přes Air rozhraní mezi terminálem a TETRA sítí. Kód (K) je nahrán do terminálu při prvotním nastavení služby před uvedením terminálu do provozu.

Seznam kódů (K1, K2...Kn) musí být udržován v tajnosti a nahrání do terminálů podléhá bezpečnostním standardům (procedury definované v SFPG Rec 01 a TIP TTR001-14).

Na základě diskuze s pracovníky MHMP a SO bylo identifikováno, že MRS nedisponuje prvky, které by umožňovaly využití autentizace. Tento fakt představuje významné bezpečnostní riziko, které vyústilo v několik neautorizovaných přístupů do neveřejné sítě ze strany různých subjektů. Z pohledu kritičnosti komunikace a její citlivosti je současný stav neakceptovatelný.

### **3.7.1.2 Šifrování komunikací**

Komunikace v síti TETRA jsou standardně zašifrovány po celé trase přenosu. Zašifrovány jsou na úrovni celé sítě hlasové komunikace a na úrovni regionální sítě datové komunikace. V přímém nebo převaděčovém režimu mohou být komunikace šifrované nebo nešifrované, podle rozhodnutí uživatelů. Všechny komunikace, v přímém i síťovém režimu, mohou být dále přešifrovány modifikátory klíčů. Každý z klíčů, použitých v síti, má svoji životnost, tzv. kryptoperiodu. Po jejím uplynutí musí být klíč vyměněn.

Z pohledu MRS podobně jako u autentizace nedošlo k implementaci šifrování komunikací. V tomto případě je zřejmé, že na síti jsou přenášeny velmi citlivé údaje (osobní údaje, lustrace, informace o krizových událostech, atd.), které by měly být nezbytně chráněny. Zároveň je nutné poznamenat, že některá data šifrovat není nutné (například poloha autobusů a tramvají nebo data pro veřejné informační tabule).

### **3.7.2 Zablokování přístupových nebo provozních práv terminálů**

Této služby se využívá při ztrátě nebo odcizení terminálu. Služba je rozdělena na dvě úrovně ochrany. První úroveň je pozastavení provozních práv terminálu operátorem taktického 24 hodinového dohledu. Terminál nemůže komunikovat v žádném ze systémových režimů do doby uvedení do provozu operátorem.

Druhá úroveň je zablokování terminálu operátorem taktického dohledu. Terminál ztratí práva na komunikace v systémových režimech. Navrácení komunikačních práv je možné pouze v servisním středisku.

### **3.7.3 Kritická informační infrastruktura**

Z pohledu bezpečnosti je zároveň důležité posoudit, jestli je MRS Kritickou informační infrastrukturou (KII). Pod tím se rozumí prvek nebo systém prvků kritické infrastruktury (podle § 2, písm. g) a písm. i) zákona č. 240/2000 Sb.) v odvětví komunikační a informační systémy v oblasti kybernetické bezpečnosti (§ 2 písm. b) zákona č. 181/2014 Sb.). V praxi se jedná o

takové informační nebo komunikační systémy, které naplní kritéria pro určení prvků KII viz níže uvedené schéma na Obr. č. 17.

V rámci procesu určování kritické informační infrastruktury hraje klíčovou roli NBÚ, který s dotčenými subjekty jedná, a to již před samotným určením. Samotné určení pak proběhne, po oboustranném jednání. U organizačních složek státu probíhá určení prvků KII vydáním usnesení vlády ČR. NBÚ navrhne Ministerstvu vnitra zařadit IS nebo KS do seznamu, který bude následně předložen vládě ČR. Vláda ČR rozhodne usnesením a navrhovaný IS nebo KS určí v příloze k tomuto usnesení prvkem KI. Podle § 2, písm. b) zákona č. 181/2014 Sb. se Váš KS nebo IS stává prvkem kritické informační infrastruktury.

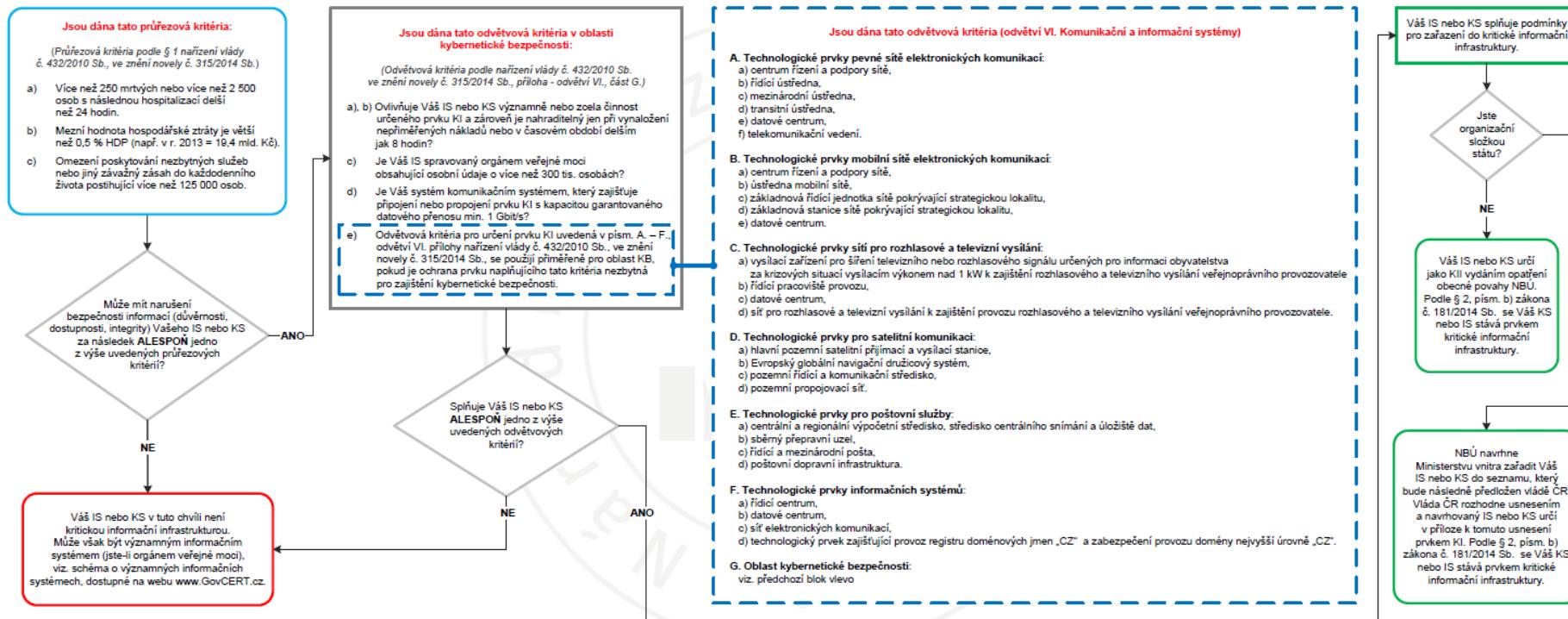
Při analýze MRS dle procesu určování KII můžeme dojít k závěrům, že některé z funkcí MRS mohou dle odvětvových kritérií splňovat podmínky nařízení vlády (konkrétně v oblastech dopravy, komunikačních a informačních systémů nebo nouzové služby), zvlášť pokud vezmeme v potaz případnou modernizaci ASVV nebo komunikační zakruhování.

Určení MRS jako KII by pak znamenalo nutnost splnění bezpečnostní požadavků, které jsou na takovou infrastrukturu kladený, což by dle našeho názoru vyžadovalo relativně významné investice.

Obr. č. 17: Proces určování kritické informační infrastruktury

## Kritická informační infrastruktura

Proces určování podle zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)  
a nařízení vlády č. 432/2010 Sb., o kritériích pro určení prvku kritické infrastruktury ve znění novely č. 315/2014 Sb.



Použité zkratky: IS - informační systém, KB - kybernetická bezpečnost, KI - kritická infrastruktura, KII - kritická informační infrastruktura, KS - komunikační systém, NBÚ - Národní bezpečnostní úřad, OOP - opatření obecné povahy

### Poznámka:

V rámci procesu určování kritické informační infrastruktury (KII) bude NBÚ s dotčenými subjekty jednat a to již před samotným určením. Samotné určení pak proběhne, po oboustranném jednání. U organizačních složek státu probíhá určení prvků KII vydáním usnesení vlády ČR. U orgánů nebo osob, které nejsou organizační složkou státu, probíhá určení vydáním opatření obecné povahy (OOP), které vydá NBÚ. NBÚ je k dispozici k případnému jednání a k poskytnutí metodické pomoci v rámci posuzení naplnění určujících kritérií.

### Upozornění:

Dokument slouží pouze jako podpůrné vodítko, nenahrazuje žádný ze zákonů a souvisejících prováděcích předpisů. Právo změny tohoto dokumentu vyhrazeno.

Při určení MRS jako KII by bylo nutné implementovat bezpečnostních opatření, která jsou pro správce KII vyžadována v souladu se zákonem o kybernetické bezpečnosti (zákon č. 181/2014 Sb.) a jeho prováděcího právního předpisu – vyhlášky č. 316/2014 Sb. Konkrétně jde o níže uvedená organizační a technická opatření dle vyhlášky o kybernetické bezpečnosti (VKB)<sup>4</sup>.

- Organizační opatření
  - Systém řízení bezpečnosti informací (VKB § 3)
  - Řízení rizik (VKB § 4)
  - Bezpečnostní politika (VKB § 5)
  - Organizační bezpečnost (VKB § 6)
  - Stanovení bezpečnostních požadavků pro dodavatele (VKB § 7)
  - Řízení aktiv (VKB § 8)
  - Bezpečnost lidských zdrojů (VKB § 9)
  - Řízení provozu a komunikací (VKB § 10)
  - Řízení přístupu a bezpečné chování uživatelů (VKB § 11)
  - Akvizice, vývoj a údržba (VKB § 12)
  - Zvládání kybernetických bezpečnostních událostí a incidentů (VKB § 13)
  - Řízení kontinuity činností (VKB § 14)
  - Kontrola a audit kybernetické bezpečnosti (VKB § 15)
- Technická opatření
  - Fyzická bezpečnost (VKB § 16)
  - Nástroj pro ochranu integrity komunikačních sítí (VKB § 17)
  - Nástroj pro ověřování identity uživatelů (VKB § 18) 3.2.4. Nástroj pro řízení přístupových oprávnění (VKB § 19)
  - Nástroj pro ochranu před škodlivým kódem (VKB § 20)
  - Nástroj pro zaznamenávání činností kritické informační infrastruktury a významných informačních systémů, jejich uživatelů a administrátorů (VKB § 21)
  - Nástroj pro detekci kybernetických bezpečnostních událostí (VKB § 22)
  - Nástroj pro sběr a vyhodnocení kybernetických bezpečnostních událostí (VKB § 23)
  - Aplikační bezpečnost (VKB § 24)
  - Kryptografické prostředky (VKB § 25)
  - Nástroj pro zajišťování úrovně dostupnosti (VKB § 26)

---

<sup>4</sup> Kompletní seznam opatření je pak v přehledné formě dostupný například zde: <https://www.govcert.cz/download/nodeid-588/>

- Bezpečnost průmyslových a řídicích systémů (VKB § 27)

Při pohledu na současný stav MRS, bude nutné provést komplexní implementaci organizačních opatření, která jsou v současné době často řešena hlavně operativně a zároveň ve všech případech nebyla formalizována. Z pohledu technické bezpečnosti lze na základě našeho porozumění současnemu stavu předpokládat, že jsou jednotlivá opatření v současné době alespoň částečně implementována, pro jejich komplexní posouzení by však měla být provedena kompletní bezpečnostní analýza (případně předaudit), která současný stav vyhodnotí a definuje jednotlivé kroky, které povedou k souladu s VKB. V rámci rozsahu této analýzy však tak rozsáhlé posouzení nebylo možné provést.

#### **3.7.4 Další aspekty spojené s provozem sítě**

Kromě bezpečnosti je nutné při posuzování současného stavu sítě přihlédnout i k dalším aspektům jejího provozu. Většina z nich již byla zmíněna v průběhu předchozích analýz, níže je pak uvedena jejich velmi stručná rekapitulace:

- Spolehlivost – dostupnost hlasových služeb v síti MRS TETRA je vynikající, kde v podstatě vůbec nedochází k výpadku při sestavení hovorových spojení nebo při přenosu SDS (více viz kapitola 3.2.4).
- Dostupnost – v současné době, i přes významné stáří některých prvků infrastruktury sítě vykazuje vysokou dostupnost. Množství identifikovaných výpadků je dle pravidelných zpráv od SO minimální (více kapitola 3.2.4).
- Ochrana před interferencemi – na základě přeladění, které probíhá v roce 2016, by měly být eliminovány hlášené konflikty se sítí komerčního operátora Air Telecom, což byly jediné identifikované problémy s rušením.
- Nezávislost – provozovaná síť je plně pod kontrolou MHMP, takže má z pohledu nezávislosti velmi dobré parametry. Jediným potenciálním problémem může být z pohledu nezávislosti velké množství aktivit realizovaných servisní organizací, které jsou ovšem v telekomunikačním odvětví standardem.

#### **3.7.5 Závěr**

Z pohledu další specifických požadavků je nutné vyzdvihnout hlavně bezpečnost, která je v současné době vzhledem k citlivosti systému na tristní úrovni. Autentizace do sítě nefunguje, což umožňuje přihlášení neautorizovaných uživatelů a nedochází ani k šifrování potenciálně velmi citlivých dat. Ostatní aspekty spojené s provozem sítě jsou standardní a nevykazují na základě obdržených dat významné problémy.

### 3.8 Shrnutí jednotlivých výstupů do přehledu silných a slabých stránek

Na základě dokumentů, které nám byly předány, a jejich analýzy jsme vytvořili následující tabulku silných stránek, slabých stránek, příležitostí a hrozeb.

*Tab. č. 21: SWOT analýza sítě MRS – hodnocení reality z obdržené dokumentace*

<b>Silné stránky:</b>	<b>Slabé stránky:</b>
Dedikovaná síť pro kritickou komunikaci	Nízké pokrytí okrajových částí města
Vysoká spolehlivost	Zastaralé terminály
Efektivní využití kapacit plně dostačuje potřebám města	Slabé zabezpečení sítě
Specifické charakteristiky vhodné pro kritickou komunikaci	Plánování investic v rámci jednotlivých rozpočtových období
	Operativní schvalování využití systému
	Nedostačující kapacity v případě rozšiřování funkcionality
<b>Příležitosti:</b>	<b>Hrozby:</b>
Rozšíření využití služeb sítě nad rámec kritické komunikace	Nahrazování MRS službami mobilních operátorů
	Překryv s dalšími sítěmi pro kritickou komunikaci (hlavně síť MV ČR)
	Nejasná doba podpory z pohledu výrobce

*Zdroj: analýza KPMG*

Z tabulky je zřetelné, že v současné době síť splňuje svůj účel dedikované sítě pro kritickou komunikaci. Jejími hlavními nevýhodami jsou chybějící pokrytí, zabezpečení a zastaralé terminály. Z pohledu rozvoje sítě lze pak konstatovat, že u něj dochází spíše k operativnímu řízení, které reaguje na požadavky uživatelů, než k dlouhodobému koncepčnímu řešení.

Potenciální příležitostí může být rozvoj využití MRS nad rámec stávajících možností, kde ale není zřejmé, jestli by mohl MRS splňovat všechny požadavky hlavně z pohledu větších objemů dat a širokopásmových služeb. MHMP zároveň v současné době neregistruje požadavky uživatelů na tyto služby a v této oblasti lze také čekat konkurenci od komerčních mobilních operátorů, kteří jsou schopní dodávat služby pro méně kritická využití MRS.

Uvedená rizika mají v současné době velmi nízkou pravděpodobnost výskytu, ale z pohledu MHMP je nutné je v budoucnosti monitorovat a pravidelně vyhodnocovat, protože jejich pravděpodobnost může v následujících letech významně vzrůst.

## 4 Definice možností rozvoje sítě

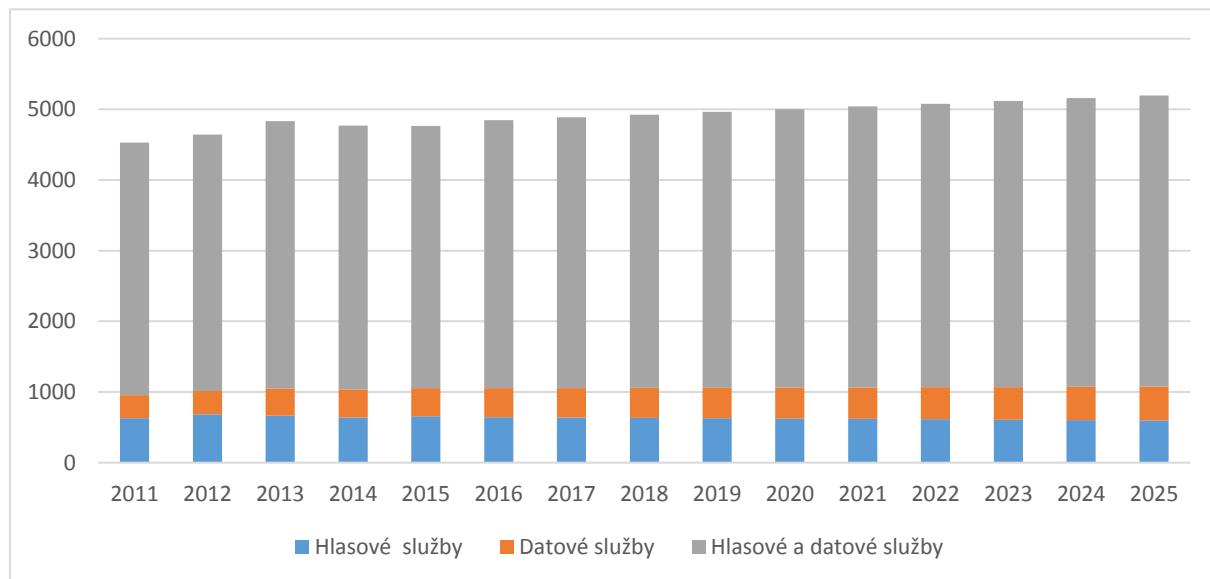
### 4.1 Předpověď očekávané poptávky po aktuálních službách

KPMG provedla dotazníkové šetření mezi hlavními uživateli služeb MRS, jehož cílem byla identifikace spokojenosti s aktuálně nabízenými službami, a stejně tak hodnocení využívání současných služeb. Zároveň proběhly individuální rozhovory s vybranými zástupci uživatelů za účelem předpovědi očekávané poptávky po aktuálních i nově nabízených službách.

Z analýzy výstupů tohoto šetření vyplynulo, že uživatelé jsou s kvalitou současně nabízených služeb spokojeni, MRS pro ně představuje vhodný prostředek pro hlasovou komunikaci a sledování polohy či pro využívání telemetrických údajů. Služby nad rámec výše popsaných si někteří uživatelé (převážně MP HMP) zřizují nebo plánují zřídit u komerčních operátorů z důvodu vyšší náročnosti na datovou kapacitu (jedná se o využívání širokopásmové sítě, kterou v současnosti MRS není). DP naopak indikoval, že plánuje nadále využívat MRS a širokopásmové služby dlouhodobě nepožaduje.

Je tak možné očekávat, že doposud se vyvíjející poptávka po službách, jejíž složení je možné označit za konstantní (viz Graf č. 49) bude pokračovat i do budoucna.

Graf č. 49: Předpověď využívaných služeb MRS (v letech 2016-2025)



Zdroj: data poskytnutá SSHMP

Ke stejnemu závěru je možné dojít z výsledků dotazování hlavních uživatelů MRS. Velikost poptávky i její struktura tak s nejvyšší pravděpodobností zůstane v příštích 5 letech konstantní,

je možné očekávat změny do 20 %, které by neměly významně ovlivnit stávající kapacitní využití sítě.

Největší vývoj je možné spatřovat u služeb datových, které se v současné době používají stále více k přenosu dat z různých zařízení. Kombinace datových a hlasových služeb se bude vyvíjet v závislosti na počtu nově pořizovaných terminálů uživateli, očekávaný růst je přibližně 10 %. Samotné hlasové služby již budou spíše klesat, celkem o 10 %. Odhad poptávky subjektů na případné rozšíření sítě o širokopásmové služby nelze pak na základě poskytnutých dat jednoduše predikovat.

## 4.2 Příklady z provozu podobných sítí ze zahraničí

Při pohledu na Obr. č. 18 možné spatřit využívání sítí TETRA jak na národní, tak lokální úrovni. V textu níže je pro vybrané případy více rozepsán postup nasazení sítě TETRA, její využití a plánovaný rozvoj sítě.

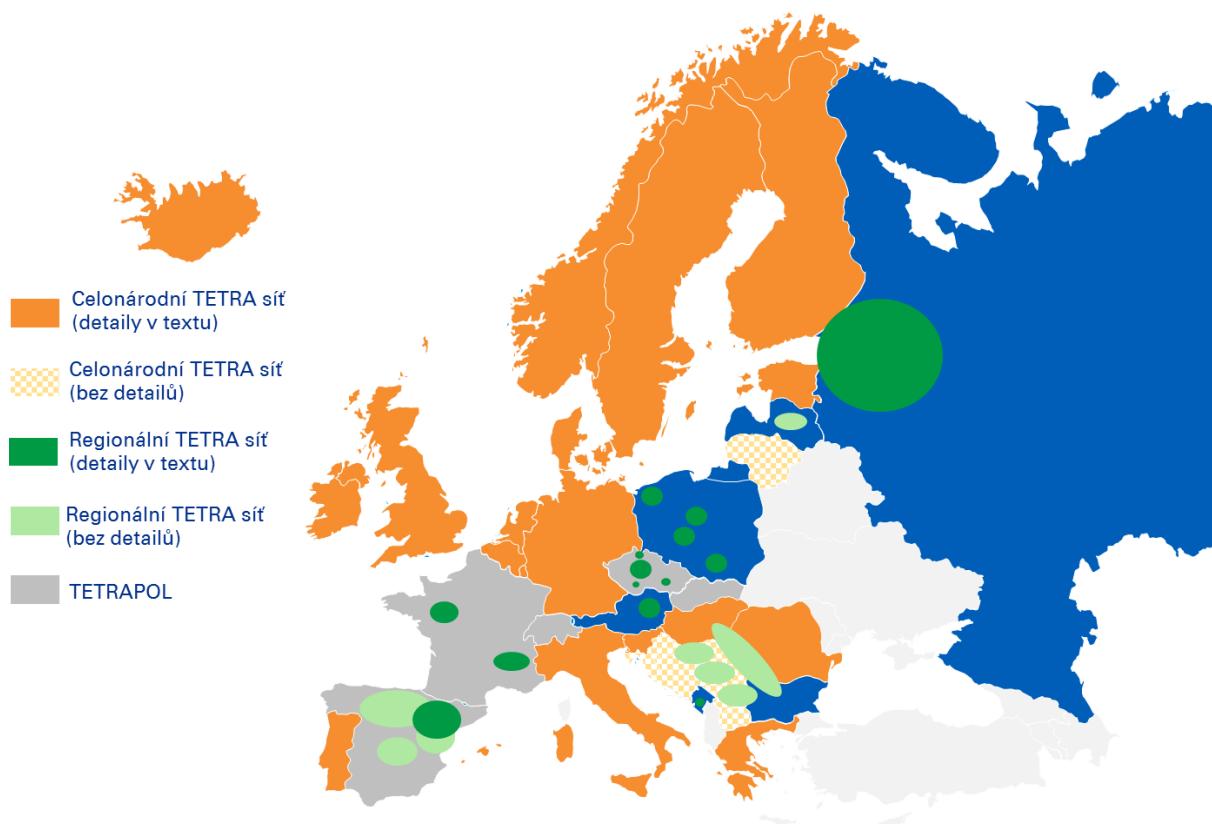
### 4.2.1 Úvod

Cílem této kapitoly je shrnout aktuální poznatky o provozu sítí určených hlavně pro krizovou komunikaci. Naše zaměření je hlavně na sítě v rámci Evropy, ale analyzujeme také konkrétní zajímavé příklady i z jiných zemí. Cílem kapitoly je identifikovat na zahraničních trzích možné paralelní scénáře, které by mohly být využity v rámci budoucího rozvoje MRS. Při analýze zahraničních trhů vycházíme hlavně z veřejně dostupných informací. Pro potřeby poznání detailního stavu v klíčových zemích na základě první analýzy pak zástupci KPMG vytvořili dotazník, který byl MHMP ve spolupráci s velvyslanectvími vybraných zemí distribuován osobám zodpovědným za provoz podobných systémů.

Z Obr. č. 18 je patrné, že pro tyto účely je napříč evropským kontinentem využita hlavně síť TETRA, ale využívána je také síť Tetrapol. Využití sítě TETRA má převážně celonárodní charakter, existují ale i případy jejího regionálního využití jako například v Praze, nebo oblasti Katalánska, kde je síť vlastněna a provozována Katalánskou vládou pro potřeby bezpečnostních složek. Regionální využití sítě TETRA je dále možné spatřit v oblasti Vídně, Dolního Rakouska a Tyrolska, pro účely policejních, zdravotnických a hasičských služeb. V polských městech Varšava, Krakov a Štětín je síť TETRA využívána složkami záchranného systému a regionálních krizových center, zároveň však docházelo k pokusům o rozšíření sítě na celonárodní úroveň, tento projekt však byl dočasně zastaven. Na území Francie slouží síť TETRA pro potřeby městské hromadné dopravy ve městech Paříž a Lyon.

Podstatně širší zastoupení technologie TETRA je možné spatřit při pohledu na příklady celonárodního využití. V zemích jako například Portugalsko, Německo, Belgie, či Itálie je možné spatřovat aktivity spojené s rozsáhlým budováním sítě pro kritickou komunikaci s využitím technologií TETRA: V těchto případech je síť využívána desetitisíci aktivními uživateli z řad bezpečnostních a záchranných jednotek. Do údržby či rozvoje sítě je v těchto případech investováno velké množství prostředku, kupříkladu v Itálii podepsalo ministerstvo vnitra zakázku na 450 MEUR.

Obr. č. 18: Mapa využívání sítě TETRA



Pozn. Mapa byla vytvořena na základě veřejně dostupných údajů. U regionálních sítí jsou zobrazeny hlavně nasazení většího rozsahu

Zdroj: Analýza KPMG

Současný stav v jednotlivých zemích pak ilustruje následující tabulka, detailní popis stavu v každé zemi pak následuje.

Tab. č. 22: Přehled základních parametrů implementovaných sítí TETRA napříč evropskými zeměmi.

Země	Rok uvedení do provozu	Náklady investiční (mil EUR)	Roční provozní náklady (mil EUR)	Počet uživatelů	Počet základnových stanic	Celonárodní / regionální	Pokrytí	Budoucí rozvoj a další využití sítě	Poznámky
Belgie	2003	n/a	43	70 000	400	celonárodní	celé území	snižení ročního rozpočtu z 43 mil. EUR na 11 mil. EUR	
Černá Hora	2012	n/a	n/a	n/a	n/a	regionální	Podgorica	plánována třetí fáze výstavby	
Dánsko	2010	n/a	n/a	21 000	500	celonárodní	99,5 % území	n/a	vláda nakupuje jako službu za měsíční poplatek od soukromého provozovatele a vlastníka sítě
Estonsko	2008	n/a	n/a	n/a	n/a	celonárodní	celé území	n/a	
Finsko	2002	n/a	n/a	60 000	1350	celonárodní	celé území	hybridní TETRA a LTE sítě	
Francie	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	regionální	MHD v Paříži a Lyonu	přechod na LTE v 400 a 700 Mhz	
Irsko	2008	n/a	n/a	20 000	n/a	celonárodní	celé území	n/a	
Island	2008	n/a	n/a	5 000	150	celonárodní	95 % populace	n/a	
Itálie	n/a	n/a	n/a	30 000	3100	celonárodní	celé území	2015 smlouva o dalším rozvoji za 450 mil EUR	
Lotyšsko	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	regionální	n/a	n/a	soukromá sítě pro těžařské společnosti
Lucembursko	2015	n/a	n/a	11 500	75	celonárodní	celé území	n/a	
Maďarsko	2006	n/a	n/a	42 000	270	celonárodní	celé území	rok 2013 rozvoj sítě za 9,5 mil EUR, 2016 smlouva o údržbě	
Německo	n/a	n/a	n/a	557 000	4300	celonárodní	97 % území	n/a	
Nizozemsko	2007	n/a	n/a	40 000	400	celonárodní	celé území	2015 smlouva o renovaci sítě	
Norsko	2015	385	n/a	45 000	2170	celonárodní	celé území	n/a	
Polsko	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	regionální	Varšava, Štětín, Lodž, Krakov	n/a	
Portugalsko	2013	n/a	n/a	53 000	n/a	celonárodní	celé území	n/a	
Rakousko	2002	n/a	n/a	n/a	351	celonárodní (2019)	n/a	plánovaný provoz na celém území od roku 2019	celonárodní TETRA aktuálně ve výstavbě prozatím funkčnost pouze ve Vídni, provincii Dolního Rakouska a Tyrolska
Rumunsko	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	celonárodní	70 % území	n/a	
Rusko	2011	n/a	n/a	20 000	n/a	regionální	Severozápadní federální okruh		

Řecko	2004	n/a	5	n/a	n/a	celonárodní	70 % populace	v roce 2014 se uvažovalo o přerušení provozu
Slovinsko	2005	n/a	n/a	20 000	64	celonárodní	celé území	2015 smlouva o údržbě na dalších pět let
Srbsko	2009	n/a	n/a	50 000	250	celonárodní	celé území	do budoucna rozšíření o další funkčnost
Španělsko	2005	21	2	21 000	290	regionální	Katalánsko	n/a
Švédsko	2006	n/a	n/a	50 000	1800	celonárodní	99,8 % populace, 95 % území	2015 smlouva o údržbě
Velká Británie	2005	n/a	585	300 000	n/a	celonárodní	celé území	přechod na LTE do roku 2020

Zdroj: Analýza KPMG

MHMP ve spolupráci s KPMG kontaktoval zahraniční provozovatele sítí pro kritickou komunikaci za účelem získání zkušeností zahraničních subjektů s tímto typem sítě a informací o plánovaném rozvoji této sítě. V době finalizace tohoto dokumentu však nebyly dostupné odpovědi na dopis zasláný oficiální formou<sup>5</sup>, který je součástí přílohy. Vyjádření zahraničních subjektů tak budou doplněna do přílohy tohoto dokumentu pracovníky MHMP zodpovědnými za tuto zakázku.

---

<sup>5</sup> V případě švédských ozbrojených sil byl dopis posílan skrze českou ambasádu ve Švédsku.

#### 4.2.2 Belgie<sup>678</sup>

Systém A.S.T.R.I.D. byl implementován mezi roky 2000-2003. V současné době poskytuje skrze 400 základnových stanic a 10 dispečinků rádiovou síť pro více než 70 000 uživatelů. Hlavními uživateli sítě jsou převážně složky pohotovostního charakteru, jako například lokální a národní policie (24 555 resp. 5 057 terminálů), hasičské sbory (29 519 terminálů), zdravotní služby (2 197), červený kříž (1 180), civilní ochrana (790), obrana (720), celní správa (616) atd., což představuje 93 % připojených terminálů.

Budoucí rozvoj sítě není jistý, jelikož došlo ke snížení plánovaného ročního rozpočtu pro potřeby kritické komunikace z 43 MEUR na 11 MEUR. Nedávné teroristické útoky zároveň ale poukázaly na potřebu sítě pro kritickou komunikaci a je tak možné, že bude snížení investic v blízké době přehodnoceno.

#### 4.2.3 Černá Hora<sup>91011</sup>

V Černé Hoře se první fáze projektu TETRA sítě spustila v roce 2012, a to v oblasti Podgorica. Druhá fáze byla v plánu do konce roku 2015 a cílem bylo pokrýt další města v severní části Černé Hory. V poslední třetí fázi je plánováno pokrýt hranice Černé Hory, případně dokončit pokrytí území, které nebylo pokryto v prvních dvou fázích.

Síť je v Černé Hoře určena pro hasičský záchranný sbor, záchrannou službu, bezpečnostní složky a některé soukromé subjekty. Za účelem budování TETRA sítě založila vláda Černé Hory společně s rakouskou společností EOSS Innovationsmanagement GmbH firmu pojmenovanou Wireless Montenegro.

---

6 Dostupné z <http://www.tandcca.com/about/article/24568>

7 Dostupné z <http://www.wireless-mag.com/News/38153/belgium%20%99s-astrid-tetra-emergency-services-network-continues-to-expand.aspx>

8 Dostupné z <http://www.tetraday.com/news/astrid-provides-details-of-the-plan-to-strengthen-brussels-tetra-network-in-the-wake-of-22-march-attacks>

9 Dostupné z [http://www.wirelessmontenegro.com/?page\\_id=2951&lang=en](http://www.wirelessmontenegro.com/?page_id=2951&lang=en)

10 Dostupné z [http://www.wirelessmontenegro.com/?page\\_id=2938&lang=en](http://www.wirelessmontenegro.com/?page_id=2938&lang=en)

11 Dostupné z <http://www.tetra-applications.com/29722/news/tetra-communications-to-start-for-montenegro-border-police>

#### **4.2.4 Dánsko<sup>1213</sup>**

TETRA síť s názvem SINE byla v Dánsku uvedena do provozu v roce 2010, přičemž dodavatelem řešení byla dceřiná společnost DBK společnosti Motorola Solutions. Dnes je v provozu přibližně 500 základnových stanic a síť využívá 21 000 uživatelů. Síť pokrývá 99,5 % území.

Dánský zákon ukládá všem bezpečnostním a záchranným složkám povinnost používat síť SINE. Uživateli jsou jmenovitě policie, hasičský záchranný sbor, záchranná služba, dánské vojenské letectvo, dánské námořnictvo, dánský úřad pro krizové situace a další.

Celý systém byl vybudován společností DBK, která ho stále vlastní a udržuje. Jednotlivým uživatelům tedy prodává síť jako službu s odpovídajícími SLA. Dánská vláda tedy neplatila prvotní investice do zbudování sítě, ale platí pouze měsíční poplatky za přístup do sítě.

#### **4.2.5 Estonsko<sup>1415</sup>**

V Estonsku je systém TETRA v provozu od roku 2008. Hlavními uživateli sítě pojmenované EDTN jsou policejní složky, hraniční stráž, záchranné složky, celní správa a obranné složky. Celonárodní síť je schopna spolupracovat i s Finskou TETRA sítí. Estonsko a Finsko si tak tedy přes systém TETRA mohou vyměňovat informace. EDTN sestává zhruba ze 100 základnových stanic, které pokrývají celé území.

V roce 2016 byla uzavřena smlouva o dodání nových záznamových zařízeních schopných operovat v systému TETRA 6.0, jelikož došlo k aktualizaci z verze 5.5 a stávající zařízení nebyla podporována.

#### **4.2.6 Francie<sup>161718</sup>**

Francie v roce 2010 dokončila celonárodní síť pro bezpečnostní a záchranné složky postavenou na technologii Tetrapol. V roce 2016 vláda vyhradila Francie nové spektrum pro krizovou

---

12 Dostupné z <http://www.sikkerhedsnet.dk/en/about-sine/>

13 Dostupné z

[https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/services/3\\_run/security\\_maintenance/\\_channeldetails/xu-en/building\\_owning\\_and\\_operating\\_denmark\\_s\\_nationwide\\_tetra\\_network.pdf](https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/services/3_run/security_maintenance/_channeldetails/xu-en/building_owning_and_operating_denmark_s_nationwide_tetra_network.pdf)

14 Dostupné z [http://riverpublishers.com/journal/journal\\_articles/RP\\_Journal\\_1902-097X\\_212.pdf](http://riverpublishers.com/journal/journal_articles/RP_Journal_1902-097X_212.pdf)

15 Dostupné z <http://mccmag.com/News/NewsDetails/NewsID/14136>

16 Dostupné z <http://mccmag.com/News/NewsDetails/NewsID/22250>

17 Dostupné z <http://www.tetraday.com/news/selecom-ensures-tetra-coverage-for-25-paris-metro-stations-in-ratp-agreement>

18 Dostupné z <http://www.tetraday.com/news/thales-to-upgrade-lyons-public-transportation-network>

komunikaci ve frekvenčním pásmu 700 Mhz a zároveň indikovala, že chce v blízké budoucnosti přejít na provoz sítě na technologii LTE<sup>19</sup>.

Systém TETRA je ve Francii využíván pro firmu RATP a SYSTRAL. Obě jsou to firmy zajišťující veřejnou dopravu. První jmenovaná je operátorem městské hromadné dopravy v Paříži a druhá v Lyonu.

#### 4.2.7 Finsko<sup>20212223</sup>

Výstavba finské rádiové TETRA sítě VIRVE začala v roce 1998 a od roku 2002 představuje oficiální národní rádiovou síť pro potřeby kritické a vládní komunikace. Primárními uživateli sítě jsou policejní složky, záchranný sbor, celní správa, pohraniční jednotky, sociální a zdravotní úřady a Finské ozbrojené síly, přičemž celkem je síť využívána cca 60 000 uživateli za použití cca 1 350 základových stanic.

V budoucnu se bude síť VIRVE transformovat v hybridní síť za použití technologií TETRA a LTE. Pro tyto účely již došlo k vytvoření virtuálního operátora a distribuci prvních SIM karet (leden 2016). Ve výsledku si tak uživatelé mohou vybrat, prostřednictvím kterého zařízení se připojí k síti (PDA, laptop atd.) při zachování původní sítě určené ke kritické komunikaci podpořené možností vysokorychlostního datového toku v komerční širokopásmové síti.

Řešení rádiové komunikace prostřednictvím systému TETRA se Finské vládě zamlouvá do té míry, že se z důvodu vysoké míry úspor (100 000 000 EUR za 10 let) rozhodla migrovat současné GSM-R řešení drážní komunikace na síť TETRA. Migrace by měla být dokončena do konce roku 2018. V létě roku 2015 udělila Evropská komise výjimku pro používání systému TETRA místo GSM-R pro drážní komunikační systém.

#### 4.2.8 Irsko<sup>24</sup>

V Irsku začalo budování sítě TETRA v roce 2008. V současné době síť pokrývá 97 % zařízení z celkového počtu 20 000 uživatelů. Nejvýznamnějšími uživateli sítě jsou národní policie, hasiči a zdravotnický personál. Pokrytí TETRA dosahuje 2 000 stop nad zemí a 20 km mimo pevninu

---

19 Dostupné z <http://www.mccmag.com/Features/FeaturesDetails/FID/642>

20 Dostupné z <http://www.tetra-applications.com/32096/>

21 Dostupné z <https://en.wikipedia.org/wiki/VIRVE>

22 Dostupné z <http://www.tetra-applications.com/29762/news/finnish-railways-moves-from-gsm-r-to-virve-tetra-service>

23 Dostupné z [https://oppex.com/notice/TED\\_b53746819a5a100d48b71ff138fcdbc8](https://oppex.com/notice/TED_b53746819a5a100d48b71ff138fcdbc8)

24 Dostupné z <http://www.tetraday.com/news/tetra-ireland-five-years-on>

umožňuje spolupráci s pobřežní stráží, a stejně tak i se zasahujícími helikoptérami. Pokrytí části moře zároveň využívají i rybářské spolky a další rybářské organizace.

I přes omezené možnosti datových přenosů přes TETRA systém se prozatím ředitel státní firmy provozující TETRA staví k případnému rozšíření na technologii TEDS rezervovaně. Informace o dalším možném vývoji nejsou dostupné.

#### 4.2.9 Island<sup>25</sup>

Současná podoba rádiové sítě pro kritickou komunikaci na území Islandu byla uvedena v provoz v roce 2008. Síť TETRA celkem pokrývá 95 % populace a většinu hlavních silnic. Dnes síť sestává z celkem 150 základnových stanic a 3 000 terminálů. Do systému je registrovaných přibližně 5 000 uživatelů. Dodavatelem řešení byla společnost Motorola Solutions. Blížší informace o rozvoji nejsou veřejně dostupné.

#### 4.2.10 Itálie<sup>2627</sup>

Itálie má v provozu TETRA síť s názvem PIT (Programma Interpolizie TETRA – TETRA Interpolice Programme). Síť je primárně určena pro všechny policejní složky s možným rozšířením na další složky záchranného systému. PIT je rozdělený do čtyř regionů a má jedno národní centrum. Síť se skládá z 3 100 základnových stanic. Celkem bude síť využívat 30 000 aktivních uživatelů, kteří uskuteční 40 000 individuálních hovorů a 215 000 skupinových hovorů.

Na konci roku 2015 podepsalo italské ministerstvo vnitra smlouvu s firmou Finmeccanica o dalším rozvoji sítě PIT. Celková cena zakázky je 450 milionů EUR.

#### 4.2.11 Lucembursko<sup>28</sup>

Lucembursko začalo s budováním národní TETRA sítě (Renita) v roce 2014 s plánovaným spuštěním v roce 2015. V plánu bylo postavit 75 základnových stanic za účelem pokrytí celé rozlohy země. Síť bude využívána 11 500 uživateli. Hlavními uživateli sítě bude celní správa, správa silnic a mostů, záchranné složky, armáda, národní krizové centrum, policie a zpravodajská služba. Dodavatelem řešení je společnost Motorola Solutions.

---

25 Dostupné z

[https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/solutions/tetra\\_solutions/\\_documents/tetra\\_iceland\\_case\\_study.pdf](https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/solutions/tetra_solutions/_documents/tetra_iceland_case_study.pdf)

26 Dostupné z [http://www.tandcca.com/Library/Documents/TETRA\\_Resources/Library/Presentations/Mumbai2010Will.pdf](http://www.tandcca.com/Library/Documents/TETRA_Resources/Library/Presentations/Mumbai2010Will.pdf)

27 Dostupné z <http://www.defense-aerospace.com/articles-view/release/3/170187/finmeccanica-wins-%E2%82%AC450m-italian-tetra-contract.html>

28 Dostupné z <http://tetra-applications.com/27338/news/grand-duchy-of-luxembourg-chooses-tetra>

Projekt vybudování národní TETRA sítě se oproti plánu mírně zpozdil a stále není oficiálně spuštěný. Dle oficiálních zdrojů je již třeba dokončil jen drobnosti a ke spuštění by mělo dojít velmi brzy.

#### 4.2.12 Maďarsko<sup>293031</sup>

Maďarsko spustilo svou sít EDR v roce 2006. V současné době je provozováno 270 základnových stanic, které obslouží 42 000 terminálů po celé zemi. Přes EDR v Maďarsku komunikuje policie, celní správa, hasičský záchranný sbor, záchranná služba, úřad prevence katastrof a další. V roce 2012 koupila maďarská vláda firmu Pro-M provozující EDR síť od firem Magyar Telekom a T-Mobile Hungary, které stály u spuštění sítě.

V roce 2013 byl zahájen projekt modernizace EDR sítě společností Cassidian SAS Hungary branch. Cílem tohoto projektu bylo vybudovat 23 nových základnových stanic za účelem zvýšení kapacity a pokrytí větší části území. Celkové náklady na modernizaci sítě byly vyčíslené na zhruba 9,5 milionů EUR.

Na začátku roku 2016 byla podepsána smlouva mezi maďarskou vládou a firmou Airbus Defence and Space o údržbě sítě EDR. Kontrakt byl podepsán na pět let.<sup>32</sup>

#### 4.2.13 Německo<sup>33</sup>

Na území Německa bylo společností Airbus Defence and Space rozmístěno přes 4 300 základnových stanic TETRA s 62 ústřednami, celkové odhadované pokrytí tak činí 97 % území s více než 557 000 uživateli, celý systém je postaven na páteřní sítí BOSNet. V roce 2007 byla vládou schválena a podepsána smlouva na vybudování TETRA sítě, přičemž za výstavbu a údržbu sítě zodpovídala nově zřízená Federální agentura pro digitální rozhlasové vysílání nouzového provozu (BDBOS). Jednotlivé spolkové země se podílí na hrazení nákladů na provoz sítě určené pro jednotky státní a federální policie, civilní ochrany (THW), hasičů, záchranné služby a regulačních orgánů.

---

29 Dostupné z [http://www.keytouch.info/case\\_studies/?itemid=106](http://www.keytouch.info/case_studies/?itemid=106)

30 Dostupné z <http://tetra-applications.com/21506>

31 Dostupné z <http://english.pro-m.hu/News/2013/MODERNIZATION-OF-EDR-SYSTEM-STARTED/>

32 Dostupné z <http://www.tetra-applications.com/31989/news/airbus-defence-and-space-will-maintain-hungary-s-nationwide-tetra-network-for-five-more-years>

33 Dostupné z [https://de.wikipedia.org/wiki/Digitalfunk\\_der\\_Behörden\\_und\\_Organisationen\\_mit\\_Sicherheitsaufgaben](https://de.wikipedia.org/wiki/Digitalfunk_der_Behörden_und_Organisationen_mit_Sicherheitsaufgaben)

V dubnu 2016 se dohodla společnost Airbus Defense and Space s německým ministerstvem vnitra na dodání dalších terminálů pro TETRA síť. Smlouva je platná do roku 2017 s možností dalšího prodloužení o 2 roky.

#### 4.2.14 Nizozemsko<sup>3435</sup>

Mezi lety 2003 a 2007 došlo k budování C2000, nizozemské TETRA síti. Síť je provozována v pásmu 380-400 MHz, prostřednictvím cca 400 základnových stanic. Celkem je síť připravená na 40 000 uživatelů. Dodavatelem řešení byla společnost Motorola Solutions.

Mezi uživatele systému se řadí policie, požární sbor, záchranné služby, poběžní hlídka, celní správa, vojenská zpravodajská a bezpečnostní služba i civilní zpravodajská a bezpečnostní služba.

V roce 2015 byl podepsán kontrakt mezi holandským ministerstvem spravedlnosti a Hytera Mobilfunk GmbH na „renovaci“ celonárodní C2000 TETRA síti.

#### 4.2.15 Norsko<sup>36</sup>

Norská TETRA síť Nødnett byla spuštěna v roce 2015 a pokrývá většinu území Norska. Síť využívá nejmodernější TETRA systém aktuálně dostupný na trhu – TETRA 2, který obsahuje i technologii TEDS (TETRA Enhanced Data Services). TEDS je v Norsku nasazena na zhruba třetině základnových stanic. Celkem se Nødnett skládá z 330 telefonních center tísňového volání a 2 170 základnových stanic. Počet uživatelů síti dosahuje čísla 45 000 a převážně ji používají policejní složky, hasičský záchranný sbor, zdravotní záchranná služba, dobrovolnické bezpečnostní organizace a celní správa. Celkem se přes Nødnett uskuteční 1,5 milionů hovorů každý měsíc.

Norsko uzavřelo desetiletou smlouvu s dodavatelem Motorola Solutions. Součástí smlouvy je dohoda o operační podpoře, poskytování funkčních změn a také posilování kapacity síti. Síť je připravena na případnou aktualizaci na LTE. Celkové náklady pro vybudování síti se pohybují okolo 385 miliónů EUR. Veškeré investice hradí vláda a veškeré provozní náklady budou hradit uživatelé síti.

---

34 Dostupné z

[https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/b2b\\_internationalization\\_patni/\\_documents/success\\_stories/\\_static\\_files/c2000\\_netherlands\\_casestudy.pdf](https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/b2b_internationalization_patni/_documents/success_stories/_static_files/c2000_netherlands_casestudy.pdf)

35 Dostupné z <http://www.wireless-mag.com/News/32388/hytera-mobilfunk-wins-dutch-c2000-tetra-network-upgrade.aspx>

36 Dostupné z <http://www.tetratoday.com/news/norway-completes-public-safety-tetra-network-noednett>

#### **4.2.16 Polsko<sup>373839</sup>**

Polské policejní jednotky měst Lodz, Krakow, a Szczecin nahrazují zastaralou komunikační infrastrukturu technologií TETRA. Infrastruktura sítě TETRA bude sdílená s dalšími složkami záchranného systému jako záchranná služba nebo regionální krizové centrum. Dodavatelem řešení je společnost Sepura ve spolupráci SRS Poland a RadioPartners.

V roce 2014 také bylo rozhodnuto o modernizaci TETRA systému, který pokrývá Warsaw, Szczecin a Krakow. Zakázku vyhrála firma Rohill a v první fázi bude modernizace sítě stát 1 milion EUR. Do budoucna se počítá s dalšími neupřesněnými výdaji a celkovým počtem až 600 základnových stanic. Původní TETRA síť bude nahrazena technologií TetraNode, která umožní budoucí integraci se sítí LTE v případě potřeby.

Tender na celonárodní TETRA systém sestávající celkem z 1 500 základnových stanic a s odhadovaným počtem 140 000 uživatelů byl v roce 2011 zastaven a od té doby nebyl vypsán nový.

#### **4.2.17 Portugalsko<sup>40</sup>**

V Portugalsku je od roku 2013 v provozu celonárodní síť pojmenovaná SIRESP. Uživateli sítě jsou záchranné a bezpečnostní složky Portugalska. Cílem projektu SIRESP bylo umožnit jednotlivým složkám IZS a bezpečnostním složkám hlasovou a datovou komunikaci. Celkem je v síti 53 000 uživatelů.

Za účelem vybudování a provozu sítě byla založena společnost Sireps SA, která je konsorcium firem Portugal Telecom, Esegur, SLN, Datacomp a Motorola. Vláda uzavřela s tímto konsorcium celkem 15 letou smlouvu na vybudování a následný servis a provoz sítě.

#### **4.2.18 Rakousko<sup>41 42</sup>**

Rádiový systém Adonis byl v Rakousku zahájen v roce 2002 podpisem smlouvy mezi Ministerstvem vnitra a společností Consortium, jejímž předmětem byla dodávka systému,

---

37 Dostupné z <http://www.sepura.com/news-events/news/2015/three-police-forces-in-poland-deploy-sepura-tetra-solutions/>

38 Dostupné z <http://www.rohill.nl/news/99-rohill-to-build-large-polish-tetra-network>

39 Dostupné z <http://tetraforum.pl/doc/Poland-preps-for-nationwide-TETRA-network-by-Robert-Mikulski-RadioResource-International-Q2-2011.pdf>

40 Dostupné z [http://www.tandcca.com/Library/Documents/TETRA\\_Resources/Library/2007\\_SIRESP\\_Portugal.pdf](http://www.tandcca.com/Library/Documents/TETRA_Resources/Library/2007_SIRESP_Portugal.pdf)

41 Dostupné z [https://de.wikipedia.org/wiki/Funksystem\\_der\\_BOS\\_in\\_%C3%96sterreich](https://de.wikipedia.org/wiki/Funksystem_der_BOS_in_%C3%96sterreich)

42 Dostupné z <http://www.tetra-applications.com/30452/news/tetron-tetra-network-soon-to-cover-the-province-of-steiermark-austria>

výstavba 1 300 základnových stanic a 15 letá údržba v hodnotě 1,2 miliardy EUR. V roce 2003 došlo k přerušení kontraktu oběma stranami a v roce 2004 vypisovalo Ministerstvo vnitra nový tender na rádiovou síť pro účely policejních, zdravotnických a hasičských služeb. Nový rádiový systém nese název Tetron a postupně dochází k jeho rozšiřování, avšak k roku 2015 je aktivní pouze v městě Vídeň, provincii Dolního Rakouska a Tyrolska. V současnosti systém operuje za pomocí 351 základnových stanic. Provincie Korutany, Salzburg, Horní Rakousko a Burgenland se rozhodnuty podpořit budování sítě Tetron. Očekává se, že k plnému pokrytí Rakouského území dojde v roce 2019.

#### **4.2.19 Rumunsko<sup>43</sup>**

Provoz systému TETRA v Rumunsku má na starost státní společnost Special Telecommunication Service (SPS). V provozu je cca 55 000 terminálů a pokryto je přibližně 70 % území. Systém využívají bezpečnostní a záchranné složky. Síť je v provozu od roku 2008 a její funkcionality je postupně rozšiřována.

#### **4.2.20 Rusko<sup>44</sup>**

V roce 2011 byla v Severozápadním federálním okruhu Ruska a městě Petrohrad spuštěna TETRA síť pro 20 000 uživatelů s připravenou kapacitou pro 65 000 uživatelů. Primárními uživateli jsou regionální složky veřejné bezpečnosti, záchranná služba, vládní úřady, firmy zajišťující služby a také velké množství soukromých subjektů.

V roce 2016 proběhlo rozšíření sítě o širokopásmové LTE, kde operátor Tele2 s působností v Moskvě (metropolitní), Moskevském regionu, St. Petersburgu, Leningradu a Novgorodu. Přešel z provozu původní síť CDMA 450 Skylink na LTE a začal širokopásmové služby poskytovat veřejným subjektům. Operátor zároveň zvažuje variantu poskytování MVNO pro bezpečnostní složky výměnou za frekvence, které aktuálně bezpečnostní složky drží, tak aby bylo možno nasadit minimálně LTE 5MHz (oproti současným frekvencím, které umožňují provoz pouze na 3 MHz). Benefit pro bezpečnostní složky by tedy byl provoz dle nového standardu, zejména širokopásmové služby a dále pak nová koncová zařízení (kombinované terminály LTE + TETRA). Technologie byla vybrána primárně od ZTE a to jak pro síť, tak pro terminály, jako záložní dodavatel byl zvolen Huawei<sup>45</sup>.

---

43 Dostupné z [http://www.eena.org/ressource/static/files/\\_sts-national-network.pps](http://www.eena.org/ressource/static/files/_sts-national-network.pps)

44 Dostupné z <http://www.rmediagroup.com/Features/FeaturesDetails/FID/335>

45 Dostupné z <http://www.mobile-review.com/articles/2016/skylink-restart.shtml>

#### 4.2.21 Řecko<sup>46474849</sup>

Systém TETRA byl v Řecku nasazen v souvislosti s konáním letních olympijských her v roce 2004 na základě 10 letého kontraktu. Dnes TETRA pokrývá přibližně 70 % populace Řecka.

Provozovatelem TETRA v Řecku je společnost Cosmote, která je největším mobilním operátorem v Řecku a je také dceřinou firmou společnosti OTE, která je největší telekomunikační firmou v Řecku. Řecká TETRA síť je nabízena bezpečnostním složkám, firmám zajišťujícím veřejnou dopravu, správě silnic a dálnic, správcům letišť a přístavů a mnoha dalším.

V roce 2014 nastala komplikace ve financování projektu TETRA. Roční náklady na provoz sítě přesahující 5 milionů EUR a ekonomický vývoj stavěl vládu před otázkou, zda finančně nákladný provoz sítě je opravdu výhodný.

V roce 2014 se vláda největšího řeckého administrativního regionu Attica taktéž rozhodla pro postavení TETRA sítě pro svoje policejní složky. Dodavatelem tohoto systému se stala společnost Sepura.

#### 4.2.22 Slovinsko<sup>5051</sup>

Slovinská rádiová síť TETRA, která je používaná primárně složkami policie, ministerstvem spravedlnosti, finančními úřady, ministerstvem obrany a jinými úřady se již projevovala jako zastaralá, došlo proto v polovině roku 2015 ke schválení veřejné zakázky na údržbu sítě TETRA ve výši 5,5 milionů EUR v příštích pěti letech. Sít TETRA ve Slovinsku byla původně v roce 2005 připravena pro 20 000 uživatelů a celkem byla postavena na 64 základnových stanicích. Operovala na frekvenčním pásmu 380-400 Mhz. Dodavateli systému z roku 2005 byly společnosti OTE a Motorola.

---

46 Dostupné z <http://www.tetraday.com/news/greeces-police-to-be-set-back-a-decade-with-the-removal-of-tetra>

47 Dostupné z <https://www.cosmote.gr/fixed/en/business/products-services/ote-business-solutions/ote-tetra-services>

48 Dostupné z <http://www.tetraday.com/news/greeces-police-to-be-set-back-a-decade-with-the-removal-of-tetra>

49 Dostupné z <http://www.sepura.com/news-events/news/2014/sepura-to-provide-tetra-communications-solution-for-the-greek-police/>

50 Dostupné z <http://tetra-applications.com/31178/#sthash.v67ButPt.dpuf>

51 Dostupné z <http://slideplayer.com/slide/4821212/>

#### **4.2.23 Srbsko<sup>5253</sup>**

Od roku 2009 je v Srbsku kompletní pokrytí území technologií TETRA. V celkem třech fázích projektu bylo postupně pokryto celé území země. Pro kompletní pokrytí bylo potřeba vybudovat celkem 250 základnových stanic. Síť je infrastrukturně připravena na 50 000 uživatelů.

Celá implementace trvala 5 let a hlavním dodavatelem byla společnost Motorola. Síť je provozována na frekvenci 380Mhz-400Mhz. Do budoucna se počítá s rozšířením funkčnosti o mobilní automatizované rozpoznávání otisků prstů a také o GPS služby.

#### **4.2.24 Španělsko<sup>54</sup>**

Již v roce 2000 byla ve Španělsku zprovozněna síť Tetrapol určená pro španělskou národní policii a civilní obranu. Síť celkem využívalo 70 000 uživatelů a byla postavená na 1 500 základnových stanicích. Tato síť byla pojmenována SIRDEE (Sistema de Radiocomunicaciones Digitales de Emergencia del Estado).

Regionální vlády se ale z důvodů vysokých nákladů na Tetrapol, omezení na jednoho dodavatele a také nesplnění veškeré požadované funkčnosti nakonec rozhodly pro implementaci TETRA síti určenou pro regionální vlády a veřejné záchranné složky (regionální policii, hasičský záchranný sbor, záchranná služba a další).

V Katalánsku, jednom z autonomních společenství, byla v roce 2005 zbudována síť s názvem RESCAT a je sdílená všemi bezpečnostními složkami v Katalánsku. Síť je vlastněna a provozovaná Katalánskou vládou. Celkem měla síť v roce 2010 15 000 uživatelů a 187 základnových stanic. Dalších 100 stanic bylo v roce 2010 plánovaných. A počet uživatelů měl vzrůst na 21 000.

Síť byla zbudována firmou EADS Telecom a jednotlivé terminály jsou od společností Sepura, Thales a EADS. Celkové investiční náklady v roce 2010 byly spočítané na 21 milionů EUR. Náklady na sedmiletý provoz pak činí dalších 14 milionů EUR.

---

52 Dostupné z

[http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/b2b\\_internationalization\\_patni/\\_documents/brochures/statistics\\_files/serbia\\_moi\\_casestudy.pdf](http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/b2b_internationalization_patni/_documents/brochures/statistics_files/serbia_moi_casestudy.pdf)

53 Dostupné z [http://www.tandcca.com/Library/Documents/Files/Presentations/Belgrade07\\_MoI\\_Serbia.pdf](http://www.tandcca.com/Library/Documents/Files/Presentations/Belgrade07_MoI_Serbia.pdf)

54 Dostupné z [http://www.tandcca.com/Library/Documents/TETRA\\_Resources/Library/Presentations/Turkey2010Algieri.pdf](http://www.tandcca.com/Library/Documents/TETRA_Resources/Library/Presentations/Turkey2010Algieri.pdf)

#### 4.2.25 Švédsko<sup>5556</sup>

Rakel, švédská TETRA síť, která byla uvedena do provozu mezi roky 2006 a 2010, se skládá z 1 800 základnových stanic, 22 switchů, pokrývající většinu Švédské populace. Síť je využívána pro účely bezpečnostních složek Švédska téměř 300 organizacemi, jako jsou policie, pobřežní stráž, celní správa, záchranáři, ambulance, ozbrojené a obranné složky, městské úřady a soukromé společnosti, dohromady čítající přes 50 000 uživatelů.

V dubnu 2015 došlo k podpisu sedmiletého kontraktu na údržbu systému společnosti Cassidian, který zahrnuje podporu 3. úrovně, opravy Hardwaru, dodávky zařízení a softwaru.

#### 4.2.26 Velká Británie<sup>5758</sup>

Velká Británie využívá síť na národní úrovni pro potřeby kritické komunikace. Primárními uživateli sítě jsou jednotky policie, hasičů, ambulance a záchranářů. Sekundárně je síť využívána organizacemi jako například dopravní podnik města Londýna.

Smlouvy s BT a společností Motorola na vybudování sítě TETRA vznikly v roce 2000, během pěti let došlo k rozšíření sítě na národní úroveň. Služba pod názvem BT Airwave byla poskytována soukromou společností BT, která byla přejmenována na O2 a následně byla kupena španělskou společností Telefónica. Společnost Telefónica následně v roce 2007 prodala divizi O2 Airwave investičnímu fondu Macquaire, od té doby roční náklady na provoz sítě představují 585 milionů EUR.

V současné době přesahuje počet uživatelů sítě 300 000, přičemž 200 000 tvoří primární uživatelé. Vysoké náklady na provoz sítě, spolu s technologickými omezeními a technickými selháními v minulosti vedly k rozhodnutí nahradit TETRA síť technologií LTE.

Od poloviny roku 2017, kdy dojde k vypršení současného kontraktu, bude TETRA síť postupně nahrazena ESN (Emergency Services Network) ve spolupráci se společnostmi EE a Motorola. Toto řešení (na technologii LTE) poskytne technologicky pokročilejší komunikační systém, navýšující kapacitu přenosu dat, která umožní například sdílet živé záběry při zásazích apod. Vypínání a postupné nahrazování bude probíhat ve fázích mezi roky 2016 a 2020. Bude se tedy

---

55 Dostupné z <https://sv.wikipedia.org/wiki/RAKEL>

56 Dostupné z <http://www.tetraday.com/news/swedish-network-contract-signed>

57 Dostupné z <http://www.martingeddes.com/the-crisis-in-uk-critical-communications/>

58 Dostupné z <http://www.tetra-applications.com/30060/weblog/the-end-of-airwave-and-the-truth-about-tetra-and-lte-for-uk-emergency-services-act-2>

jednat o přechodné období, ve kterém budou fungovat obě sítě současně. Poté bude TETRA síť velmi pravděpodobně vypnuta.

#### 4.2.27 Ostatní<sup>59</sup>

V současnosti budovaná síť pro krizovou komunikaci ve Spojených státech amerických byla schválena na základě zákona v roce 2012. Program s názvem FirstNet<sup>60</sup> nesl investiční náklady na vybudování sítě využívající 20 MHz ze 700 MHz spektra 7 miliard amerických dolarů. Klíčovými uživateli sítě jsou lokální, federální a státní jednotky a složky integrovaného záchranného systému. Zákon zároveň stanovil, že síť bude založená na technologii LTE. FirstNet si klade za cíl pokrýt 99 % populace, k čemuž bude třeba vybudovat desetitisíce základnových stanic. K síti bude možné přistupovat skrze smartphony, laptopy, tablety, modemy a různé další zařízení vyvinuté speciálně pro uživatele FirstNetu.

V Austrálii je pro účely krizové komunikace využívána síť LANES<sup>61</sup>, která je provozována za spolupráce s mobilním operátorem Telstra. Využívání LTE sítě operátora Telstra umožňuje optimalizovanou push-to-talk odezvu s minimálními prodlevami, flexibilní správu skupin napříč rádiovým a širokopásmovým spektrem, nucené vypnutí hovorů aj. Jednotky veřejné bezpečnosti tak získávají novodobá zařízení s push-to-talk funkcí a větším pokrytím, které bude díky LTE pokrytí bude dosahovat 99 % populace v červnu 2017.

#### 4.2.28 Závěr

Na základě analýzy dostupných zahraničních trhů za účelem nalezení paralelních scénářů a možností využití sítě městské sítě je možné konstatovat, že TETRA je využívána hlavně pro celonárodní sítě. Regionální sítě podobné MRS vznikly pouze v několika Evropských zemích. V současné době nelze říci, že by byla technologie TETRA na ústupu, protože některé země stále investují vysoké finanční prostředky do rozvoje jejich sítí. Zároveň lze také sledovat stoupající využití sítí LTE. První zemí, které začala uvažovat o využití LTE, byla v roce 2012 USA, která alokovala na nasazení celostátní sítě témař 9B USD<sup>62</sup>. Austrálie plánuje dosáhnout pokrytí 99 % populace pomocí LTE pro kritickou komunikaci v červnu 2017. Další zemí, která prosazuje velmi rychlý rollout LTE pro účely kritické komunikace je pak Jižní Korea, která plánuje nasazení nejpozději v roce 2018. Některé Evropské země, jako například Finsko,

---

59 Dostupné z <http://www.firstnet.gov/network>

60 The First Responder Network Authority

61 LTE Advanced Network for Emergency Services

62 LTE for Public Safety – Rainer Liebhart

Norsko, Řecko či Velká Británie se také z různých důvodu rozhodly síť transformovat na jinou technologii, změnit provozovatele sítě, či přejít do partnerství s mobilním operátorem. Velká Británie se po technických selháních v roce 2011 a zvýšeným nákladům na provoz sítě rozhodla k přechodu na LTE technologii ve spolupráci s operátorem EE, za účelem navýšení kapacity přenosu. Finská vláda se rozhodla propojit výhody TETRA řešení s LTE technologii a od počátku roku 2016 začala prostřednictvím virtuálního operátora distribuovat SIM karty pro dodatečná zařízení. Francie a Holandsko jsou v rámci této oblasti také aktivní, ale zatím čekají na to, až jim vyprší licence na provozování TETRA sítě. Německo, které je provozovatelem jedné z největších sítí, o přechodu na LTE také uvažovalo, ale neumožňuje mu to rozpočet, který byl přidělen projektu implementujícímu technologii TETRA, který poběží do roku 2020.

V současné době ještě není LTE obecně považováno za substitut, nýbrž za komplement technologie TETRA. Díky kombinaci obou technologií uživatelé získávají výhody obou světů. Je pravda, že některé země již migrují pouze na LTE sítě, ale většinou jsou využívána hybridní řešení. Pokud jde o sítě TETRA, tak v některých zemích pokračují investice do rozvoje sítí, ale existují také země, které jasně deklarovali, že v současné době vyčkávají s investicí, dokud nebude budoucí vývoj jasnější.

Pro případné scénáře rozvoje sítě je důležité zmínit, že některé země svěřili provoz sítí pro krizovou komunikaci zcela do rukou komerčních subjektů nebo mobilních operátorů. Příkladem provozování sítě mobilním operátorem je Řecko, kde provoz sítě zaštiťuje společnost Cosmote, největším mobilním operátorem v zemi.

Dodatečné informace získané od subjektů provozující síť za podobným účelem (možnosti využití, efektivitě jednotlivých technologií, nákladech, atd.) zpracovatel neobdržel před datem předání této analýzy.

## 4.3 Nové služby

V současnosti využívají uživatelé převážně služby charakteru krizové komunikace, tj. hlasové služby pro individuální či skupinové hovory, do jisté míry jsou využívány také SDS pro přenos krátkých zpráv. V budoucím vývoji je možné na základě informací ze zahraničí očekávat zvyšování zájmu o služby s vyššími požadavky na kapacitu datového toku. Rostoucí význam broadbandových služeb však v tuto chvíli není technologií TETRA dostupný, z toho důvodu si uživatelé podobných sítí na českém i mezinárodním území pro tyto služby sjednávají smlouvy s komerčními operátory.

Na základě průzkumu zahraničních trhů byl připraven seznam možností rozšíření využití sítí podobného typu (viz kapitola Příklady z provozu podobných sítí ze zahraničí). Tento seznam představuje různé možnosti využití a neodpovídá požadavkům současných uživatelů, které byly popsány v kapitole 3.4.

Předpokladem pro funkčnost mnoha služeb je využití telemetrie a propojení systému se senzory, které mohou snímat teplotu, tlak, srážky aj. Využití senzorů je možné spatřit napříč různými oblastmi, a to jak pro účely dopravy (hustota dopravy, parkovací místa), technických služeb (vyvážení odpadu), zabezpečení prostor či diagnostika technického stavu infrastruktur vedoucí například k včasnému odhalení závad vodovodního řadu.

### 4.3.1 Volání

V současnosti je volání nejpoužívanější službou mezi uživateli. Nejčastěji jsou využívány individuální a skupinové hovory. Ve vhodných situacích dochází i k používání direktního režimu, tj. v situacích, kdy jsou terminály v dosahu bez nutnosti použití rádiové sítě. Volání do sítě GSM a do ostatních sítí je v současné době možné, ale bylo aktivováno pouze pro několik uživatelů. Další uživatelé zatím o aktivaci služby nepožádali.

- Individuální hovory
- Direktní režim (DMO)
- Hovory do sítě GSM
- Skupinové hovory
- Volání do ostatních sítí

### 4.3.2 Audio/Foto/Video

V současnosti systém umožňuje odposlech účastníka dispečinkem, služba však není využívána. Nově je možné uvažovat o službách souvisejících s pořizováním a sdílením

audiovizuálních záznamů nad rámec současných kapacit technologii TETRA a to konkrétně různými variantami následujících možností:

- Sdílení audio záznamů
  - Sdílení nahraných hovorů v rámci systému či rozhovorů mimo systém, výpověď či vzkazů.
- Sdílení fotek
  - Jednocestné i dvoucestné sdílení fotek.
- Sdílení videa
  - Sdílení pořízeného záznamu s kontrolním střediskem či vzájemně mezi účastníky, či jednotlivých snímků z videa.
- Sdílení živého přenosu od uživatelů
  - Živý přenos videa pro kontrolní středisko a vzájemně mezi účastníky.
- Sledování kamerových systémů

Uživatelé systému mohou v závislosti na kapacitě datového toku mezi sebou sdílet pořízené audiovizuální záznamy, stejně tak vysílat živý přenos. Každodenní využití lze očekávat u záchranných a bezpečnostních jednotek, stejně tak dopravního podniku, pořizování záznamů z nehod, dopravní situace, přestupků, či přímo v místě zásahu. Zároveň je možné využítí sítě pro sledování živých záběrů kamerových systémů případně i jejich vzdálené ovládání. Zatímco hasičské sbory mohou jednoduše získat plány budovy, dispečink či velitel zásahu přijímá živé záběry z kamer zásahového sboru a případně i z dronů kroužících v oblasti.

#### 4.3.3 Přístup do databází/externích zdrojů/plánů

V současnosti je využíván přístup do databází skrze SDS (například pro potřeby ilustrace či zasílání telemetrických údajů), nové je možné uvažovat o nastavování dotazů či prohlížení informací v rámci samotného terminálů či chytrého zařízení.

- Přístup do interních databází
  - Vyhledávání v databází dopravního podniku/městské policie/Magistrátu
- Přístup do externích databází
  - Zobrazování informací z katastru nemovitostí, rejstříku apod.
- Přístup na internet
- Přístup do emailových účtů
- Zobrazování vícevrstvých map
- Sdílení plánů budov zasahujícím jednotkám

#### 4.3.4 Signalizace

V současnosti Systém TETRA je vhodné využít i pro účel signalizace jak pro potřeby dopravního podniku, tak městské dopravy. Zároveň je možné systém využívat i pro krizovou komunikaci, kdy například na základě údajů o hladině vodních toků, získaných za pomocí senzorů, je možné spustit signalizační sirény.

- Ovládání signalizace dopravního podniku (metro)
- Ovládání semaforů pro nastavování priorit
- Ovládání signalizačních sirén
- Ovládání vlakové signalizace
- Ovládání signalizace metra

#### 4.3.5 Informace

Technologie TETRA umožňuje vzdálený přenos z různých senzorů jak pro potřeby úřadu, tak pro obyvatele města, motoristy, či účastníky městské hromadné dopravy skrze informační panely komunikovat údaje. Senzory je možné využívat pro sdílení informací o stavu parkovacích míst, hustotě provozu, informace o spojích, či informace o počasí.

- Sběr údajů o spotřebě energií
- Sledovaní stavu hladiny vodních toků
- Promítání informací na panely na nástupištích MHD
- Promítání informací na dopravní informačních panelů
- Promítání informací o počasí na panely
- Sběr informací o počtu cestujících v hromadné dopravě
- Indikace pro svoz odpadů

Zároveň systém umožňuje sběr informací o spotřebě energií jednotlivých adresních míst.

#### 4.3.6 Ovládání

V rámci koncepce chytrého města je možné využívat MRS pro účely vzdáleného ovládání nastavení klimatizace/vytápění, okenních rolet apod. což vede k úspoře nákladů.

- Ovládání nastavení klimatizace/vytápění
- Ovládání nastavení okenních rolet
- Ovládání pouličního osvětlení

#### 4.3.7 Sledování

Technologie TETRA zároveň umožňuje sledování polohy zařízení jak pro účely sledování pozice jednotlivých vozidel dopravního podniku či městské policie. Zároveň je možné zvýšit bezpečnost uživatelů v terénu či řidičů nočních spojů odposlechem jejich prostředí dispečinkem v závislosti na „man-down“ alarmu, který upozorňuje dispečink v okamžiku, kdy terminál nebyl použit/v pohybu určitý časový okamžik.

- Sledování polohy terminálů
- „Man-down“ upozornění
- Odposlech prostředí účastníka

Přehled současně využívaných a nevyžívaných služeb spolu se službami, které jsou v zahraničí na sítích podobného typu využívány, je indikován v Tab. č. 23.

Tab. č. 23: Příklady možného využití sítě

Kategorie	Služba	V současnosti využíváno	Nové služby
Volání	Individuální hovory	✓	
	Direktní režim (DMO)	✓	
	Hovory do sítě GSM	✓	
	Skupinové hovory	✓	
	Volání do ostatních sítí	✓	
Audio/Foto/video	Sdílení audio záznamů	✓	
	Sdílení fotek	✓	
	Sdílení videa	✓	
	Sdílení živého přenosu od uživatelů	✓	
Přístup do databází/externích zdrojů/plánů	Sledování kamerových systémů	✓	
	Přístup do interních databází	✓	✓
	Přístup do externích databází	✓	
	Přístup na internet	✓	
	Přístup do emailových účtů	✓	
	Zobrazování vícevrstvých map	✓	
Signalizace	Sdílení plánů budov zasahujícím jednotkám	✓	
	Ovládání signalizace dopravního podniku	✓	
	Ovládání semaforů	✓	
	Ovládání signalizačních sirén	✓	
Informace	Ovládání vlakové signalizace	✓	
	Sběr údajů o spotřebě energií	✓	
	Sledování stavu hladiny vodních toků	✓	
	Promítání informací na panely na nástupištích MHD	✓	
	Promítání informací na dopravní informační panelů	omezeně	✓
	Promítání informací o počasí na panely	✓	
	Sběr informací o počtu cestujících v hromadné dopravě	✓	
Ovládání ostatních zařízení	Indikace pro svoz odpadů	✓	
	Ovládání nastavení klimatizace/vytápění	✓	
	Ovládání nastavení okenních rolet	✓	
Sledování	Ovládání pouličního osvětlení	✓	
	Sledování polohy terminálů	✓	
	„Man-down“ upozornění	✓	
	Odpolech prostředí účastníka	✗	

Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.3.8 Závěr

V rámci MRS je v porovnání se zahraničím využíváno relativně malé množství moderních služeb, které vyžadují hlavně širokopásmové připojení. Většina z uvažovaných služeb není kritické povahy, a proto neodpovídá současnemu hlavnímu účelu sítě. Některé z uvedených

služeb jsou zároveň dle diskuzí s uživateli provozovány na sítích komerčních operátorů. Je zároveň nutné zmínit, že v současné době subjekty využívající MRS neindikovaly potřebu využití těchto služeb v rámci MRS. Při změně účelu sítě by však bylo vhodné analyzovat potenciální možnosti jejího využití i pro podobné služby, což by mohlo vést k úspoře nákladů.

## 4.4 Možnosti rozvoje sítě (moduly jednotlivých scénářů)

Na základě provedených analýz v rámci této kapitoly definujeme jednotlivé možnosti rozvoje sítě. Každá možnost reprezentuje potenciální úpravu sítě, ať už jde o změnu technologie, implementaci nových zařízení nebo aktualizaci stávajících zařízení. Jednotlivé možnosti pak využíváme jako moduly při tvorbě komplexnějších scénářů.

### 4.4.1 Postupná obměna sítě

Současné stáří majetku vyžaduje dle provedených analýz v blízké době další modernizaci MRS. V rámci postupné obměny počítáme s výměnou infrastruktury na úrovni ročních odpisů a její postupnou realizaci (průběžně nebo formou několika větších investičních akcí). Při obměně sítě se přímo nezvyšuje funkcionality sítě a dochází pouze k nahrazení zastaralého majetku. Vzhledem k historickým pořizovacím cenám, by měla tato úroveň nákladů převyšovat současné pořizovací náklady.

### 4.4.2 Postupná obměna terminálů

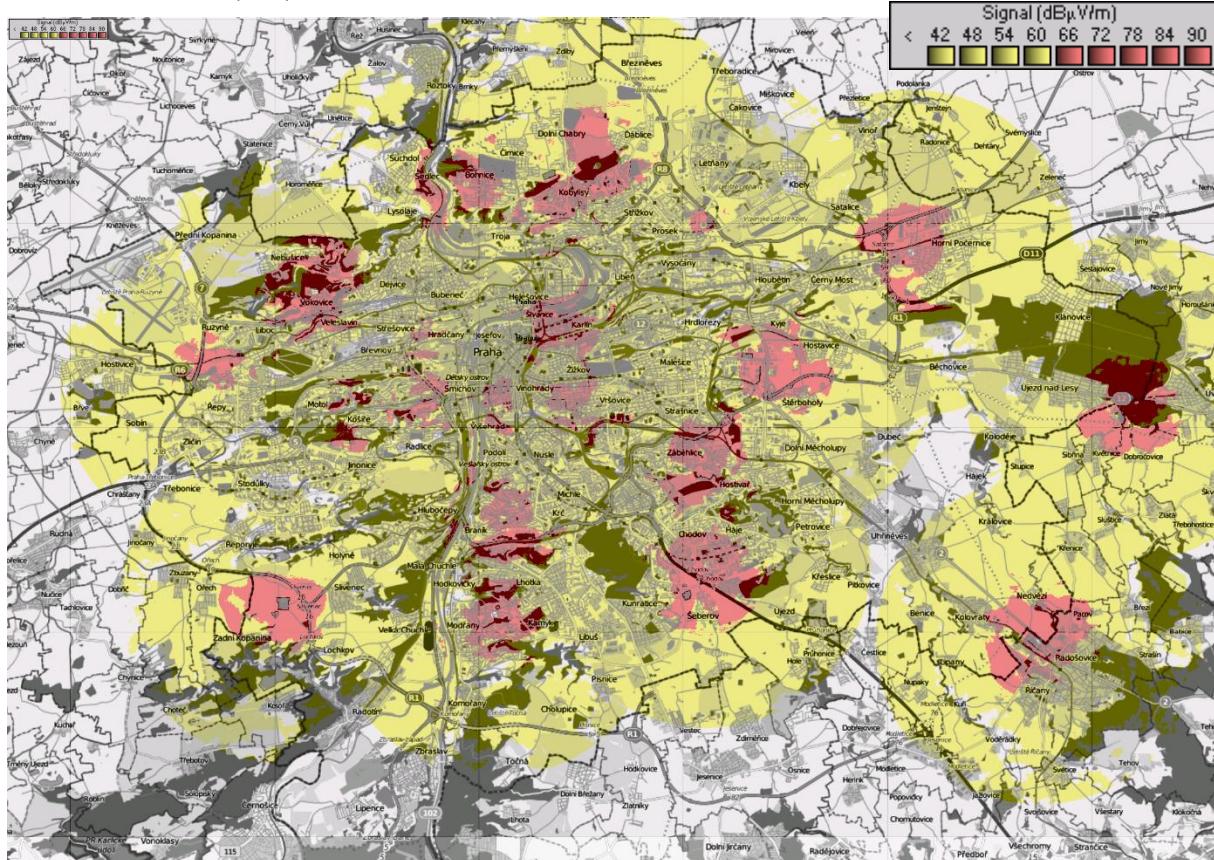
Jedním z požadavků uživatelů je modernizace koncových radiostanic. Na základě diskuze s uživateli je životnost terminálu 4 roky, v praxi jsou využívány po dobu 8 – 10 let. Po uplynutí této doby by již měly být radiostanice vyměněny. V našich scénářích tedy počítáme s postupnou výměnou zařízení. Jejich realizaci by měla zastřešit rámcová smlouva, která bude soutěžena jako součást veřejné zakázky modernizace. Součástí výměny jsou pak pouze zařízení ve vlastnictví MHMP (zlomek terminálů), k nákladům ostatních subjektů však bude také přihlédnuto. V současné době byla poptávka po terminálech součástí veřejné zakázky modernizace, zkušenosti MP HMP však ukazují, že Motorola není jediným výrobcem radiostanic TETRA a ostatní dodavatelé dokáží nabídnout ekvivalentní zařízení za nižší cenu, než je indikováno společností KonekTel (viz veřejná zakázka: VZ 81115 - Dodávka radiostanic do vozidel Městské policie hl. m. Prahy, kde cena za vozidlovou radiostanici klesla až na 28 000 Kč za kus při poptávce malého objemu). Při postupné obměně by tedy dávalo smysl vypsat samostatné výběrové řízení na dodavatele rámcové smlouvy.

### 4.4.3 Zvýšení pokrytí sítě

Na základě připomínek uživatelů, zejména pak MP HMP a DP HMP, k nedostatečnému pokrytí zajmového území signálem sítě MRS HMP byla vypracována analýza nepokrytých lokalit. Analýza se zabývala průzkumem a měřením 16 problémových lokalit s následným návrhem optimalizace sítě tak, aby bylo vyhověno oprávněným požadavkům ze strany uživatelů MRS.

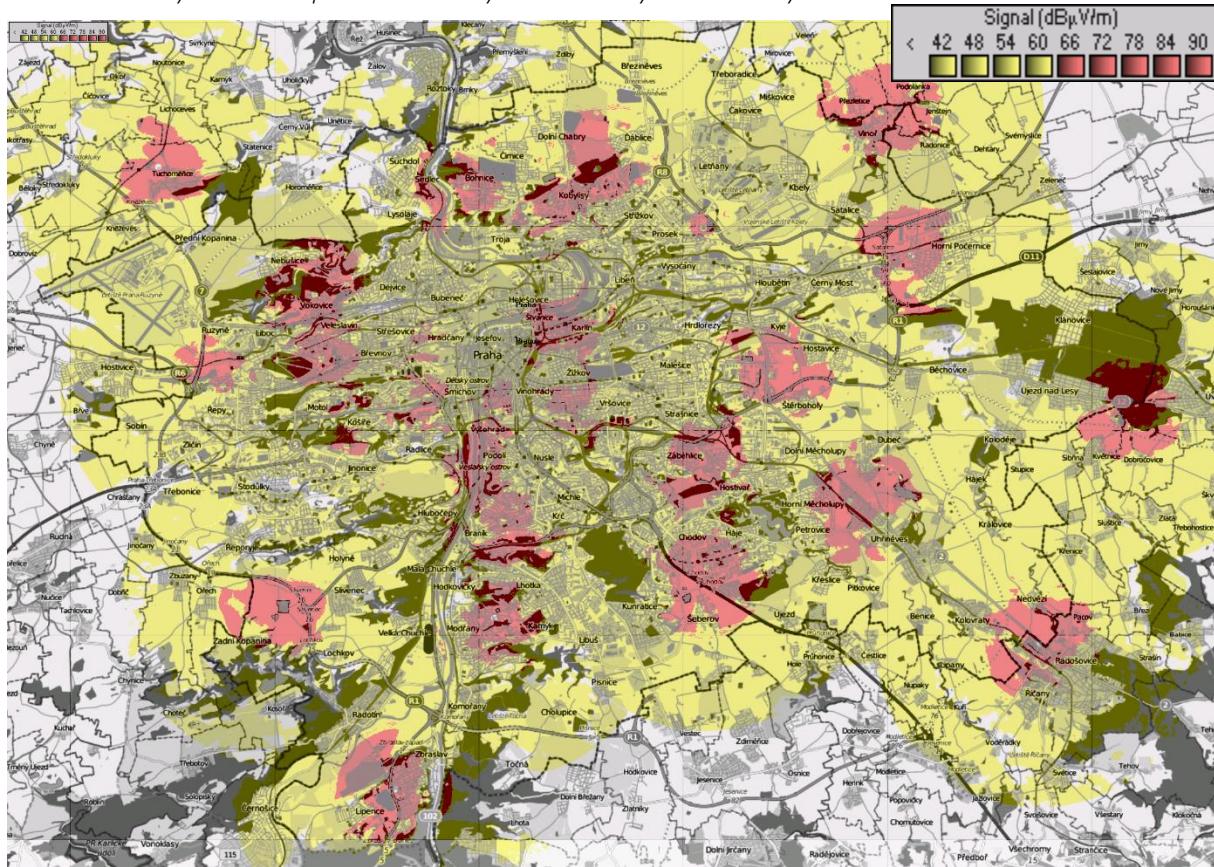
Výsledkem analýzy je potřeba výstavby nových 6 základnových stanic, přesunu jedné existující základnové stanice a dále pak nutnost monitorovat MRS síť z pohledu případného rušení signálem provozovatelem širokopásmové technologie v sousedním frekvenčním pásmu. Výstavba nových BTS by dále umožnila rozložení provozu z ostatních BTS, čímž by došlo ke snížení zatížení zejména s ohledem na provoz krátkých textových zpráv SDS.

Obr. č. 19: Současné pokrytí MRS



Zdroj: Data MHMP

Obr. č. 20: Pokrytí sítě MRS po investici do vybudování nových základnových stanic



Zdroj: Data MHMP

Z pohledu dalšího efektivního provozu sítě dává rozšíření na základě požadavků jejich hlavních uživatelů smysl, protože opravdu dochází v okrajových částech Prahy k jejím výpadkům. Po vybudování nových základnových stanic se významně omezí počet míst, kde je nedostačující signál MRS. Z pohledu nákladů odpovídá cena nových základnových stanic dříve pořízeným.

#### 4.4.4 Zvýšení zabezpečení sítě

Aktuálně není funkcionality autentizace v MRS síti HMP implementována a používána. Při současné konfiguraci MRS je tedy možné, aby „cizí“ radiostanice byla zaregistrována do systému MRS a mohla využívat hlasové a datové služby. Dalším případem možnosti narušení bezpečnosti jsou odcizené či ztracené radiostanice.

Z důvodu opakových neoprávněných přístupů do neveřejné sítě MRS ze strany asistenčních služeb a oprávněných stížností uživatelů MRS je pořízení autentizačního centra naplánováno v rámci modernizace MRS. Jejich pořízení zajistí větší bezpečnost sítě proti zneužití systému cizími subjekty a neautorizovaným zásahům do sítě.

Řešení MOTOROLA, TETRA – Dimetra, jenž je využíváno MRS HMP, možnost autentizace nabízí prostřednictvím implementace Authentication Centra (AuC) a Provisioning Centra (PrC). Zároveň je potřeba pořídit zařízení KVL4000 jenž slouží pro generování autentikačních klíčů pro

radiostanice, které je potřeba k tomuto zařízení připojit. Terminály, které nebudou naprogramovány do tohoto autentifikačního centra, nebudou moci do systému MRS vstupovat ani odposlouchávat komunikaci v síti MRS.

Zajištění autentizace je v době, kdy se zvyšuje dostupnost TETRA radiostanic a konfiguračních nástrojů, a kdy i běžný „radioamatér“ s tímto vybavením je schopen narušit provoz MRS sítě, jistě legitimním požadavkem. Současné terminály by měly splňovat podmínky pro implementaci autentizace a další investice tedy nejsou nezbytné.

Kromě zajištění autentizace bylo pro zvýšení bezpečnosti navrženo řešení pro kryptování hlasových a datových služeb. Existují dvě možnosti kryptování – „E2E“ a „AIR“:

- „E2E“ – kryptuje hlasovou komunikaci mezi jednotlivými terminály a dispečerskými pracovišti. Tento typ kryptování si mohou pořídit jednotlivé organizace bez požadavku na rozšíření infrastruktury MRS, ale je velice nákladný – cena licence je cca 1.100,- USD na jeden terminál.
- „AIR“ – kryptuje komunikaci mezi terminálem a základnovou radiostanicí (BTS). Tím je zajištěno kryptování jak hlasových, tak datových služeb. Pro aplikaci tohoto způsobu je potřeba zajistit rozšíření infrastruktury MRS a dále je potřeba dokoupit licenci do jednotlivých terminálů – cena licence je cca 200,- USD na jeden terminál.

Komunikace některých složek v rámci MRS může být citlivá a implementace šifrování by tedy pro vybrané uživatele dávala smysl. Předpokládáme, že půjde hlavně o krizový štáb HMP a MP HMP. Informace přenášené DPP dle našeho názoru vzhledem k jejich obsahu není nutné šifrovat.

#### **4.4.5 Zvýšení dostupnosti**

Na základě výsledků analýz lze také uvažovat o zvýšení dostupnosti systému. Pro tento krok nejsou dostupné žádné dodatečné podklady a ani kvartální zprávy servisní organizace neindikují, že by systém trpěl větším množstvím odstávek. Jedinou indikací pro zvýšení dostupnosti jsou zkoušky pro blackout, které byly realizovány v nedávné době, a ve kterých bylo zjištěno, že případný výpadek sítí mobilních operátorů vyřadí z provozu celou telefonní infrastrukturu mimo MRS. Lze zároveň konstatovat, že vysoká dostupnost je obecně pro systémy kritické komunikace implementována. Z pohledu MRS jde o následující možnosti.

##### **4.4.5.1 Zdvojení (redundance) řídicího systému**

Pod tímto označením se skrývá geografická redundance řídicího systému. Aktuálně je instalován řídicí systém v lokalitě v budově CD DP HMP na adrese Na Bojišti. I když je systém co do zálohování napájení či zdvojením klíčových komponentů dimenzován jako „hot swap“

(řešení by mělo odolat standardním výpadkům jednotlivých komponent), v případě mimořádné události jakou může být požár, teroristický útok, havárie nebo např. kompletní výpadek konektivity, která bude mít dopad na celou lokalitu, dojde k výpadku celého MRS HMP systému.

Redundantní systém by zajistil plnou funkci systému při zásadním selhání stávajícího řídícího systému. Realizace tohoto řešení bude značně finančně nákladná (pořízení nových řídících prvků, propojení všech lokalit na geograficky redundantní lokalitu, atd.) a nebyla z tohoto důvodu ani uvažována v rámci plánované modernizace sítě. Z pohledu dlouhodobých investic bude případná implementace redundancy řídícího systému vhodná pravděpodobně až s novou generací systémů na bázi LTE, ale i v tomto scénáři je pravděpodobné, že požadované prostředky budou příliš vysoké.

#### **4.4.5.2 Zakruhování části přenosové sítě**

Součástí plánované modernizace byla varianta zakruhování současné sítě. Jde o záložní konektivitu klíčových lokalit v síti, zejména z pohledu zajištění spojení, která jsou sdílená mezi více základnovými stanicemi. Zakruhování by bylo realizována současně s požadavkem na konektivitu nově plánovaných BTS, kde je pro konektivitu plánováno využití skoků přes stávající základnové stanice, a dále by došlo ke zdvojení části přenosové technologie, která zamezí v případě poruchy výpadku pokrytí větší části sítě MRS HMP. Investice do přenosové sítě, která zajistí záložní připojení pro lokality, které za sebe řetězí další základnové stanice, dává dle našeho názoru smysl realizovat. Předpokládaná investice by však měla být v rámci důvodové zprávy lépe rozpadnuta, současných 2 160 780 Kč přesahuje cenu tří záložních mikrovlnných spojů, které je nutné v rámci modernizace pořídit (cena za MiniLink je 214 730 Kč za pář).

#### **4.4.5.3 Rozšíření využití komunikačního kruhu**

Na základě požadavku na zabezpečení rádiového a telefonního spojení jednotlivých složek hl. m. Prahy se navrhuje provést upgrade komunikačního kruhu, včetně jednotlivých komunikačních periférií, který je v současné době využíván OSKŠ, COS MP, KOIS HZS, IOS PČR a OS ZZS. Hlavním cílem je zabezpečit kvalitní rádiové a telefonní spojení jednotlivých složek bez závislosti na veřejných operátorech a zajištění záložního připojení dispečerských pracovišť MRS OSKŠ, COS MP a SS HMP k řídící ústředně MRS. V rámci upgradu bude proveden upgrade telefonních ústředen na OSKŠ a COS MP, včetně dispečerských pracovišť a jejich integrace do nástavbových SW, což umožní volání v rámci jednotlivých pevných sítí složek hl. m. Prahy a MRS i v případě výpadků služeb mobilních operátorů. Díky záložním zdrojům v jednotlivých lokalitách vznikne soběstačný komunikační nástroj oddělený od ostatních telekomunikačních operátorů a jediný zálohovaný systém, který bude v případě

„Blackoutu“ provozuschopný po dobu minimálně 120 hodin. Z pohledu investice zde pak MRS rozšiřuje svoji funkci a jeho infrastruktura se stává prostředkem pro zajištění dostupnosti pevné sítě, což je nutné vzít v potaz při evaluaci investice.

#### 4.4.6 Upgrade sítě na TEDS

Další z možnosti rozvoje sítě je povýšení technologie na standard TETRA release 2 (TEDS - TETRA Enhanced Data Systém), zejména s ohledem na zvýšení kapacity přenosu dat. V současné době je použit standardní systém TETRA a funkcionality TEDS nejsou využity, jak již bylo popsáno v předchozích kapitolách.

Pro systém TETRA Release 2 (TEDS) je výrobcem udávána až 8x vyšší propustnost pro SDS zprávy. Upgradem systému by tedy byla zajištěna dostatečná kapacita pro zasílání SDS zpráv i v provozních špičkách. Zároveň umožňuje release 2 využití vyšších přenosových rychlostí. Nicméně je nutno podotknout, že nejvyšší rychlosti tohoto standardu (až 538 kbit/s) jsou dosahovány při šířce kanálu 150kHz. V případě aktuálních přídělů nosných kmitočtů 25kHz sítě MRS HMP je maximální rychlosť pouze 66kbps na aktivní rádio. Upgrade sítě na TEDS byl částečně umožněn v rámci předchozí modernizace. V současné době TEDS nepodporují všechny radiostanice, ale jejich postupná obměna jeho provoz umožní. Vzhledem k tomu, že v současné době není uživateli rychlejší přenos dat vyžadován, nepočítáme s využitím TEDS v žádné z variant, zároveň však lze předpokládat, že by mohl být po modernizaci zbývajících radiostanic bez dodatečných nákladů zprovozněn.

#### 4.4.7 Přechod sítě na LTE

Z technologického pohledu je již standard TETRA zaběhnutý, ale i přes časté aktualizace je zřejmé, že jeho rychlosť nemusí být v budoucnosti postačující (v současné době umí nejnovější verze dosáhnout rychlosť 691 kbit/s), a proto by mohl být nahrazován novými technologiemi jako je LTE.

Důkazem stoupajícího významu sítí LTE je zapojení asociace TCCA v roce 2012 do standardizačního procesu v rámci skupiny 3GPP<sup>63</sup> (The 3rd Generation Partnership Project, pod kterým je sjednocených hlavních standardizačních asociací v rámci telekomunikací – ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC). 3GPP od prvního kontaktu začala zastřešovat požadavky hlavních hráčů na poli krizové komunikace (hlavně amerického FirstNetu a britské ESN).

---

<sup>63</sup> Dostupné z <http://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>

#### 4.4.7.1 SWOT analýza

Následující SWOT analýza vychází z materiálů TCCA<sup>64</sup> a byla upravena tak aby odpovídala současné situaci.

Tab. č. 24: **TETRA**

<b>Silné stránky:</b>  Dospělá a standardizovaná technologie  Vysoká efektivnost využití spektra  Malá spektrální náročnost  Specifické charakteristiky vhodné pro kritickou komunikaci (např. bezpečnost, spolehlivost, rychlosť sestavení hovoru)  Specifické módy komunikace jako je přímé volání	<b>Slabé stránky:</b>  Nízká přenosová rychlosť pro data  Vysoké pořizovací náklady  Uzavřený ekosystém  Špatná spolupráce s dalšími standardy (např. P25, Tetrapol)
<b>Příležitosti:</b>  Další rozvoj standardu vzhledem k novým využitím mobilních sítí v oblasti kritické komunikace  Velké rozšíření hlavně v rámci Evropy	<b>Hrozby:</b>  Nasazení standardizovaných technologií, které dokáží splnit požadavky na kritickou komunikaci a zároveň svými parametry překonají síť TETRA

64 TCCA study on TETRA, LTE and other broadband technologies for critical communications markets (2015)

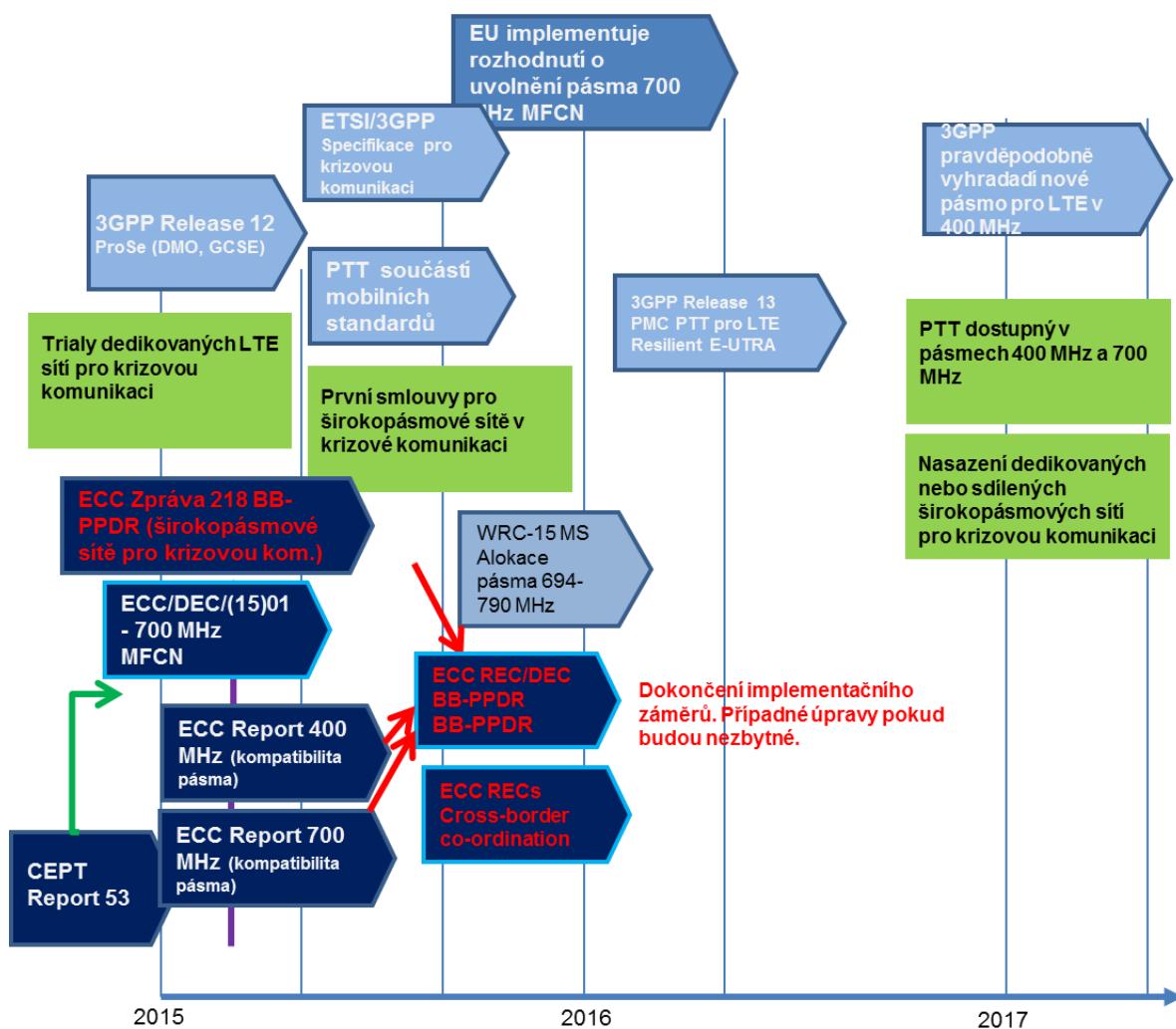
<p>Silné stránky:</p> <p>Globální standard, který využívá možnosti vycházejících z rozsáhlého nasazení po celém světě</p> <p>Vysoká přenosová rychlosť</p> <p>Relativně rychlý rozvoj a aktualizace standardu</p> <p>Nezávislý standard podporovaný mnoha výrobci</p>	<p>Slabé stránky:</p> <p>Pouze částečná podpora požadavků na kritickou komunikaci</p>
<p>Příležitosti:</p> <p>Rozšiřování funkcionality a pokrytí všech funkcionalit TETRA</p>	<p>Hrozby:</p> <p>Příděl spektra zatím není zcela dokončen</p>

Tab. č. 25: LTE

#### 4.4.7.2 Plán přechodu na širokopásmové sítě

V průběhu roku 2014 vytvořilo 3GPP speciální skupinu, které pracuje na integraci krizové komunikace do standardu LTE. V rámci Evropské Unie na základě těchto iniciativ vznikla zpráva, která popisuje stanovisko ECC k tomuto tématu<sup>65</sup>, která je klíčová pro další rozvoj sítí pro kritickou komunikaci. Níže uvedený diagram popisuje hlavní události, které se v této oblasti odehráli a odehrají v roce 2015-2017 tak, aby bylo postupně realizováno nasazení širokopásmových technologií v rámci kritické komunikace, což je cílem ECC.

Obr. č. 21: Přechod na širokopásmové sítě pro kritickou komunikaci v Evropě



Uvedený diagram popisuje tři hlavní typy aktivit, které jsou nutné pro implementaci širokopásmových technologií:

<sup>65</sup> Draft ECC (Electronic Communications Committee). Zpráva 218 – Harmonised conditions and spectrum bands for the implementation of future European Broadband Public Protection and Disaster Relief (BB-PPDR) systems

- Alokace vhodného spektra pro provoz kritické komunikace
- Standardizace klíčových funkcionalit kritické komunikace v rámci LTE standardu
- Příprava a distribuce zařízení, které budou kritickou komunikaci na LTE podporovat

Rádi bychom v následujícím textu postupně adresovali výše zmíněné body.

#### **4.4.7.3 Plán alokace vhodného spektra pro provoz krizové komunikace**

U zrodu alokace rádiového spektra byla zpráva 53, která analyzovala možnosti využití spektra v rozsahu 694-790 MHz ('700 MHz'). Na jejím základě byla mimo jiné iniciována příprava dříve zmíněné Zprávy 218, ale zároveň také další zprávy, které zkoumají kompatibilitu pásma v rozsahu 400 MHz a 700 MHz. Na světové rádiokomunikační konferenci, která se konala v listopadu 2015 (WRC-15), byla dokončena mezinárodní jednání o technických a regulačních parametrech pro využívání pásma 700 MHz pro bezdrátový širokopásmový přístup. Na konferenci WRC-15 se v regionu 1 rovněž zachovalo výlučné přidělení pásma 470–694 MHz („pásмо do 700 MHz“) vysílacím službám. Na základě této konference a předchozích zpráv připravila Evropské komise rozhodnutí o využívání pásma 470-790 MHz<sup>66</sup>, které do 30. června 2020 nařizuje členským státům umožnit využívání kmitočtového pásma pro zemské systémy schopné poskytovat bezdrátové širokopásmové služby elektronických komunikací pouze za harmonizovaných technických podmínek stanovených Komisí (členské státy přijmou a zveřejní své vnitrostátní plány a harmonogramy do 30. června 2017 a uzavřou veškeré nezbytné dohody o přeshraniční koordinaci kmitočtového pásma v rámci unie do 31. prosince 2017). Do 30. června 2022 povolí členské státy převedení nebo pronájem práv k užívání spektra pro služby elektronických komunikací v kmitočtovém pásmu 694–790 MHz.

Součástí výše uvedených zpráv je i alokace spektra v rozsahu 694-790 MHz právě pro krizovou komunikaci. Možnost využívat nižší kmitočtové pásmo zůstává nezměněna a není v rozporu s provedenými analýzami, pokud systémy nebudou rušit ostatní komunikaci v těchto pásmech (jako je například radar).

Z pohledu ČTÚ je koncepce pro PPDR je na úrovni EU diskutována pro celostátní sítě (viz např. ECC Decision (16)02, ECC Report 218, 2016/0027 (COD) atd.), kde lze očekávat harmonizace a budování PPDR sítí v pásmu 700 MHz po jeho uvolnění (konkrétní rozhodnutí je v gesci jednotlivých států EU). Koncepce rozvoje národní sítě v České republice pro účely PPDR je v

---

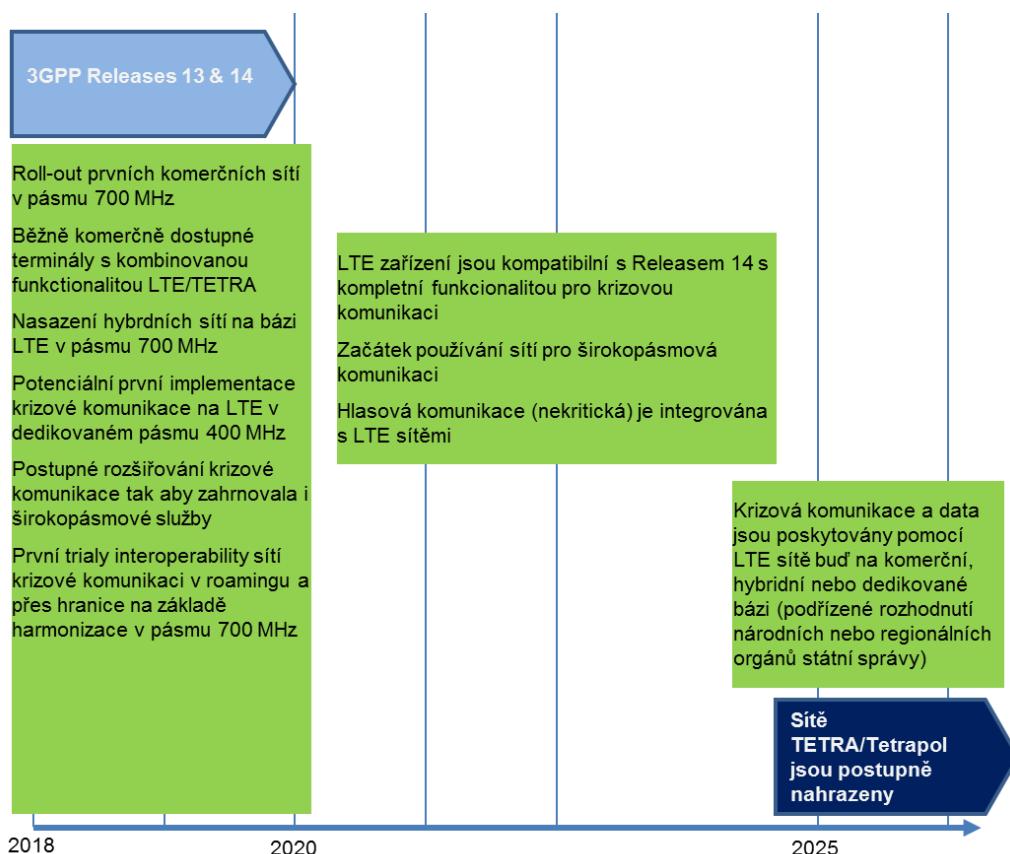
<sup>66</sup> Návrh ROZHODNUTÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY o využívání kmitočtového pásma 470–790 MHz v Unii

kompetenci NAKIT, která vypracovává strategii rozvoje sítě a určí, jestli a jak bude pásmo 700 MHz využito, případně kdy bude tato síť nasazena.

#### **4.4.7.4 Standardizace klíčových funkcionalit kritické komunikace v rámci LTE standardu**

Pokud jde o samotnou standardizaci LTE, tak by krizovou komunikaci měly podporovat dva nové releasey LTE vyvájené 3GPP (Release 13 a Release 14). Níže uvedený diagram je opět ze Zprávy 218 a popisuje konzervativní časový plán standardizace technologie.

Obr. č. 22: Implementace kritické komunikace v Evropě



Zdroj: ECC – Zpráva 218

Níže uvedená tabulka zobrazuje vývoj jednotlivých releaseů LTE v rámci 3GPP. Požadavky na krizovou komunikaci se začaly vyvíjet v průběhu Releasu 12. Kde byly zároveň definovány hlavní funkcionality, bez kterých nelze krizovou komunikaci efektivně realizovat, jako je skupinové volání, řízení jednotlivých skupin nebo push-to-talk<sup>67</sup>. Jejich vývoj byl bohužel překvapivě komplexní, a proto klíčovou funkcionalitu pro push-to-talk dodal až Release 13, který byl dokončen na začátku letošního roku. Zbývající funkcionalita pak bude dodána s dalším

<sup>67</sup> Erik Guttman, 3GPP TSG SA chairman – Dostupné z <http://www.tetraday.com/news/public-safety-features-for-lte-the-story-so-far>

release v průběhu příštího roku. Tabulka zároveň zobrazuje pouze přípravu standardu s tím, že samotná formální standardizace bude dokončena v řádu měsíců až roku od ukončení příprav.

*Tab. č. 26 – Plán vydání jednotlivých Releasů LTE*

Číslo releasu	Jméno	Status	Začátek přípravy	Dokončení přípravy
Rel-15	Release 15	Otevřený	2016-06-01	
Rel-14	Release 14	Otevřený	2014-09-17	2017-06-09 (SA#76)
Rel-13	Release 13	Zmražený	2012-09-30	2016-03-11 (SA#71)
Rel-12	Release 12	Zmražený	2011-06-26	2015-03-13 (SA#67)
Rel-11	Release 11	Zmražený	2010-01-22	2013-03-06 (SA#59)
Rel-10	Release 10	Zmražený	2009-01-20	2011-06-08 (SA#52)

Zdroj: <https://portal.3gpp.org/#55934-releases>

Níže uvedená tabulka demonstruje obsah Releasu 14, který by již měl pokrýt komplexní funkcionality pro širokopásmovou kritickou komunikaci a vyrovnat se tak běžným technologiím jako je TETRA nebo Tetrapol. Z tabulky je zároveň zřejmé, že kromě rozšíření funkcionality push-to-talk a splnění dalších standardních požadavků 3GPP pracuje i na přenosu videa, multimédií a obecně dat pro krizovou komunikaci.

*Tab. č. 27 – Plán vydání jednotlivých funkcionalit pro kritickou komunikaci*

Číslo specifikace	Typ	Název	Status	Pracovní skupina
22.179	TS	Mission Critical Push to Talk (MCPTT) over LTE; Stage 1	V rámci změnového řízení	S1
22.280	TS	Mission Critical Services Common Requirements	Draft	S1
22.281	TS	Mission Critical Video over LTE	Draft	S1

22.282	TS	Mission Critical Data over LTE	Draft	S1
22.862	TR	FS_SMARTER - Critical Communications	Draft	S1
22.879	TR	Feasibility study on mission critical video services over LTE	V rámci změnového řízení	S1
22.880	TR	Feasibility study on mission critical data communications	V rámci změnového řízení	S1
23.780	TR	Study on Multimedia Broadcast and Multicast Service (MBMS) usage for mission critical communication services	Draft	S6
33.926	TR	Threats and Critical Assets in 3GPP Network Classes	Draft	S3

Zdroje: <https://portal.3gpp.org/Specifications.aspx?q=1&releases=189>

#### 4.4.7.5 Příprava a distribuce zařízení, které budou kritickou komunikaci na LTE podporovat

Cílem standardů je propojovat a rozvíjet trh, jednotliví výrobci ale zároveň mohou nasazovat svoji technologii již před samotným schválením standardů. Tento přístup zvolili také jednotliví výrobci rádiových technologií, kteří nečekají na schválení 3GPP a již v současné době technologii nasazují pod jiným názvem (LANES, eLTE, atd.) – tzn. jde o proprietární řešení. Jako proprietární označujeme technologické řešení, které je dodáno/vyvinuto jediným dodavatelem technologie. Tato technologie pak může být dodána pouze tímto dodavatelem. Výhodou pro společnosti, které využijí nabídky nestandardizované technologie je rychlejší nasazení a možnost upgradu na softwaru na standardizovanou verzi poté co je schválena. Společnosti, které čekají až do konce standardizačního kolečka, již nasazují vyspělou technologii, která může být zároveň levnější, ale musí počkat, než doběhne formální proces standardizace, který může zabrat relativně dlouhou dobu. Výsledkem této skutečnosti pak je nekonkurenční eko-systém a nemožnost si zvolit z více dodavatelů, kde mohou vznikat problémy s kompatibilitou takto dodaného řešení s technologií ostatních výrobců. Toto platí jak pro infrastrukturu sítě, tak pro koncové terminály.

Někteří výrobci označují své technologické řešení jako pre-standard, zatímco ještě probíhá standardizační proces. Své řešení se snaží prezentovat jako maximálně otevřené a sdílet s ostatními, s tím, že standardizace následně proběhne a jejich řešení bude klasifikováno jako

standard. Nicméně neexistuje garance, že se tak skutečně stane a není garantováno, že technologie bude kompatibilní s ostatními, případně, že ji bude možno na standard povýšit. Zákazník, pokud se rozhodne pro proprietární řešení, by si měl být vědom tohoto rizika. Proprietární řešení může být v dlouhodobějším pohledu neekonomické.

Potenciální zdržení při čekání na standardizaci potvrzuje i Zpráva 218, která očekává nasazení standardizovaného LTE pro kritickou komunikaci až na konci roku 2018 a k nasazení standardizovaných sítí může tedy dojít až poté. Lze očekávat, že země, které se rozhodli pro brzké nasazení LTE budou využívat zařízení, která zatím nejsou plně standardizována. Jejich výhodou bude snadný přechod na nový standard až po jeho schválení. Ostatní země zatím mohou využívat vlastnosti běžného LTE pro přenos dat, ať už pomocí nasazení vlastní sítě v jednom z kmitočtových pásem nebo spoluprací s mobilními operátory. Z pohledu ECC budou sítě TETRA standardně využívány pro přenos hlasu ještě přibližně 5-10 let a v jednotlivých zemích lze očekávat postupný přechod od úzkopásmových technologií k širokopásmovým, protože všichni běžní výrobci začnou v blízké době podporovat alespoň hybridní technologie, které umožní TETRA sítím rychlé datové služby.

Z pohledu podpory koncových zařízení existují již dnes terminály, které podporují jak technologii TETRA, tak LTE a jsou tedy připraveny na nasazení hybridních sítí.

#### **4.4.7.6 Shrnutí a závěr pro přechod na LTE**

Pro definování budoucnosti sítě z pohledu standardizace a implementace nových zařízení lze vyjít ze slov Philipa Kidnera (CEO TCCA), který v roce 2015 prohlásil, že se krizová komunikace dostala do bodu, kdy existují dvě technologie. První je LTE, kterou chtějí co nejrychleji uživatelé a druhá je TETRA/Tetrapol, které zatím zajišťují splnění všech požadavků uživatelů. Na LTE bychom se tedy zatím neměli dívat jako na náhradu TETRA, ale jako na komplementární technologii, která může zajistit spojení obou světů a splnění všech potenciálních požadavků uživatelů. Dle jeho názoru je v současné době hlavní výzvou integrace obou technologií a poté hladký přechod.<sup>68</sup> Z pohledu MRS lze tedy technologii upravit, ale obě varianty mají různé pozitivní a negativní dopady pro splnění účelu a finanční náročnosti sítě, které je nutné při rozhodování vzít v potaz.

#### **4.4.8 Nové LTE terminály**

Součástí přechodu na LTE je také výměna koncových terminálů, jak již bylo uvedeno výše započítat. Tuto výměnu je pak nezbytné započítat do scénářů, které LTE implementují. U

---

<sup>68</sup> Dostupné z <https://www.linkedin.com/pulse/lte-tetra-want-versus-need-jackson-szabo>

scénářů, které předpokládají nasazení LTE k současnému MRS je nutné počítat pouze s pořízením radiostanic, které širokopásmové služby využijí, případně s hybridními radiostanicemi, které podporují TETRA a LTE jako příprava na pozdější kompletní migraci sítě. Při vypnutí současné sítě a jejím nahrazení je pak nutné vyměnit kompletně všechny terminály. Vzhledem k tomu, že radiostanice MHMP jsou pouze zlomek všech terminálů, které si pořizují jednotlivé subjekty na vlastní náklady, je potřeba při vyhodnocování přihlédnout k celkovému dopadu výměny a ne pouze k dílčím nákladům MHMP.

#### 4.4.9 Možnost sdílení sítě

Sdílení sítí je v posledních letech běžným jevem napříč členskými státy Evropské unie. Z technického pohledu se může jednat o řadu různých forem vzájemného zpřístupňování infrastruktury a síťové kapacity od méně intenzivních forem, jako například sdílení pasivní infrastruktury, až po komplexnější formy sdílení infrastruktury, například sdílení frekvencí. Historicky je nejrozšířenějším modelem sdílení pasivní infrastruktury, tj. fyzického umístění (lokalit, stožárů či zdrojů napájení a osvětlení) aktivních prvků sítě. Mezi důvody popularity tohoto modelu sdílení patří relativní technologická i ekonomická jednoduchost, kdy operátoři sdílejí pouze základní infrastrukturu, ale většinu sítě si zabezpečují sami dle vlastních technických řešení. Reakcí na rostoucí náklady spojené s výstavbou mobilní sítí je aktivní sdílení sítí, zejména tzv. RAN sharingu. Nejčastějším typem RAN sharingu je MORAN (Multi-Operator Radio Access Network). Jde o formu sdílení, při které jsou sdílena zejména zařízení pro provoz sítě (například kabeláž, backhaul, základnové stanice (NodeB nebo BTS)) a stožáry. Provoz sdílejících operátorů zůstává oddělený. Intenzivní formou sdílení je pak sdílení rádiového spektra (spectrum pooling), tedy situace, kdy jeden příděl v určitém kmitočtovém pásmu využívá více operátorů – zde jsou nicméně v řadě zemí zavedena omezení bránící takovému sdílení, v mnoha zemích podléhá předchozímu schválení regulátorem.<sup>69</sup>

Nyní se podíváme na všechny tři modely sdílení sítě z pohledu MRS:

- **Site sharing** (sdílení lokalit/pozemků) – při realizaci tohoto typu sdílení dochází ke snížení nákladů za pronájem lokality. Z pohledu provozu MRS jsou současné náklady na pronájem relativně nízké, ať už díky výhodným smlouvám s vlastníky nemovitostí, nebo díky sdílení lokality s dalšími komerčními subjekty. Vzhledem k relativně malému počtu lokalit zároveň nelze předpokládat v rámci tohoto sdílení významné snížení nákladu.

---

<sup>69</sup> Stanovisko Českého telekomunikačního úřadu ke sdílení sítí 2G, 3G a 4G

- **Mast sharing** – vzhledem k nízkému počtu lokalit platí pro stožáry u tohoto typu sdílení stejné hodnocení jako pro site sharing.
- **RAN sharing (sdílení pasivních prvků)** – nad rámec sdílení lokality jsou v rámci tohoto typu sdílení sdílena také podpůrná zařízení. Vzhledem k povaze sítě MRS, která vyžaduje pro kritickou komunikaci velmi vysokou dostupnost, lze předpokládat, že standardní komerční operátoři budou stejně dostupnosti schopni dosáhnout až na základě vynaložení dodatečných nákladů a ani v této variantě nelze očekávat významné snížení nákladů.
- **RAN sharing (sdílení aktivních a pasivních prvků)** – nad rámec předchozích variant jsou v rámci sdílení aktivních prvků sdílena také zařízení umožňující vysílání. Z pohledu sítě MRS je možné využít v současné době sdílení aktivní infrastruktury pouze s provozovateli sítě na technologii TETRA (v Praze pouze Armáda České republiky a Letiště Václava Havla). Zmíněné subjekty provozují relativně malou síť s velkými požadavky na bezpečnost a jejich ochotu ke sdílení či případné synergie nebylo možné v rámci přípravy této zprávy posoudit. Celkově však nelze předpokládat, že by podobné sdílení vedlo k významnému snížení nákladů. Jedinou možností, která je v tomto bodě ke zvážení je případné sdílení přenosové sítě, případně její pořízení od jednoho poskytovatele, kde by teoreticky mohlo dojít ke snížení nákladů, pokud bude existovat společnost s lokalitami na podobných místech jako MRS. V rámci rozvoje přenosové sítě jak pak tato varianta ke zvážení.
- Při pohledu do budoucnosti pak lze uvažovat o sdílení aktivních prvků při přechodu sítě na LTE, kde už by bylo možné její sdílení s komerčními mobilními operátory (stále platí potenciálně vyšší nároky na dostupnost jako v případě pasivního sdílení). Ideální by v tomto případě pak byly operátoři s podobnými frekvencemi jako je provoz MRS (např. Air Telekom), kde je pak možné realizovat sdílení typu MORAN (Multi-Operator RAN). Každý fyzický prvek přístupové sítě se potom chová jako dvě samostatná virtuální zařízení a provoz sdílejících operátorů je oddělený včetně případného sdílení antén. Sdílení LTE by však bylo možné uvažovat také s operátory, kteří budou provozovat síť ve vyšších frekvenčních pásmech, zde by ale byla efektivita o trochu nižší.
- **Core network sharing** (sdílení také jednoho či více prvků páteřní sítě) – v tomto případě jsou nad rámec základových stanic sdíleny také řídící prvky sítě, čímž vlastně dochází ke sjednocení sítí obou operátorů. Podobně jako v předchozí variantě, lze o podobné možnosti v současné době uvažovat pouze při použití technologie TETRA a potenciál

efektivnější je tedy v rámci Prahy relativně malý. V budoucnosti by přechod na LTE opět mohl vést k významnému snížení nákladů.

Sdílení spektra v rámci aktuálních variant provozu sítě MRS neuvažujeme. Celkově lze v současné době dosáhnout sdílením relativně malých potenciálních úspor (částečné synergie by bylo možné realizovat při sdílení přenosové sítě, je ovšem otázkou jak efektivní je realizace případného přechodu k partnerovi). Mnohem větší potenciál pak slibuje sdílení sítě na technologii LTE, kde je však nejdříve nutné provést migraci a pro evaluaci konkrétní realizace v současné době nemáme dostatek údajů.

#### **4.4.10 Možnosti úpravy topologie a kapacity sítě**

Na základě předchozích analýz není nutné provádět úpravy topologie, pokud nedojde k dalším změnám v chodu sítě (současné připojení je dostatečné pro provoz). Podobně se lze vyjádřit také k potřebě případného zvýšení kapacity, která je pro současný provoz dostačující. Případné změny topologie je poté nutné zvažovat hlavně v kontextu dalších úprav sítě – např. její zakruhování pro zvýšení dostupnosti nebo přechod na širokopásmové služby, které vyžadují vyšší datovou prostupnost (rámcový odhad dopadu na celkové náklady je tedy v dalších kapitolách analýzy).

#### **4.4.11 Možnosti frekvenčního plánování**

Při realizaci jednotlivých variant rozvoje je nutné uvažovat také frekvenční plánování. Hlavním impulzem pro změnu frekvenčního plánu je v současné době rozšíření sítě o 6 základnových stanic TBS. Zároveň je potřeba počítat s navýšením některých základnových stanic ze 2 na 3 nebo 4 vysílače (BR). Tomu odpovídá přidělení nových kmitočtů v počtu cca 20 až 25 nosných frekvencí. Prostor pro tyto přiděly by měl být dostatečný, protože z přiděleného pásma je pro MRS alokováno pouze 1,55MHz z celkového přídělu 4MHz pro duplexní kanály (viz. kapitola 3.3.1.). Navýšení frekvencí samozřejmě zvýší také poplatky,

Pokud by přesto byl příděl nových frekvencí omezujícím faktorem, byla v rámci analýzy pokrytí vypracována varianta optimalizace snížení počtu nosných frekvencí na méně využitých lokalitách a využití těchto frekvencí pro nové základnové stanice, které jsou však navrhovány v konfiguraci s jedním základnovým radiem (BR) a zároveň tento optimalizační plán není v souladu s pravidlem redundance základnových rádií. I z tohoto důvodu byl původně stanoven jako nejnižší počet základnových radií na jedné základnové stanici 2 BR. Nově navržené stanice jsou v konfiguraci 1 BR a dvě původní základnové stanice jsou po optimalizaci navrženy s 1 BR. Navržené optimalizované řešení není chybné, pouze je nutno zvážit opodstatněnost redundance nastavenou při výstavbě systému.

Pokud by bylo vyhodnoceno řešení s 1BR jako akceptovatelné, odpadá nutnost žádat ČTÚ o nové frekvenční příděly a s tím spojené navýšení poplatků. Je navrženo 6 nových stanic, 5 z nich by využívalo uvolněné frekvence po optimalizaci a šestá stanice plánovaná v Tuchoměřicích by opakovala kmitočet použitý v lokalitě Úvaly, což umožňuje dostatečná vzdálenost mezi stanicemi. Vše ilustruje níže uvedená tabulka:

Obr. č. 23: Konfigurace před a po optimalizaci z pohledu alokace nosných kmitočtů a tomu odpovídajícímu počtu provozních kanálů na základnových stanicích.

### Stávající BTS

Site id	BTS ID	Název lokality	Technologie/ Typ BTS	TS před optimalizací	TS po optimalizaci
1	Z001R	Opatov	MTS4	14	14
2	Z002R	Hovorčovická	MTS4	10	10
3	Z003R	Vidoule	MTS4	10	10
4	Z004R	Korunní	MTS4	14	10
5	Z021R	Tunely	EBTS	7	7
6	Z006R	Modřany	EBTS	7	7
7	Z007R	Vokovice	MTS4	6	6
8	Z008R	Malešice	MTS4	10	10
9	Z009R	Klíčov	MTS4	10	10
10	Z010R	Ládví	EBTS	11	11
11	Z011R	Řepy	EBTS	7	7
12	Z012R	Vítkov	MTS4	14	10
13	Z013R	Úvaly	EBTS	7	3
14	Z014R	Jelení	EBTS	7	7
15	Z022R	Metro	EBTS	7	7
16	Z016R	Říčany	EBTS	7	3
17	Z017R	Zelený pruh	EBTS	15	11
18	Z018R	Slivenec	EBTS	7	7
19	Z019R	Počernice	EBTS	7	7
20	Z005R	Strahov	MTS4	10	10
21	Z089R	Bohnice	MTS2	6	6
22	Z015R	Bojiště	MTS4	14	14
23	Z083R	Zahradní	MTS2	6	6

### Nové BTS

24	Zbraslav	MTS2		3
25	Uhříněves	MTS2		3
26	Kbely	MTS2		3
27	Břevnov	MTS2		3
28	Smíchov	MTS2		3
29	Tuchoměřice	MTS2		3

Zdroj: data MHMP

Z pohledu ČTÚ se v následujících 5-10 letech neuvažuje o jiném využití frekvenčního pásmo, ve kterém v současné době síť MHMP operuje, a lze očekávat, že bude pro MHMP IO prodlouženo (dle PRVS bude pásmo alokováno až do roku 2030).

Frekvenční plánování je dále nutné řešit i pro přechod systému na LTE technologii. Případné projevení zájmu o využívání služeb širokopásmového charakteru ze strany MHMP je nutné konzultovat se zástupci technického oddělení ČTÚ, kteří zároveň mohou pro přípravu koncepce indikovat případné navýšení poplatků spojených s využíváním širokopásmového typu služeb. V rámci stávajícího vyhrazeného pásmo 5,75MHz by připadalo v úvahu LTE 3MHz a LTE 5MHz. Na základě informací od ČTÚ (Karel Antoušek a Pavel Šístek) podle aktuálního znění nařízení vlády č. 154/2005 Sb., o stanovení výše a způsobu výpočtu poplatků za využívání rádiových kmitočtů a čísel, se poplatek za využívání kmitočtů nezmění při „hypotetickém“ přechodu na širokopásmovou síť, pokud zůstanou shodné dosavadní parametry (výkon, rozsah kmitočtů, provozní oblast atd.). Vzhledem k současné alokaci 1,55 MHz by ale ke zvýšení došlo a lze pro něj na základě odstavce A2.2 uvedeného nařízení předpokládat lineární vývoj (tedy přibližně dvojnásobné navýšení nákladů pro variantu 3 MHz a více než trojnásobné pro variantu 5 MHz).

Při přechodu na širokopásmové služby, je zároveň nutné podotknout, že hypotetický přechod by se musel dle ČTÚ týkat změny podmínek pro celou ČR, protože nelze např. vyčlenit pro širokopásmovou síť pouze oblast Prahy (za současných legislativních podmínek). Případná úprava by byla zároveň spojena s určením ochranných kmitočtových úseků a bylo by nutné o ní jednat s významným časovým předstihem. Zároveň současné frekvence nejsou standardizované spektrum z pohledu 3GPP, takže náklady na pořízení technologie a terminálů by pravděpodobně byly navýšeny o dodatečné náklady na výrobu elektroniky, které podporuje provoz ve frekvenčním pásmu MRS (např. čipsety pro radiostanice).

#### 4.4.12 Modernizace ASVV

Předmětem připravované veřejné zakázky je modernizace dálkového ovládání 220 elektronických sirén ovládaných pomocí terminálu ECC ASVV z analogové rádiové sítě v pásmu 160 MHz přechodem na ovládání prostřednictvím digitální rádiové sítě MRS TETRA v pásmu 410-430 MHz. V rámci této veřejné zakázky dojde k hardwarové a softwarové úpravě všech 220 elektronických sirén a ke kompletní výměně hardware a zásadní úpravě popřípadě výměně software ovládacího pracoviště na OS KŠ HMP. Navrhoje se, aby v rámci veřejné zakázky byla zároveň uzavřena nová servisní smlouva na podporu ASVV.

Modernizace ovládání ASVV umožní využít infrastrukturu digitální MRS TETRA pro ovládání ASVV a zároveň rozšířit možnosti diagnostiky elektronických sirén. S přechodem na ovládání

ASVV prostřednictvím MRS TETRA by bylo možné zrušit analogovou infrastrukturu vybudovanou v roce 1997 a ušetřit do budoucna finanční prostředky vynakládané na její údržbu. Zrušení staré analogové infrastruktury bude součástí veřejné zakázky na Modernizaci ovládání ASVV. Veřejná zakázka nebude vyžadovat z pohledu MRS žádné dodatečné investice.

#### 4.4.13 Rozšíření sítě v tunelech metra

Při analýze projektů jednotlivých uživatelů jsme identifikovali významné investice do MRS, které jsou realizovány z rozpočtů pro budování významné městské infrastruktury, kde není standardně dostupný signál MRS (tunely nebo metro). Tyto investice nejsou řízeny MHMP a podléhají pouze jeho schválení. Při diskuzi s jednotlivými složkami jsme identifikovali běžící projekt DPP na pokrytí tunelů metra signálem MRS (nad rámec stávajícího pokrytí stanic, podobně jako u nově vybudovaných stanic metra A).

Součástí projektů má být položení vyzařovacích kabelů do všech tunelů metra a vybudování infrastruktury v každé stanici metra (sudá a lichá), která bude zajišťovat napájení vyzařovacích kabelů z obou stran. Součástí řešení může být dle navrhované dokumentace také vybudování záložního dispečinku jako geografickou zálohu pro liché stanice.

V současné době je zpracována pouze koncepce řešení. Projekční práce nad celým řešením by měly začít v srpnu 2016. Nejdříve bude zpracována projektová práce ve stupni dokumentace pro stavební povolení (DSP) pro všechny 3 trasy metra včetně dep, která by měla být dokončena do dubna 2017. Dále bude zpracována jednostupňová realizační dokumentace (DSP+DPS) pro pilotní část 3 stanic a 2 přilehlých mezistaničních úseků (do konce roku 2017) a paralelně bude zpracována realizační dokumentace (RDS) pro úpravu základových stanic ve vlacích s termínem dokončení v dubnu 2017. MHMP bude vzniklou dokumentaci připomínkovat a náklady na realizaci řešení pokrývá DPP do výše vysoutěženého rozpočtu. Vzhledem k současnemu stavu řešení neexistuje dostatečné množství podkladů pro zvážení této investice v rámci koncepce MRS. Z našeho pohledu by však měla probíhat v následujících měsících úzká spolupráce mezi MHMP a DPP při definici konečného řešení.

Pokud by navíc pořízený majetek zůstal v kompetenci DP, docházelo by ke sdílení provozu sítě mezi dvěma subjekty, jehož principy nejsou smluvně definovány. Z tohoto důvodu bude pravděpodobně nutné změnit model nebo vyjednat SLA mezi oběma sítěmi. Identická situace nastává také u stávající infrastruktury umístěné v metru, kde je nutné lépe definovat provozní model. Nejlepší praxí je v tomto případě třístranná dohoda o správě (Operation Level Agreement) nebo přesun pod správu KonekTelu. Případná implementace obou možnosti však nemá dopad na tvorbu jakýchkoli scénářů.

#### 4.4.14 Závěr

Jednotlivé možnosti rozvoje sítě představují základní moduly při stavbě scénářů. Při jejich analýzách jsme tyto moduly rozdělili do čtyř hlavních kategorií. První kategorie lze realizovat bez dodatečných nákladů, a proto je uvažován ve všech scénářích. Druhá kategorie je opodstatněna a využita alespoň v jednom ze scénářů (sem spadá většina modulů). Třetí kategorie jsou pak moduly, které nelze z různých důvodů zvažovat vůbec, a ve scénářích tedy nejsou využity. Jako poslední jsme identifikovali skupinu dvou modulů, které jsou mimo kontrolu MHMP. První z nich jsou terminály ostatních subjektů a druhý rozšíření sítě v tunelech metra. K těmto modulům je při tvorbě scénářů přihlédnuto, ale nejsou v nich konkrétně využity, ani nedochází k jejich kalkulaci v rámci finančního modelu. Přehled jednotlivých modulů pak zobrazuje obrázek níže.

Obr. č. 24: Přehled možných modulů rozvoje sítě

<b>Postupná obměna sítě</b>	Současná infrastruktura	<b>Frekvenční úpravy</b>	Výstavba nových základových stanic
	Nově pořízená infrastruktura		Širokopásmové služby
<b>Postupná obměna terminálů</b>	Terminály MHMP	<b>Modernizace ASVV</b>	
	Terminály ostatních subjektů	<b>Rozšíření sítě v tunelech metra</b>	
<b>Zvýšení pokrytí sítě</b>	6 nových základových stanic		Site/Mast sharing
	Přesun 1 stávající základové stanice		RAN sharing
<b>Zvýšení zabezpečení sítě</b>	Autentizace (AuC, PrC, KVL)		Sdílení řídícího systému
	E2E encryption		
	AIR encryption		
<b>Zvýšení dostupnosti sítě</b>	Geografická redundance řídícího syst.		
	Zakruhování přenosové sítě		
	Rozšíření využití komunikačního kruhu		
<b>Upgrade sítě na TEDS</b>		<b>Legenda:</b>	
<b>Přechod sítě na LTE</b>		Pro všechny scénáře bez nákladů	
<b>Nové LTE terminály</b>		Využito v některých scénářích	
		Neuvažováno (mimo kontrolu MHMP)	
		Nevyužito	

Zdroj: Analýza KPMG

## 4.5 Zefektivnění provozu sítě

### 4.5.1 Možnosti úpravy provozního modelu

Pro komplexní posouzení jednotlivých provozních modelů musíme posoudit všechny možné modely provozu sítě. Při jejich tvorbě jsme vycházeli z nejlepší praxe a zároveň z doporučení a analýzy uvedených ve Zprávě 218 ECC. Níže je uveden seznam jednotlivých provozních modelů. Detaily následují v textu níže.

- Dédikovaná vlastní infrastruktura pro kritickou komunikaci
  - Síť provozovaná vlastními silami
  - Částečný outsourcing
  - Úplný outsourcing
- Využití služeb nabídky komerčního operátora pro provoz kritické komunikace
  - Využití stejné nabídky služeb jako pro komerční subjekty
  - Specifická nabídka služeb pro potřeby kritické komunikace
- Hybridní řešení (kombinace komerční a vlastní infrastruktury)
  - Geografické rozdělení provozovaných sítí
  - MVNO model
  - Různé další kombinace komerčních a vlastních služeb

### 4.5.2 Dédikovaná vlastní infrastruktura pro kritickou komunikaci

Tento model představuje provoz dedikované sítě, která je určena specificky pro potřeby kritické komunikace (pokrytí, podpora služeb, bezpečnost, atd.). Lze předpokládat, že pro síť je vyhrazeno samostatné frekvenční pásmo a je nutné pro provoz sítě pořídit kompletní technologickou výbavu (core network, RAN, přenosová síť, atd.). Některé prvky pak mohou být sdíleny, pokud to kritéria pro provoz sítě umožňují (pasivní infrastruktura, přenosová síť, atd.).

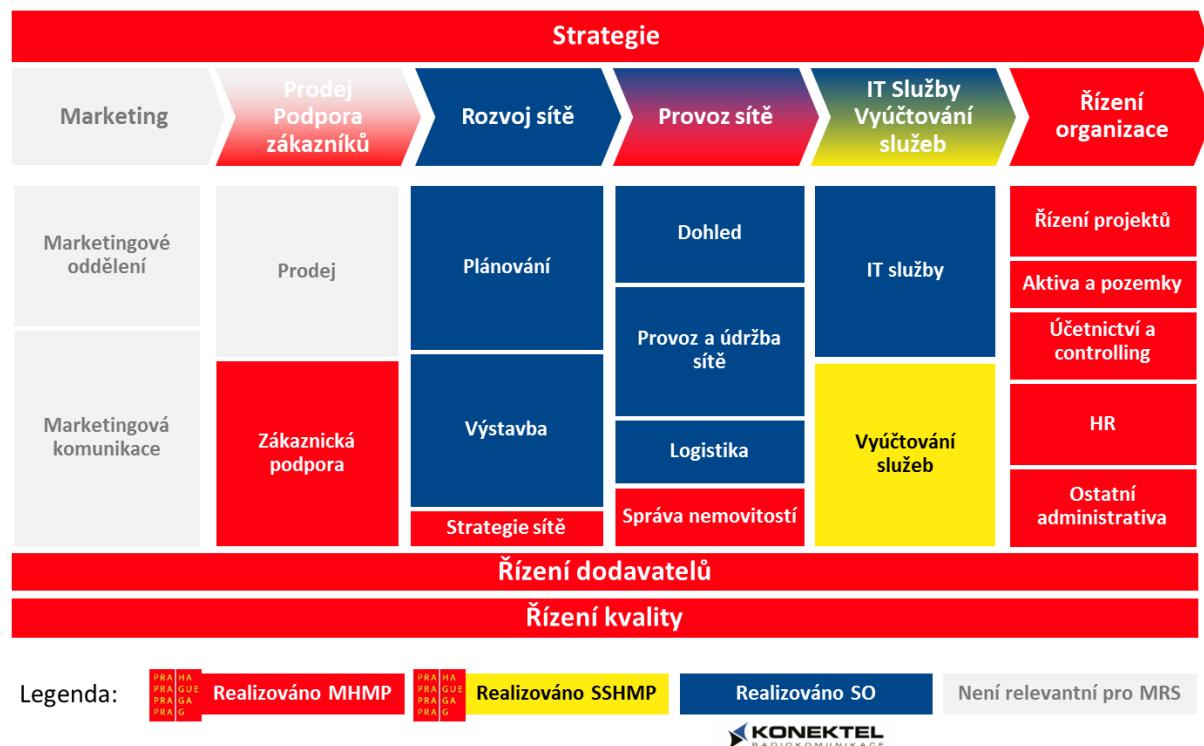
V rámci analýzy změn provozního modelu, existují jeho tři možné varianty:

- Síť provozovaná vlastními silami
- Částečný outsourcing (realizace některých aktivit v rámci provozního modelu třetí stranou)
- Kompletní outsourcing (kompletní end to end zajištění provozu sítě třetí stranou)

MRS je provozován na dedikované vlastní infrastruktuře, proto bylo vhodné provést detailní analýzu, do kterého z modelů současný provoz spadá. Pro analýzu provozního modelu jsme použili jako základní stavební kámen provozní model mobilního operátora. Byl zvolen hlavně z pohledu zajištění kompletnosti, přičemž je jasné, že pro poskytovatele veřejné služby nemusí

být všechny jeho části relevantní (např. marketing nebo prodej). Na vzorovém provozním modelu jsme následně na základě poskytnutých dat vyznačili, jak jsou jednotlivé aktivity realizovány a na základě toho jsme identifikovali čtyři hlavní kategorie aktivit – realizováno MHMP, realizováno SSHMP, realizováno servisní organizací a není relevantní pro MRS (viz popis výše). Rozvržení jednotlivých aktivit ilustruje obrázek níže:

Obr. č. 25: Provozní model MRS (aktuální v roce 2016)



Zdroj: Analýza KPMG na základě dat MHMP

Na základě nejlepší praxe a zkušeností společnosti KPMG s outsourcingem služeb převážně v komerční sféře, lze říci, že MHMP využívá v současné době vysokou míru částečného outsourcingu (aktivity realizované servisní organizací). Standardně jsou při provozu sítě mobilního operátora třetí strany využívány pro údržbu sítě, zajištění provozu, dohled a s nimi spojené činnosti jako je logistika. Často jsou také třetí strany využívány pro výstavbu sítě. Méně častá je pak varianta, ve které třetí strany provádění plánování sítě a její optimalizaci, která je součástí současné smlouvy se servisní organizací. Kontakt s uživateli zajišťuje Operační středisko Krizového štábhu hl. m. Prahy (požadavky na okamžité řešení – např. blokace ztraceného terminálu), kde je služba 24/7 nebo odbor bezpečnosti MHMP (požadavky k dlouhodobému řešení). Požadavky jsou předávány elektronicky nebo telefonicky a v souladu s platnou servisní smlouvou předány na servisní organizaci. Vzhledem k tomu, že v rámci analýzy nedošlo k předání procesní dokumentace KPMG, není zřejmé, zda společnost KonekTel

používá Service desk pro odbavení incidentů a požadavků na práci, což je standardní praxe, a mělo by dojít k případnému zavedení sledování jednotlivých aktivit dodavatele.

Tabulka níže pak srovnává silné a slabé stránky uvedených možností:

Tab. č. 28: Porovnání jednotlivých modelů dedikované vlastní infrastruktury pro kritickou komunikaci

Provozní model	Silné stránky	Slabé stránky
<b>Síť provozovaná vlastními silami</b>	Stabilita sítě v porovnání s komerčními sítěmi Plná kontrola nad provozem sítě Nezávislost na dodavatelích Udržení klíčových znalostí v rukou provozovatele Není nutné řešit formální požadavky a SLA Flexibilita provozu sítě	Vysoké nároky na personální zajištění a expertízu Nízká flexibilita z pohledu nákladů Provozní riziko zůstává v organizaci Nízké úspory z rozsahu
<b>Částečný outsourcing</b>	Stabilita sítě v porovnání s komerčními sítěmi Udržení strategického řízení uvnitř organizace Zvýšená efektivita organizace díky synergii na straně dodavatele Operační riziko je přesunuto na dodavatele	Nutnost komplexní definice a sledování ukazatelů provozu sítě Ztráta synergii rozdělením některých procesů
<b>Kompletní outsourcing</b>	Stabilita sítě v porovnání s komerčními sítěmi Kompletní převedení zodpovědnosti na dodavatele Ukazatelů provozu sítě jsou zjednodušeny a lze je sledovat na manažerské úrovni Zlepšení předvídatelnosti cash-flow (investiční náklady pokrývá poskytovatel)	Vysoká závislost na dodavateli a jeho schopnostech Ztráta kontroly nad vlastním majetkem a smlouvami

Zdroj: Analýza KPMG

Z této analýzy vyplývá, že realizace vlastními silami není finančně efektivní, protože pro její realizaci by si MHMP muselo vytvořit komplexní interní organizaci, jejíž provoz by byl vzhledem

k vysokým nákladům na expertízu a nízkým úsporám z rozsahu neefektivní. Částečný a úplný outsourcing poté zkoumala předchozí studie rozvoje MRS, která dospěla k závěru, že kompletní outsourcing je nákladnější než částečný outsourcing (současný stav se servisní organizací). Realizace úplného outsourcingu by za současného stavu znamenala převedení funkcí, které jsou realizovány MHMP a SSMHMP do rukou dodavatele (vlastnictví majetku, správa lokalit, jejich smluv, účetnictví, správa majetku, vyúčtování služeb uživatelům, atd.) a jejich nákup jako službu. Z našeho pohledu by tento přechod byl v podmínkách státní správy velmi obtížně realizovatelný, došlo by ke ztrátě kontroly nad službami a vysoké závislosti na dodavateli. Zároveň souhlasíme se závěry předchozí studie, kde je tato varianta vyhodnocena jako nákladnější než částečný outsourcing, případně využití nabídky komerčního operátora, a proto ji již dále nebudeme zvažovat. V rámci tvorby této analýzy došlo k rozpracování možného úpravy provozního modelu, kde by na straně SO bylo implementován Helpdesk (resp. service desk). Z našeho pohledu je vzhledem k budoucímu rozvoji sítě a možnému zařazení do KII tato úprava nezbytná.

#### *4.5.2.1 Popis možné implementace service desku*

Řešení by umožnilo přiřazení jakéhokoli požadavku zodpovědné osobě s ohledem na její časové možnosti. Kompletní historie požadavku zůstává zachována a je možné vyhodnotit zatížení požadavků v přehledné statistice. Řešení servisních požadavků se stává maximálně efektivním, rychlým a pohodlným. Zadavatel (zákazník) svůj požadavek sdělí a popíše prostřednictvím jednoduchého rozhraní. E-mail následující po každém požadavku zajistí, že řešení bude okamžité. Požadavky můžete navíc řešit odkudkoliv, kde je internetový prohlížeč online. Zadavatel také nemusí nic ověřovat, nýbrž je o stavu svého požadavku průběžně informován.

Možnosti a funkce:

- Možnost zadat požadavek odkudkoli, kde je k dispozici internetové připojení (PC, mobilní telefon, notebook, internetová kavárna).
- Možnost přehledného sledování historie požadavků.
- Automatická informace o změnách požadavků jak pro zadavatele, tak pro řešitele, s odkazem na konkrétní požadavek v systému - nemusíte nic složitě hledat abyste zjistili aktuální stav požadavku.
- Možnost vkládání příloh pro ujasnění požadavků a tím jejich rychlejší vyřízení.
- Možnost volby kategorií, do které požadavek spadá pro zadání požadavku přímo týmu řešitelů, který se touto oblastí zabývá.

- Možnost zobrazení kompletního chodu požadavku včetně všech zainteresovaných osob.
- Možnost skrytých komentářů pro tým řešitelů, který není zadavateli zobrazen.
- Filtrování požadavků dle Vámi zadaných přesných kritérií.
- Možnost přiřazení priority k požadavkům.
- Možnost vyhledání konkrétního případu dle jeho čísla.

#### **4.5.3 Využití služeb komerčního operátora pro provoz kritické komunikace**

Tento model představuje využití komerčních sítí pro provoz kritické komunikace. Služby jsou pořízeny od současného komerčního operátora a jsou poskytovány na základě jeho existující sítě (subjekt tedy síť vůbec nevlastní). Výstavba dodatečné infrastruktury je pak omezena. V předchozí studii rozvoje byly pro tuto variantu uvažovány nabídky společností O2 (síť GSM) a U:fon (CDMA). Varianta může být realizována ve dvou různých možnostech:

- Využití stejné nabídky služeb jako pro komerční subjekty
- Specifická nabídka služeb pro potřeby kritické komunikace

Tabulka níže pak srovnává silné a slabé stránky jednotlivých možností:

Tab. č. 29: Porovnání jednotlivých modelů využití služeb nabídky komerčního operátora pro provoz kritické komunikace

Provozní model	Silné stránky	Slabé stránky
<b>Využití stejné nabídky služeb jako pro komerční subjekty</b>	Vysoká efektivita a úspory z rozsahu Není nutné budovat novou/vlastní infrastrukturu Možnost realizace národního roamingu	Není možné využívat služeb specifických pro kritickou komunikaci Nízká priorita kritické komunikace Sdílení spektra s komerčními uživateli Ztráta kontroly nad infrastrukturou a rozvojem sítě Nižší bezpečnost
<b>Specifická nabídka služeb pro potřeby kritické komunikace</b>	Implementace specifických požadavků na kvalitu služby, které preferují kritickou komunikaci Zajištění funkcionality kritické komunikace Úspory z rozsahu nasazení	Sdílení spektra s komerčními uživateli (kritická komunikace je ale prioritizována) Ztráta kontroly nad infrastrukturou a rozvojem sítě Nižší bezpečnost

Zdroj: Analýza KPMG

Z této analýzy vyplývá, že pro potřeby krizové komunikace nejsou služby komerčního operátora vhodné za standardních podmínek. Specifická nabídka služeb je pak zvažována.

Velkou výhodou komerčních sítí je jejich případné nasazení pro služby, které nejsou nezbytně kritické (jako je například širokopásmová komunikace).

#### 4.5.4 Hybridní řešení (kombinace komerční a vlastní infrastruktury)

Posledním modelem provozu sítě jsou jednotlivé varianty, které mohou vzniknout kombinací předchozích dvou modelů – tedy provozu na vlastní infrastruktuře a využitím služeb komerční subjektů. V rámci hybridních modelů dochází k vyvážení jednotlivých předností a nevýhod modelů a může tak vzniknout opravdu efektivní a funkční celek. Vzhledem k velkému množství kombinací zde uvádíme pouze několik hlavních:

- Geografické rozdělení provozovaných sítí
- Provoz některých funkcionalit jako MVNO
- MVNO v kombinaci s geografickým rozdělením sítí

- A mnoho dalších (využití komerčních služeb s vlastním financováním zvýšených požadavků na kritickou komunikaci)

*Tab. č. 30: Porovnání jednotlivých modelů hybridního řešení*

Provozní model	Silné stránky	Slabé stránky
<b>Geografické rozdělení provozovaných sítí</b>	Pokrytí kritických míst dedikovanou sítí (centrum města, hlavní dopravní spoje, atd.)  Efektivní nasazení komerční sítě v méně kritických místech  Jasná separace mezi komerční a dedikovanou sítí	Vysoké náklady za pořízení kompletní síťové infrastruktury  Závislost na core network operátora  Nižší bezpečnost řešení
<b>Provoz některých funkcionalit jako MVNO</b>	Nutné pořízení pouze některých elementů core network (např. PGW, IMS, AS, atd.)  Vyšší bezpečnost vzhledem k provozu core network	Závislost na kvalitě sítě komerčního operátora  Nižší bezpečnost řešení
<b>MVNO v kombinaci s geografickým rozdělením sítí</b>	Pokrytí kritických míst dedikovanou sítí (centrum města, hlavní dopravní spoje, atd.)  Efektivní nasazení komerční sítě v méně kritických místech  Vyšší bezpečnost vzhledem k provozu core network	Komplexní řízení sítě

*Zdroj: Analýza KPMG*

Z pohledu využití je zřejmé, že komerční sítě mohou plně uspokojit požadavky nekrizové komunikace v oblastech, které jsou již pokryty mobilními operátory. Pro krizové oblasti je pak nutné vystavět vlastní dedikovanou síť. Hybridní sítě pak umožňují ideální kombinaci obou možností, která je ale vyvážena relativně komplexní správou sítě. Řešení jsou zároveň nákladnější než plně komerční nasazení sítě.

#### 4.5.5 Provozní modely z pohledu technologie

Z technologického pohledu se nabízí několik různých variant, které vychází z předchozích provozních modelů a zároveň potřeby realizace širokopásmových služeb.

- TETRA pro kritickou komunikaci (pouze úzkopásmové služby)
- LTE pouze pro širokopásmové služby
- LTE pro kritickou komunikaci a širokopásmové služby
- Využití ostatních technologíjí komerčních operátorů

#### 4.5.6 TETRA pro kritickou komunikaci (pouze úzkopásmové služby)

Zachování stávajícího řešení na technologickém standardu TETRA. TETRA je ETSI standardem pro profesionální rádiové sítě se zaměřením na časově krizovou komunikaci, který byl speciálně vyvinut pro komunikaci vládních úřadů, bezpečnostních a záchranných složek (policie, hasičů, záchranných služek, armády), dále je často využíván pro komunikaci ve veřejné dopravě (letiště, dopravní podniky) a průmyslu. Technologie TETRA byla přijata jako primární standard pro „mission critical“ aplikace a je dlouhodobě ověřeným fungujícím standardem. Současné sítě TETRA podporují mission critical voice komunikaci, jsou ale omezeny pouze na úzkopásmové datové služby (TEDS dosahuje maximální rychlosti přenosu dat 538kbps). Architektura sítě pak odpovídá současnemu stavu.

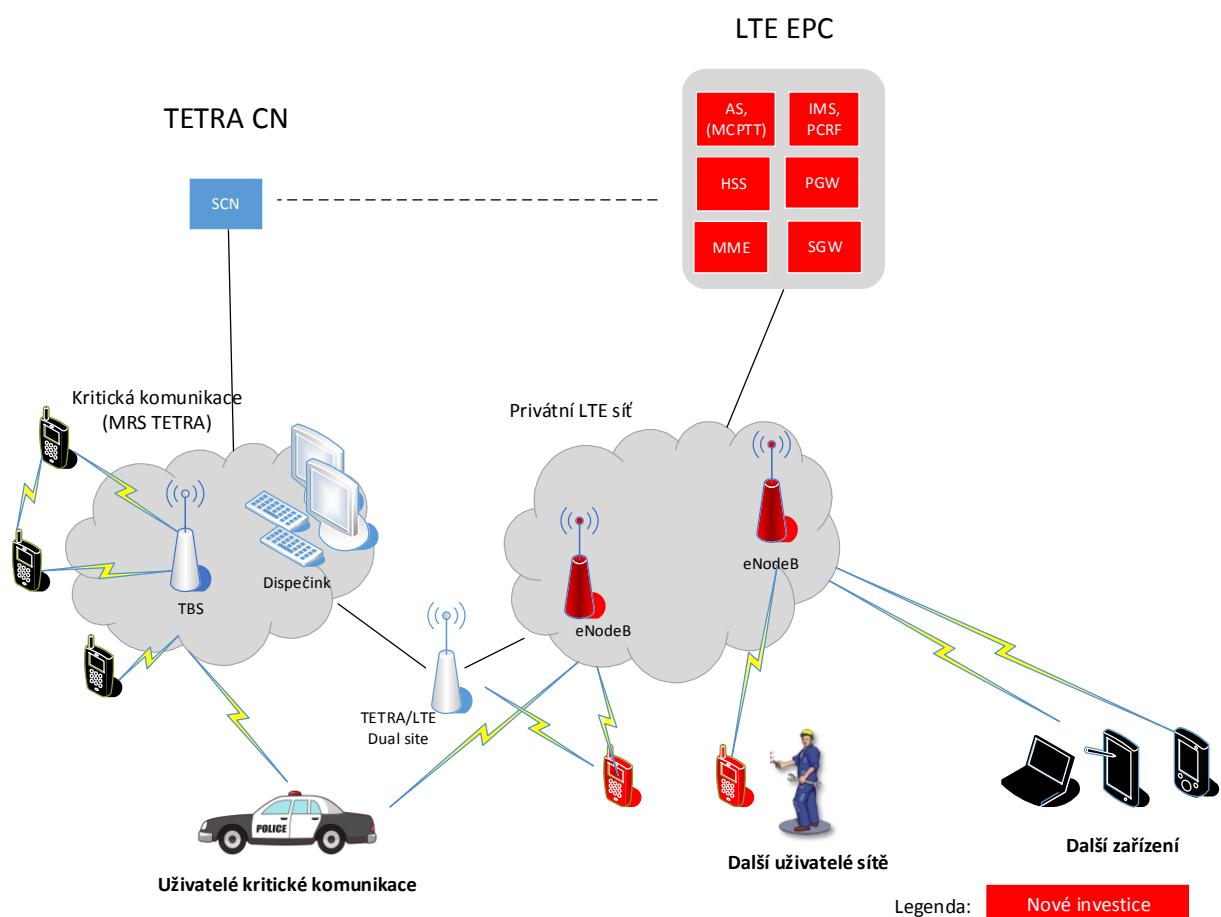
#### 4.5.7 LTE pouze pro širokopásmové služby

V této variantě vycházíme z předpokladu, že současné řešení TETRA bude zachováno a zároveň bude nutné pro uživatele zajistit zavedení širokopásmových služeb alespoň do doby, než bude standardizováno a uvedeno na trh řešení MCPTT na bázi LTE a celé řešení bude na platformu LTE migrováno. Pro provoz LTE lze použít mnoho různých variant. Všechny varianty pak lze kombinovat s úzkopásmovým PMR systémem TETRA.

#### 4.5.7.1 Vlastní stavba LTE sítě pro širokopásmové služby

Operátora si v této variantě vystaví vlastní core network a RAN. Zároveň je nutné, aby pro provoz sítě alokovat frekvenční spektrum. Varianta vlastní vyhrazené LTE sítě je z pohledu bezpečnosti a správy nejvýhodnější, nicméně tento klad neguje nutnost vlastního frekvenčního přídělu a s ním spojené ekonomické neefektivity nemluvě o nutnosti budovat vlastními silami paralelní LTE síť včetně všech jejích klíčových prvků a nutnost pořízení nových zařízení (duálních zařízení TETRA/LTE nebo LTE zařízení).

Obr. č. 26: Architektura sítě TETRA a vlastní stavby LTE pro širokopásmové služby



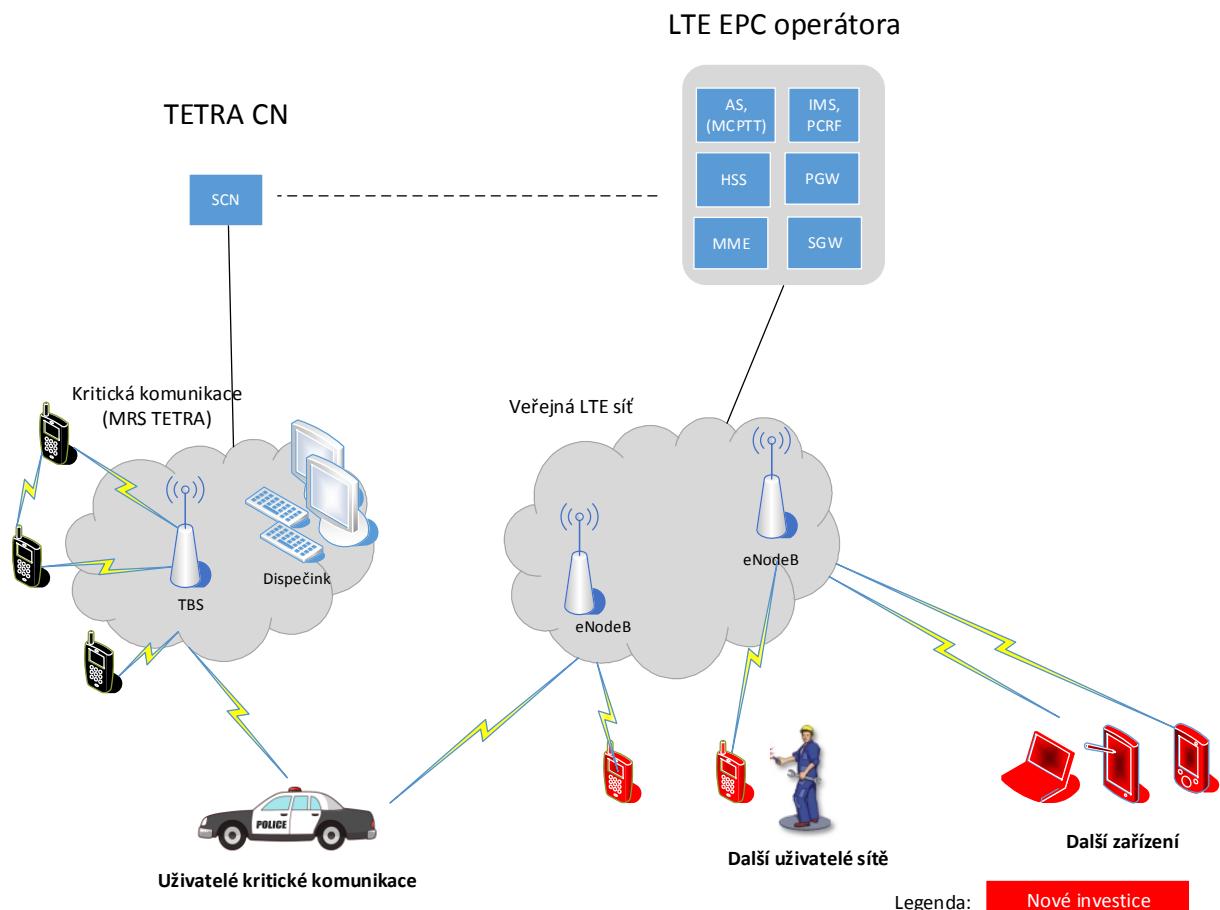
Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.5.7.2 Využití služeb LTE komerčního operátora

Pro tuto variantu není nutné budovat vlastní infrastrukturu a frekvenční spektrum je sdíleno s komerčními uživateli. Toto řešení je dostupné a implementovatelné v podstatě ihned. Výhodou jsou sdílené ekonomické náklady na platby za frekvenční příděly a dále sdílené náklady na infrastrukturu. Nevýhodou pak jistá závislost na operátorovi LTE sítě a nutnost pořízení nových zařízení (duálních zařízení TETRA/LTE nebo LTE zařízení). Při zvolení sdílení sítě je nutno zajistit

specifické požadavky segmentu mission critical, plánování a konfigurace sítě, pokrytí, bezpečnost a v neposlední řadě rovněž prioritizaci „public services“ uživatelů.

Obr. č. 27: Architektura sítě TETRA a využití komerčního LTE pro širokopásmové služby

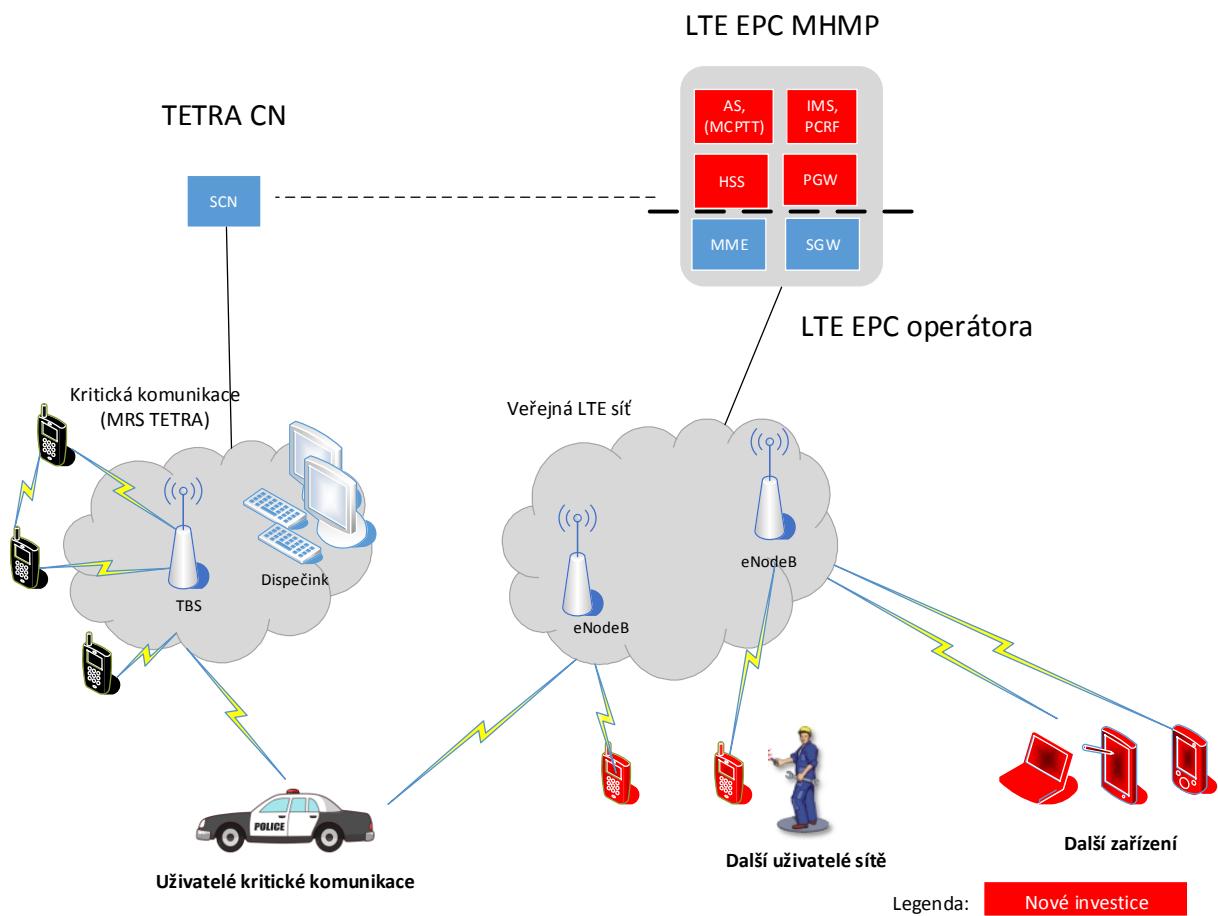


Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.5.7.3 Využití služeb komerčního operátora jako MVNO

V rámci této varianty předpokládáme využití RAN komerčního operátora a zároveň vybudování vlastní core network a její propojení s mobilním operátorem. To znamená, že klíčové funkce z LTE EPC zůstanou pod kontrolou MHMP. Realizace je podobná jako v předchozí variantě, ale díky vybudování vlastní core network varianta představuje bezpečnější a více nezávislou možnost.

Obr. č. 28: Architektura sítě TETRA a využití komerčního LTE pro širokopásmové služby v módu full MVNO



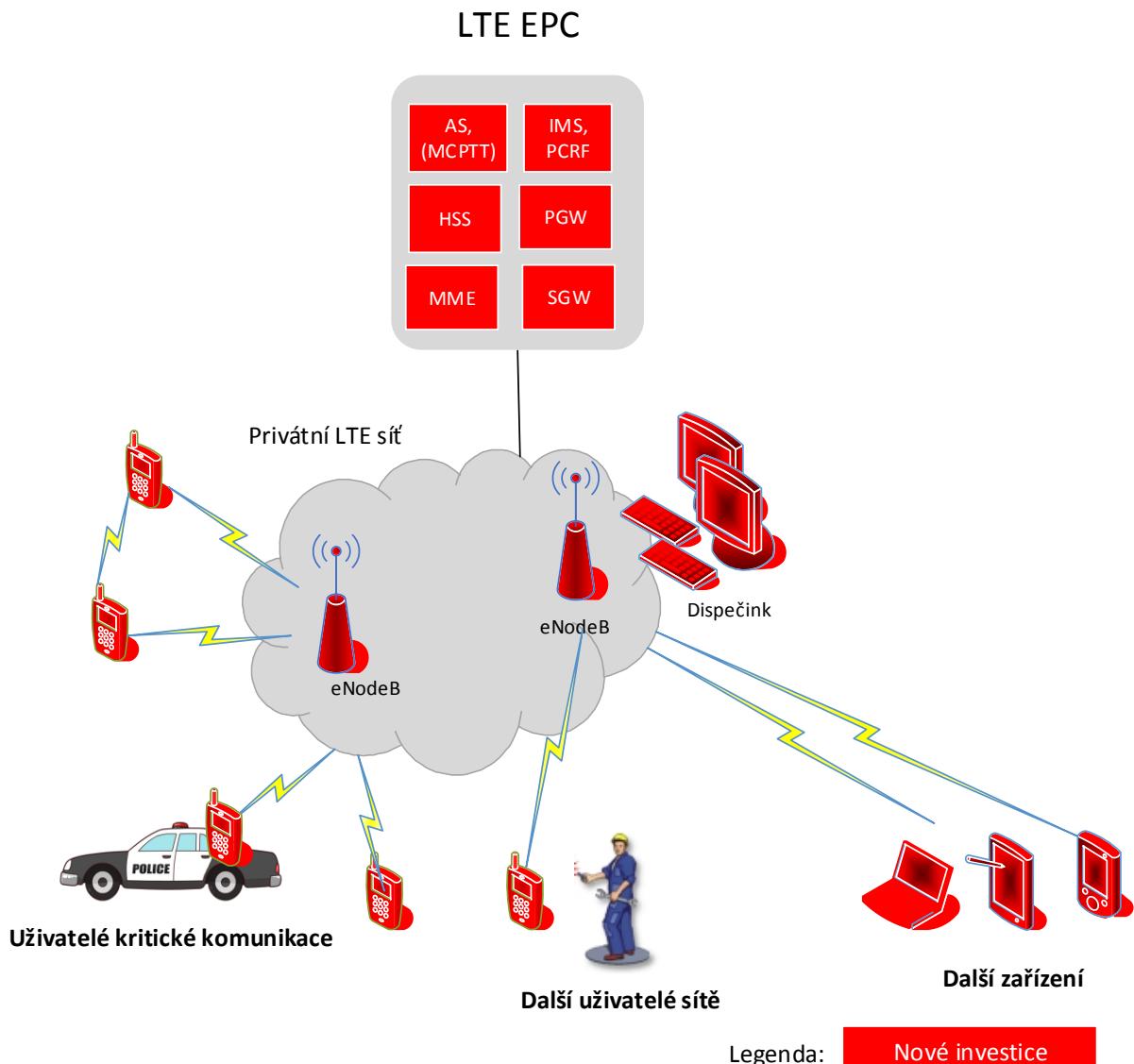
Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.5.8 LTE pro krizovou komunikaci a širokopásmové služby

Jak bylo již dříve popsáno ve variantách rozvoje sítě, jedním z technologických modelů je nasazení proprietární řešení PTT over LTE, protože s plnou standardizací a implementací všech požadovaných funkcionalit v širokopásmových LTE sítích se počítá až za horizontem roku 2020. Proprietární řešení jsou v současné době nabízena zejména velkými čínskými dodavateli (např. eLTE od Huawei, 2+4 od ZTE). Řešení je specifické dle vendoru technologie a je diskutabilní, zda bude v budoucnu kompatibilní s 3GPP standardy MCPTT. Po standardizaci řešení lze již očekávat, že budou zařízení dostupná od všech hlavních výrobců telekomunikačních technologií.

Toto řešení předpokládá, že dojde k úplnému nahrazení stávající sítě a všech jejích prvků, včetně terminálů koncových uživatelů. Architektura celého řešení je pak zobrazena na obrázku níže:

Obr. č. 29: Architektura sítě LTE pro kritickou komunikaci a širokopásmové služby



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.5.9 Využití technologií dalších operátorů

Možnosti využití ostatních technologií od komerčních operátorů byly zvažovány v předchozí studii rozvoje na základě komplexní analýzy technologických aspektů všech dostupných řešení, kde bylo následně rozhodnuto o dalším rozvoji technologie TETRA, proto zde již tuto analýzu pro technologie GSM a CDMA neprovádíme znovu.

Pro případné úvahy je nutné zvážit možnost přechodu komerčních operátorů na technologii LTE, kde O2 zvažuje upgrade na LTE i v souvislosti s využitím jako neveřejnou sítě pro

bezpečnostní složky<sup>70</sup> (tento přechod je podmíněný převodem licence z CDMA na LTE ze strany ČTÚ). Platnost CDMA přídělu O2 totiž končí až 7. 2. 2018. Podobné plány zveřejnil i U:fon (Air Telecom), který změnil 1. 6. 2016 majitele a avizoval do roka přechod na LTE sít<sup>71</sup>. Kmitočtový příděl pro síť U:fon je na rozdíl od O2 řešen formou individuálních oprávnění (O2 má standardní frekvenční příděl) lze tak očekávat, že ČTÚ přechod na LTE umožní.

Obr. č. 30: Frekvenční příděly MRS, O2 a U:fon



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.5.10 Možnosti změn jednotlivých smluv

- Nájemné a energie (spojené s lokalitami). V současnosti je možné konstatovat, že parametry většiny těchto smluv zvýhodňují postavení pronajímatele, tj. hlavní město Prahu, jelikož platby za elektrickou energii jsou hrazeny paušálně v nižším objemu, než kolik lze očekávat při současných cenách na trhu. V tomto směru tak není nutné smlouvy upravovat. Doporučujeme však analyzovat parametry platby energií ve smlouvách s Telco Pro Services z důvodu jejich nejasnosti.
- Servisní smlouva – současné parametry servisní smlouvy se zdají být opodstatněné, 100% redundancy zařízení mitiguje riziko výpadku sítě, které je zároveň řešeno včasným dohledem a údržbou sítě. Současný dohled sítě provádí logování všech přístupů do sítě, a umožnuje tak kontrolu vstupu třetích stran, kterou by servisní společnost mohla provádět do okamžiku realizace bezpečnostních opatření pro včasné řešení těchto situací.
- Smlouvy na optické okruhy pronajaté od společnosti T-Mobile je nutné analyzovat z pohledu finanční výhodnosti, zdali parametry splňují současné tržní podmínky, a podle toho smlouvu aktualizovat, případně využít nabídky konkurenčních společností.

<sup>70</sup> <http://www.investicniweb.cz/zpravy-z-trhu/2015/6/17/o2-zvazuje-ze-by-misto-mobilni-datove-siete-cdma-nasadil-lte/>

<sup>71</sup> <http://www.cnews.cz/cesko-bude-mit-ctvrtnou-sit-lte-ufon-s-novym-majitelem-do-roka-vymeni-sit-cdma>

- Využívání rádiových kmitočtů pro provoz sítě vychází z individuálního oprávnění uděleného ČTÚ. Toto oprávnění vychází ze zákona, a není proto možné uvažovat o změnách jeho parametrů. V případě, že by ze strany Hlavního města Prahy došlo ke zvýšeným požadavkům po velikosti spektra, je možné podat k ČTÚ novou žádost.

#### **4.5.11 Provozní model z pohledu uživatelů**

Na provozní model MRS se musíme podívat ještě z pohledu uživatelů a tedy služeb, které jim bude schopný provozovatel sítě poskytnout. V rámci mobilních sítí rozlišujeme následující hlavní typy služeb:

- Hlasové služby – standardní hlasové hovory – lze předpokládat, že je realizují všechny druhy sítí (TETRA, LTE a i ostatní).
- Krizová komunikace – hlasové služby specifické pro krizovou komunikaci (skupinové hovory, MCPTT, atd.) – v současné době tyto služby neposkytují všechny technologie (např. standardní LTE), a je proto nutné vybrat pro jejich realizaci konkrétní technologii. Kritická komunikace má zároveň z pohledu uživatelů velmi specifické požadavky na dostupnost, spolehlivost a bezpečnost, které je nutné zohlednit.
- Úzkopásmové datové služby – přenosy krátkého objemu dat (SMS, SDS, atd.) – zde lze opět předpokládat, že krátké objemy dat dokáže přenést jakékoli technologie.
- Širokopásmové datové služby – přenosy velkého objemu dat – pro realizaci přenosu většího objemu dat je nutné využívat moderní modulaci dat, které umožní vysokou přenosovou rychlosť. V současné době je standardem pro přenos velkých objemů dat v mobilních sítích hlavně 3G/LTE. Ostatní technologie pak nedosahují dostatečných parametrů.

Z pohledu uživatelů lze tedy vždy předpokládat, že síť umožní hlasové služby a úzkopásmové služby. Krizové komunikace a širokopásmové služby pak již nemusí být vždy dostupné a z pohledu technologie realizovatelné, proto je nutné je oddělit.

#### **4.5.12 Závěr**

Na základě komplexní analýzy provozních a technologických modelů jsme analyzovali silné a slabé stránky jednotlivých možností. Na základě analýzy byly vybrány následující možné scénáře rozvoje, které budou zpracovány do provozně ekonomických modelů.

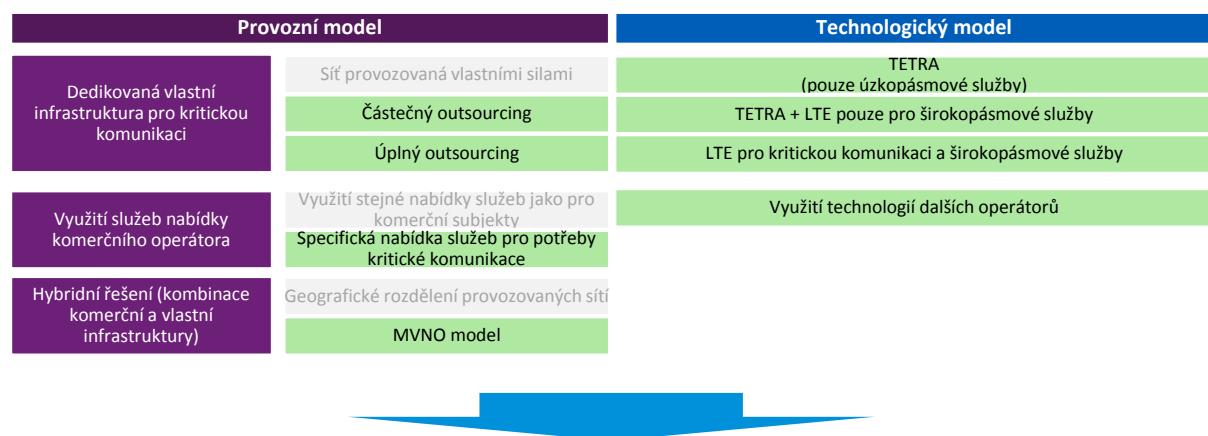
Tab. č. 31: Přehled vybraných provozních a technologických modelů

Model	Kritická komunikace	Širokopásmové služby
TETRA pouze pro kritickou komunikaci	TETRA (částečný outsourcing)	Ne
TETRA + vlastní LTE	TETRA (částečný outsourcing)	LTE (vlastní stavba LTE sítě)
TETRA + komerční LTE	TETRA (částečný outsourcing)	LTE (využití služeb LTE komerčního operátora)
TETRA + komerční LTE jako MVNO	TETRA (částečný outsourcing)	LTE (využití služeb komerčního operátora jako MVNO)
LTE pro kritickou komunikaci a širokopásmové služby	LTE (vlastní stavba LTE sítě)	LTE (vlastní stavba LTE sítě)
Využití technologií dalších operátorů	LTE	LTE

Zdroj: Analýza KPMG

Proces tvorby těchto modelů poté ilustruje diagram níže:

Obr. č. 31: Diagram ilustrující tvorbu jednotlivých scénářů



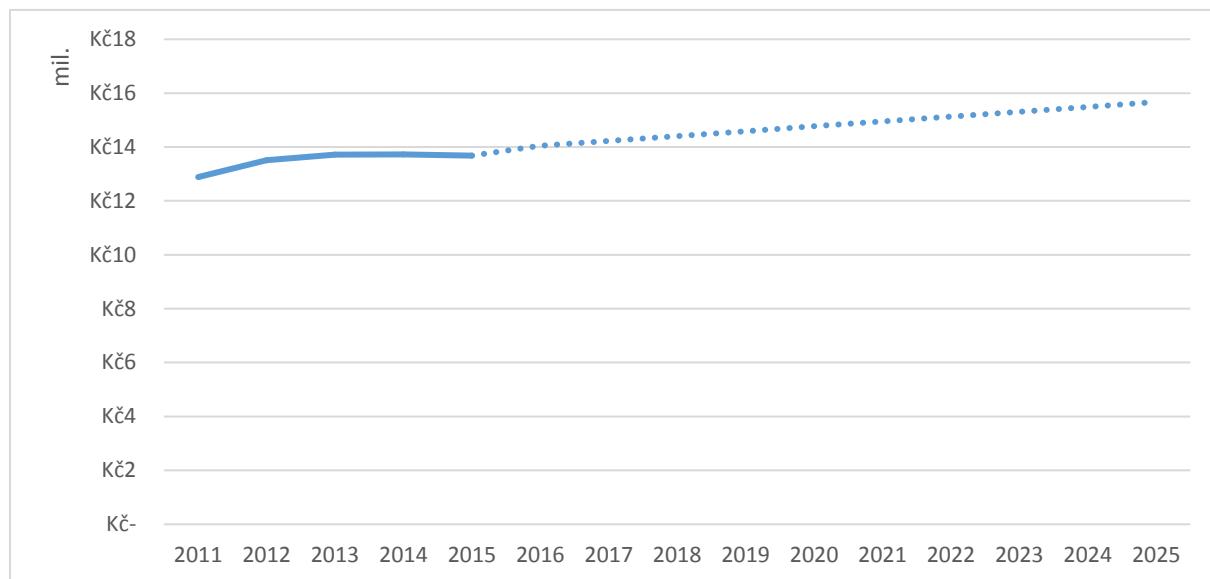
Scénář	Kritická komunikace	Širokopásmové služby
TETRA pouze pro kritickou komunikaci	TETRA (částečný outsourcing)	Ne
TETRA + vlastní LTE	TETRA (částečný outsourcing)	LTE (vlastní stavba LTE sítě)
TETRA + komerční LTE	TETRA (částečný outsourcing)	LTE (využití služeb LTE komerčního operátora)
TETRA + komerční LTE jako MVNO	TETRA (částečný outsourcing)	LTE (využití služeb komerčního operátora jako MVNO)
LTE pro kritickou komunikaci a širokopásmové služby	LTE (vlastní stavba LTE sítě)	LTE (vlastní stavba LTE sítě)
Využití technologií dalších operátorů	(úplný outsourcing)	(úplný outsourcing)

Zdroj: Analýza KPMG

## 4.6 Potenciální výnosy z provozu sítě a jednotlivých služeb

Na základě kapitoly 4.1 jsme identifikovali požadavky uživatelů, které indikují mírný růst využitých služeb. Uživatelé nepředpokládají využití sítě MRS pro širokopásmové služby, ale pouze pro krizovou komunikaci a přenosy malého objemu dat. Graf č. 50 pak zobrazuje vývoj výnosů na základě definované poptávky při uplatňování současné cenové politiky pro stávající uživatele sítě. Z grafu lze vyčíst mírně rostoucí výnosy ze služeb, které dosáhnou v průběhu horizontu této koncepce celkem 15 %. Růst tržeb je založený na předpokladu udržení stávajícího počtu uživatelů MRS a stejné struktury využívaných služeb.

Graf č. 50: Potenciální výnosy z provozu sítě (v letech 2016-2025)



Zdroj: Data poskytnutá SSHMP, analýza KPMG

V závislosti na závěrech kapitoly 3.5 je možné konstatovat, že současné ani budoucí výnosy nepředstavují dostatečné zdroje krytí pro provozní náklady, a provoz MRS je tak dotován městem Praha. Má-li MRS nadále přestavovat síť pro krizovou komunikaci, je smysluplné, aby její provoz byl z větší části hrazen městem, jako jejím provozovatelem. Zároveň je však nutné upozornit, že ne všichni uživatelé používají MRS pro kritickou komunikaci a u těchto uživatelů by bylo vhodné zvážit zvýšení výnosů tak, aby se pokryly alespoň provozní náklady sítě. V okamžiku, kdy by síť měla být transformována do plnohodnotné širokopásmové rádiové sítě umožňující komerční využití, například kurýrními společnostmi či taxislužbami, měla by cenová politika být nastavena s ohledem na krytí provozních a části investičních nákladů. Z pohledu výnosového modelu je zároveň nutné vyhodnotit současné nastavení rozdělení výnosů mezi MHMP a SSHMP, kde dochází k rozdělení 50:50, ale větší část nákladů spojených s provozem sítě (servisní smlouvy, platby za jednotlivé lokality, atd.) nese MHMP.

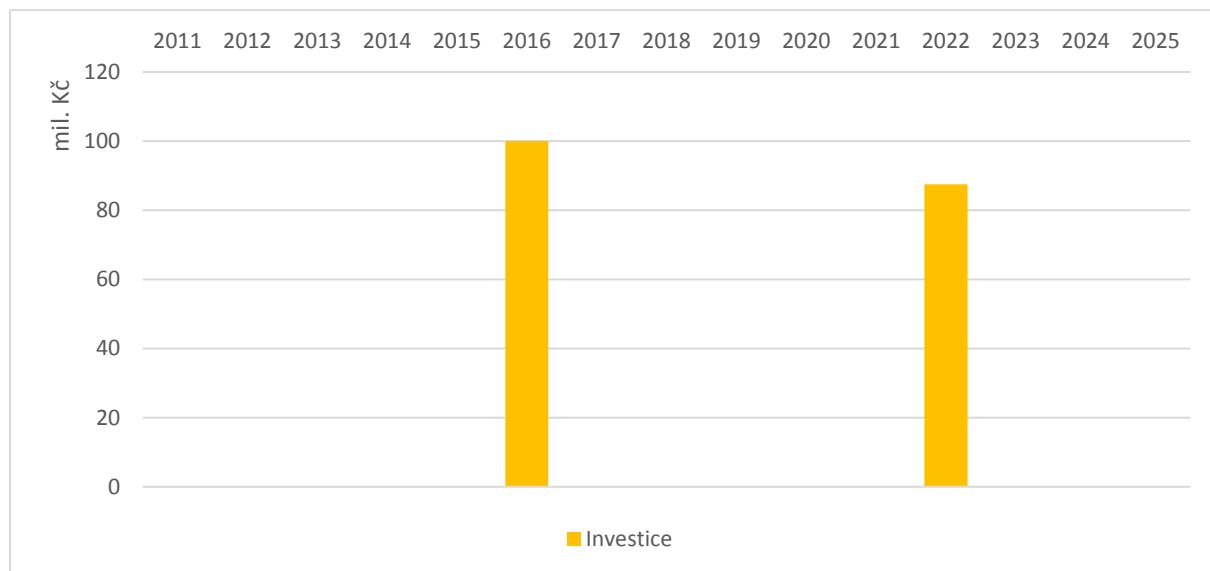
## 4.7 Vytvoření provozně ekonomických modelů

V této kapitole jsou definovány na základě předchozích analýz jednotlivé provozně ekonomické modely provozu sítě, které vychází hlavně z vybraných provozních a technologických modelů.

### Funkce investic

Současně aplikovaný způsob financování projektů rozvoje sítě je demonstrován na grafu níže - projekty jsou financovány z investičních akcí, které jsou individuálně posuzovány. Nedochází přitom k jakémkoliv formě rezerv, které by v okamžiku investice byly rozpuštěny.

Graf č. 51: Modelový příklad: Současný stav investiční činnosti MRS

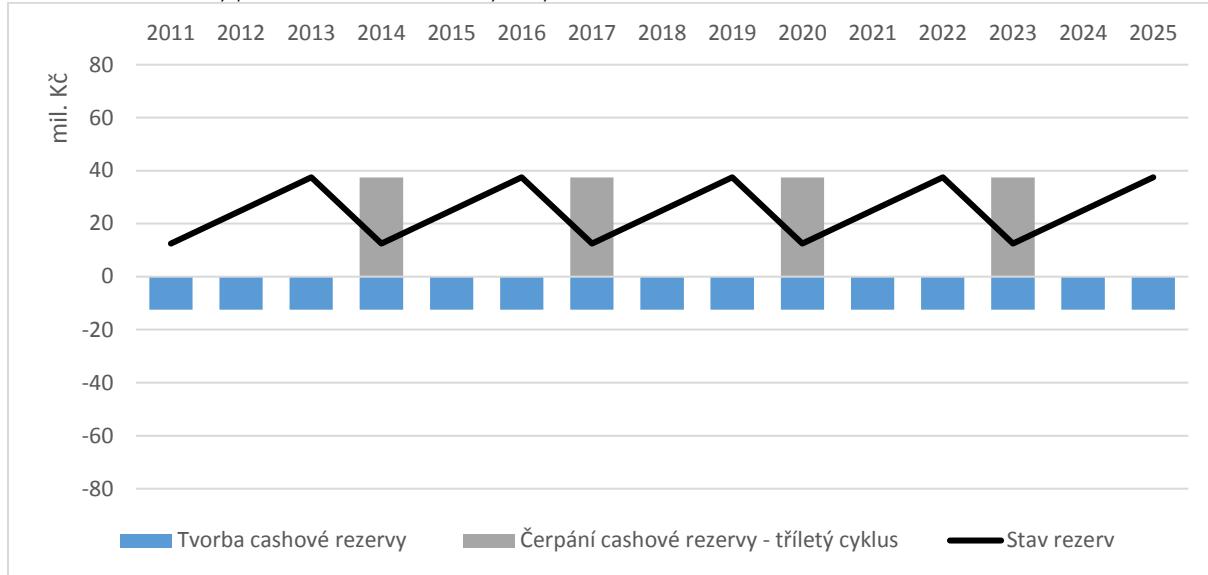


Zdroj: Analýza KPMG

Jednou v běžné praxi používanou variantou je rovnoměrná tvorba rezervy každý rok, která může vyplývat z výše odpisů, které reálně reflektují životnost technologie, nebo z očekávané investice do obnovení a doby realizace této investice. Rezervy pak mohou v pravidelném cyklu být použity pro obnovení morálně či technicky zastaralé technologie či jednorázově čerpány na investici do nové technologie.

Rezervy tak představují peněžní pohled na výdaje, které bude třeba učinit v určitém časovém horizontu, v tomto případě by v nich zároveň měl být zhodnocen vývoj inflace.

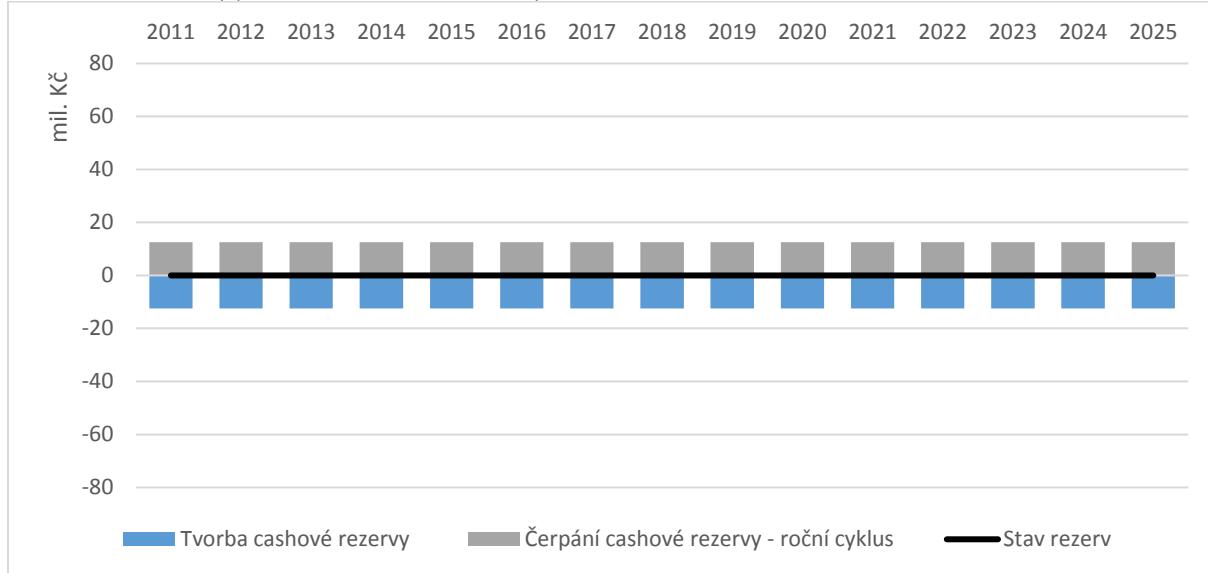
Graf č. 52: Modelový příklad: Investice s tříletým cyklem



Zdroj: Analýza KPMG

V této studie je pro zjednodušení celého finančního modelu uvažována roční tvorba rezerv, které jsou v následujícím roce opakováně rozpouštěny, resp. investovány do obnovy technologie. Opět dochází k reflektování životnosti technologie, vyjádřené odpisovými skupinami, která je postupně obměňována každý rok. V praxi obecně častější cyklus delší než jeden rok.

Graf č. 53: Modelový příklad: Investice s ročním cyklem



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.7.1 TETRA pouze pro kritickou komunikaci

V tomto modelu počítáme se zachováním stávajícího řešení pro zajištění kritické komunikace, uvažujeme jednotlivé možnosti modernizace, ale na základě analýzy požadavků uživatelů

nepočítáme s rozšířením o širokopásmové služby. Jednotlivé scénáře se pak liší na základě investic do modernizace. Pro realizace těchto scénářů se uvužuje s pokračováním podpory technologie TETRA ze strany výrobce, zároveň službám, které jsou využívány na této infrastruktuře, bude postačovat kapacita a rychlosť technologie TETRA. Dle dopisu pana Axela Rettiga ze společnosti MOTOROLA Solutions Germany GmbH ze dne 7. července 2016 je pro Českou republiku garantovaná podpora technologie TETRA do roku 2030<sup>72</sup>.

#### **4.7.1.1 Současný stav beze změn**

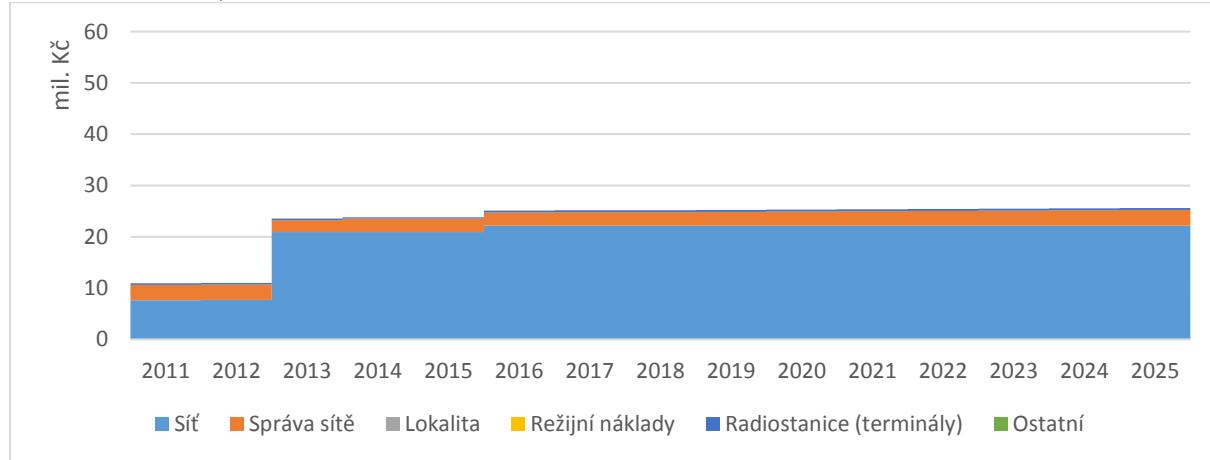
Scénář počítá se zachováním současného stavu, kde nedojde k žádným investicím do modernizace sítě, ale peníze se využijí na průběžnou výměnu zastaralé technologie, která je prováděna průběžně na základě stáří jednotlivých technologických prvků. Tento scénář vnímáme spíše jako teoretický pro potřeby definování současných nákladů, protože některé investice do modernizace sítě jsou na základě provedených analýz nezbytné. Využíváme ho tedy hlavně pro srovnání s dalšími scénáři. V rámci realizace scénáře je tedy nutné počítat s následujícími výdaji:

#### **Investiční náklady**

- Obnova infrastruktury MRS (náhrada technologie, které již dožila)
- Obnova terminálů (náhrada radiostanic, které již dožily)

Graf č. 54 zobrazuje vývoj investičních nákladů, kde dochází k mírnému růstu v roce 2016 z důvodu rozpouštění backlogu za majetek, který již přesluhoval a nebyl doposud nahrazen.

*Graf č. 54: Současný stav beze změn – CAPEX Celkem*

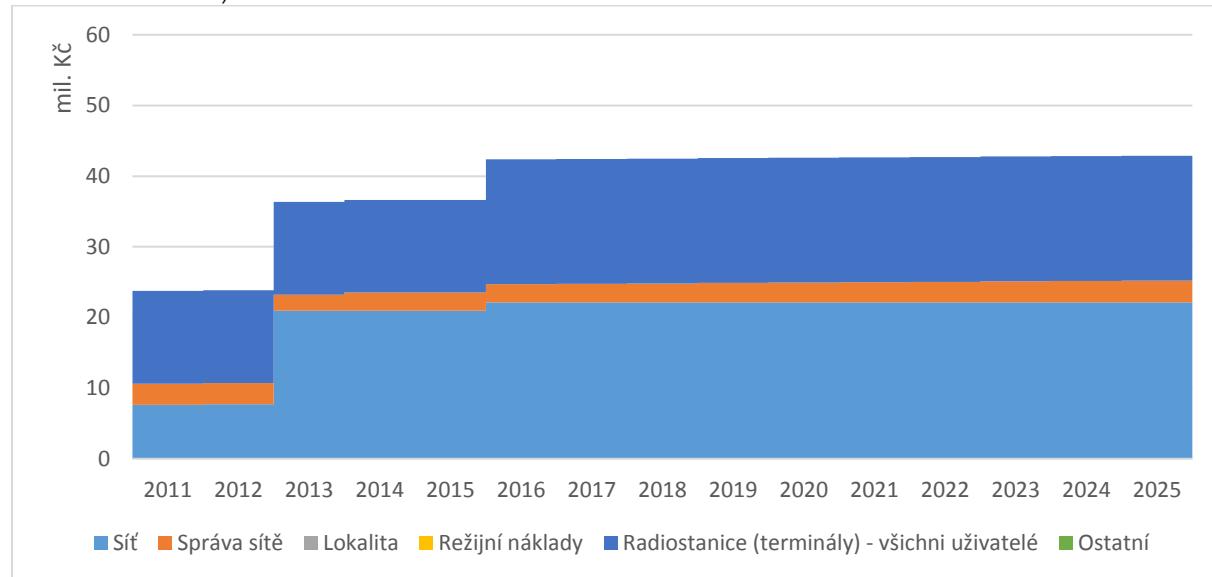


Zdroj: Analýza KPMG

<sup>72</sup> V oficiálním vyjádření Motorola Solutions Germany GmbH stojí: „For example in countries as Norway, Denmark, Austria, Czech Republic and other EMEA countries we are guaranteeing TETRA operation beyond 2030.“

Graf č. 55 Zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let.

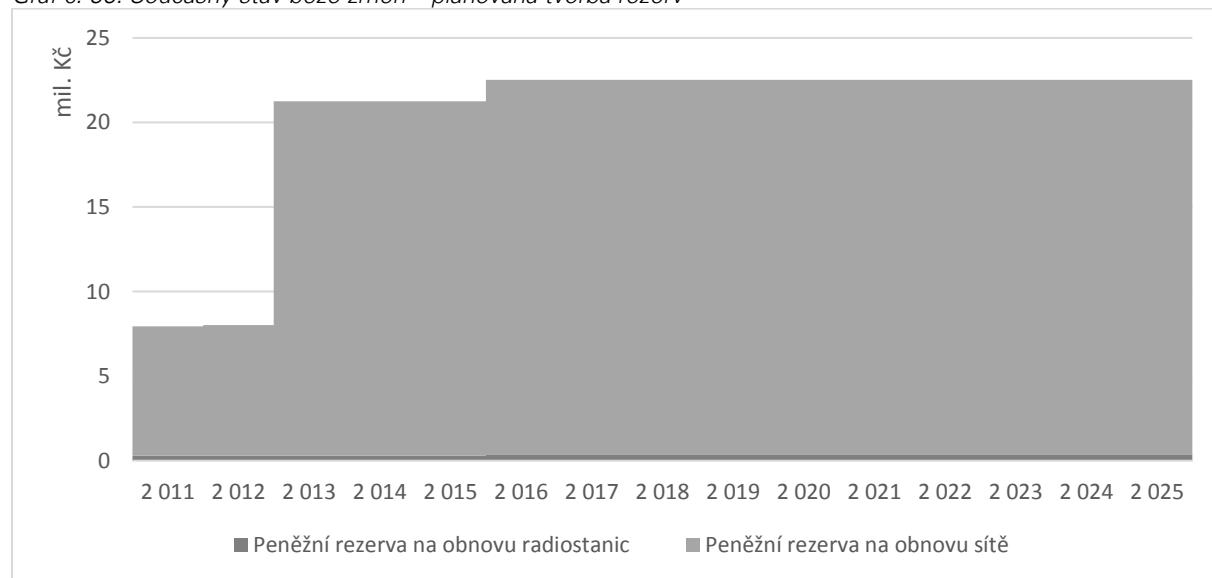
*Graf č. 55: Současný stav beze změn – CAPEX Celkem – všichni uživatelé*



Zdroj: Analýza KPMG

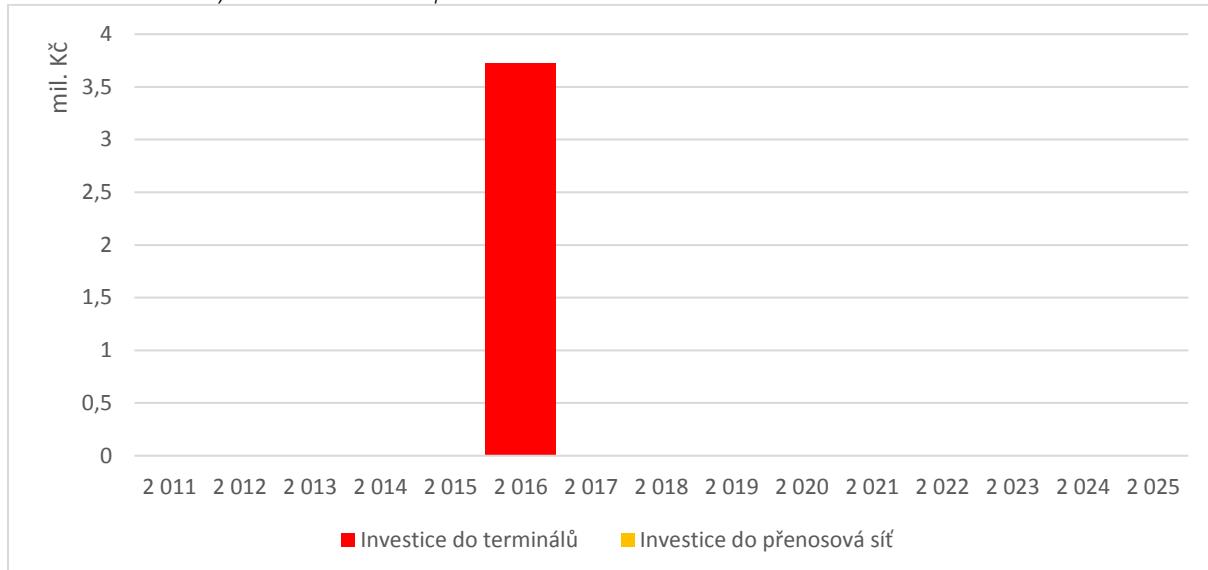
Graf č. 56 a Graf č. 57 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice, která je v tomto scénáři minimální (viz plán investic).

*Graf č. 56: Současný stav beze změn – plánovaná tvorba rezerv*



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 57: Současný stav beze změn – plán investic



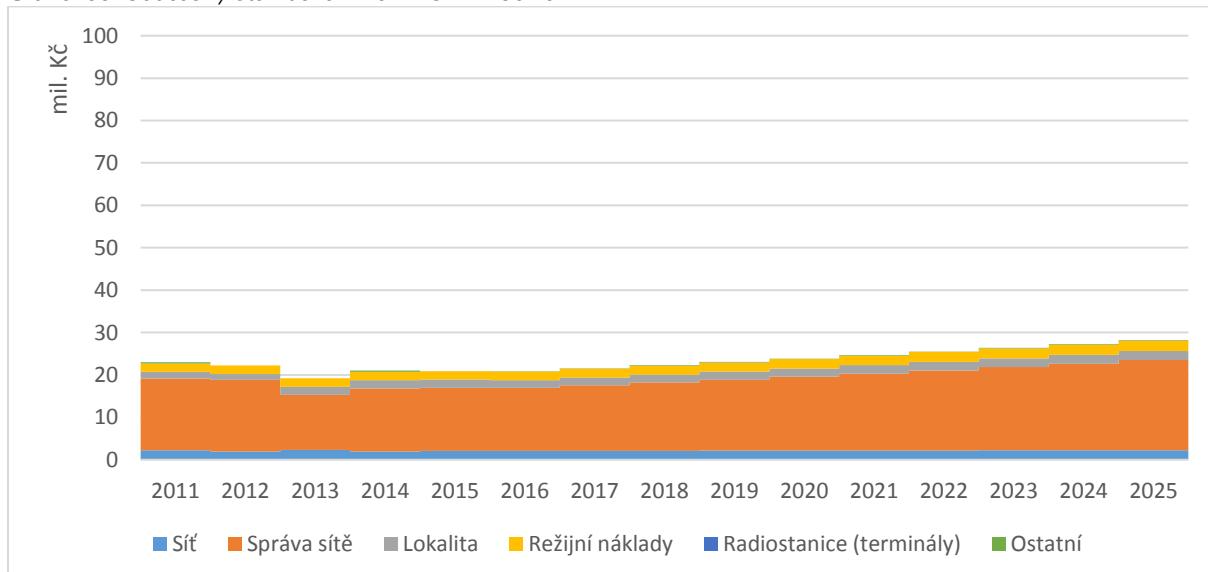
Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

- Beze změny od současného stavu

Graf č. 58 zobrazuje vývoj provozních nákladů, které mají na rozdíl od investičních nákladů rostoucí trend primárně z důvodu zohlednění inflace.

Graf č. 58: Současný stav beze změn – OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.7.1.2 Současný stav a nezbytné investice

Tento scénář vychází ze současného stavu, ale na základě provedených analýz realizuje nezbytné investice do provozu sítě – tedy zajištění bezpečnosti sítě a zvýšení pokrytí. Předpokládáme, že tyto investice budou realizovány v nejbližší době a nad jejich rámec již

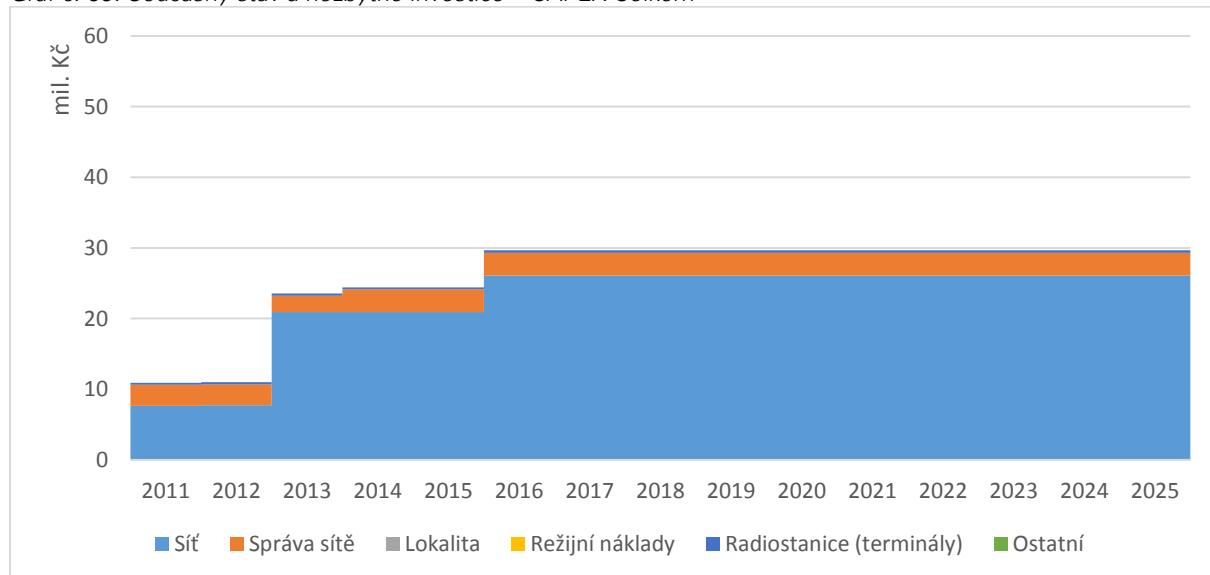
nebude síť dále rozšiřována. V rámci realizace scénáře je tedy nutné počítat s následujícími výdaji:

### Investiční náklady

- Obměna infrastruktury MRS (náhrada technologie, které již dožila)
- Obměna terminálů (náhrada radiostanic, které již dožily)
- Pořízení klíčové infrastruktury pro zajištění autentizace (AuC, PrC a KVL4000)
- Pořízení licencí pro šifrovanou komunikaci terminálů (AIR)
- Investice do nových základových stanic na zvýšení pokrytí
- Investice do zakruhování

Na Graf č. 59 je patrný vývoj investičních nákladů při rozpuštění backlogu z minulých let a zároveň dochází k realizaci nezbytných investic.

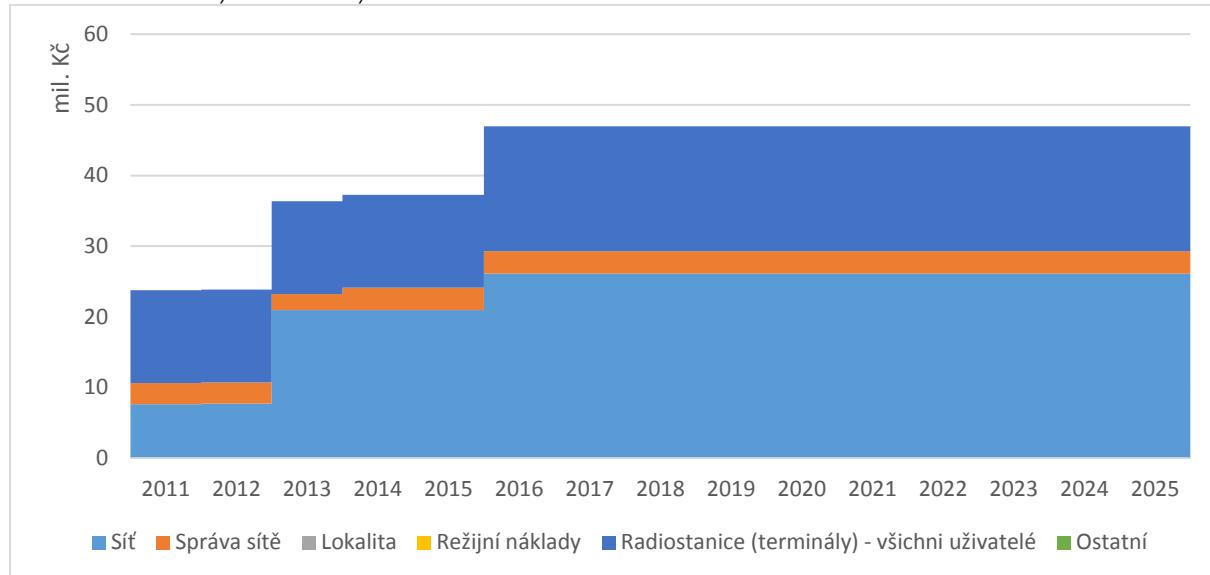
Graf č. 59: Současný stav a nezbytné investice – CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 60 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let.

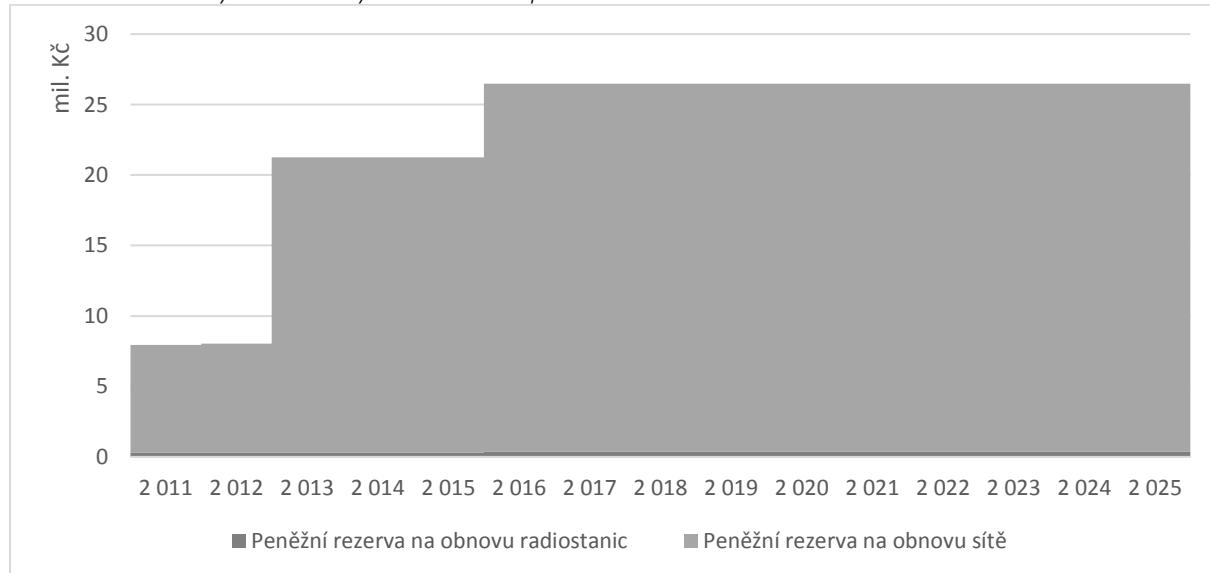
Graf č. 60: Současný stav a nezbytné investice – CAPEX Celkem - všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

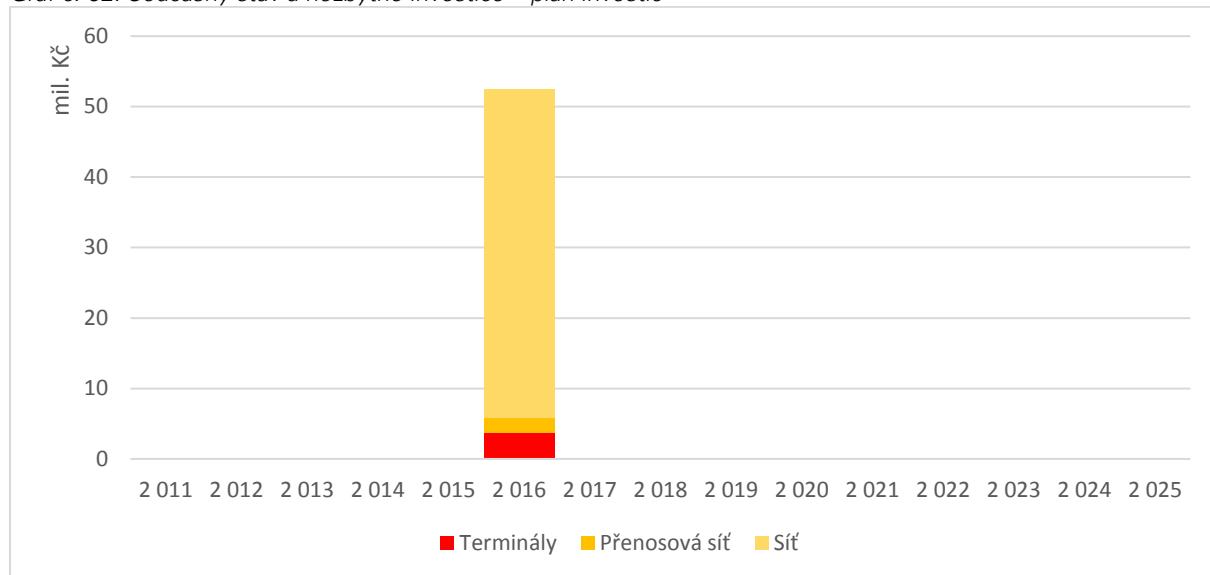
Graf č. 61 a Graf č. 62 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí cca 50 mil. Kč (viz plán investic) a navyšuje také velikost rezervy, která by se měla každý rok vytvářet.

Graf č. 61: Současný stav a nezbytné investice – plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 62: Současný stav a nezbytné investice – plán investic



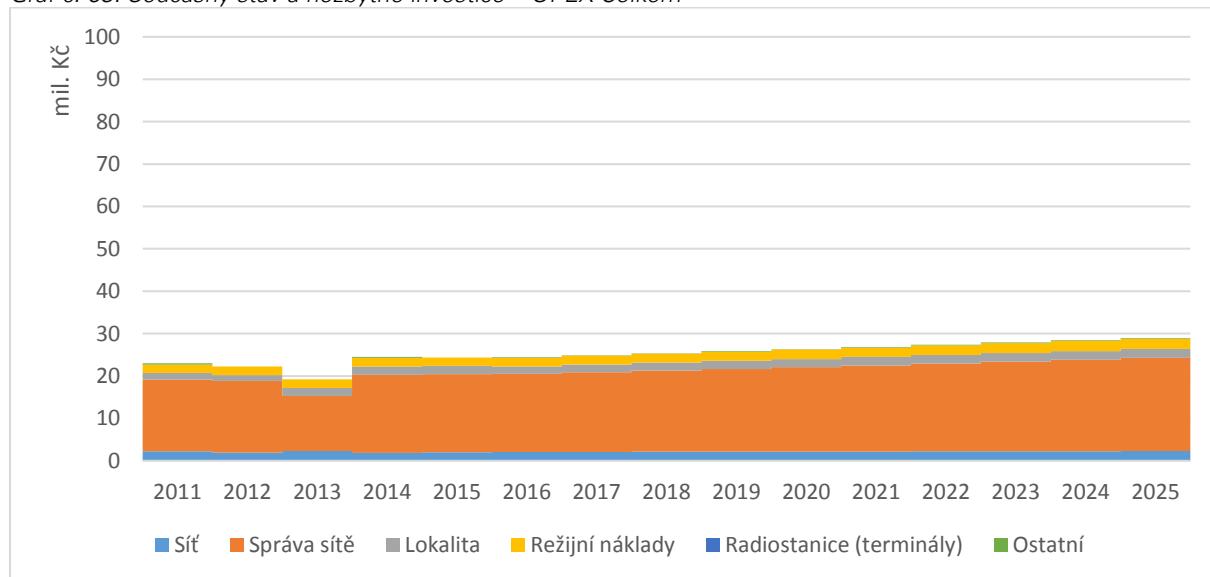
Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

- Nové náklady spojené s provozem základnových stanic (elektrická energie, nájem, poplatky ČTÚ za provoz mikrovlnných spojů)
- Navýšení servisní smlouvy a nově provozované základnové stanice

Graf č. 63 zobrazuje vývoj provozních nákladů, které mají na rozdíl od investičních nákladů rostoucí trend primárně z důvodu zohlednění inflace. Oproti variantě beze změn nabývá graf vyšších hodnot z důvodu nárůstu správy sítě za nové lokality.

Graf č. 63: Současný stav a nezbytné investice – OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.7.1.3 Současný stav a plánovaná modernizace sítě

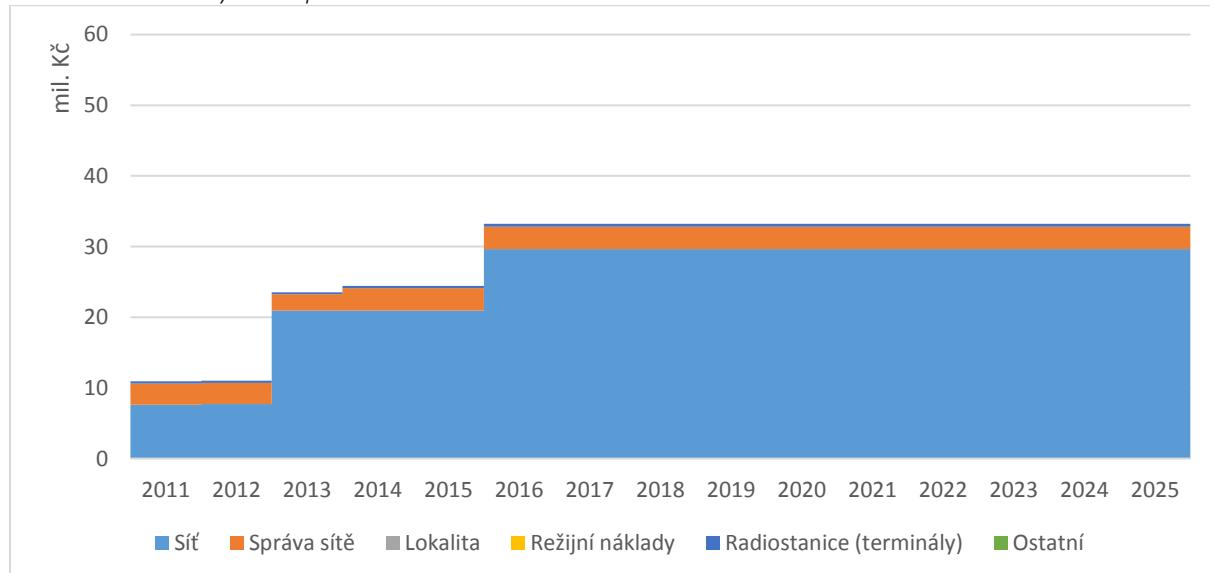
Nad rámec předchozího scénáře v této variantě realizujeme všechny investice do rozvoje MRS, které byly naplánovány – jde hlavně o zvýšení dostupnosti zakruhováním klíčových lokalit v síti, vybudování dodatečných dispečerských pracovišť a zajištění komunikace v rámci pevné telefonní sítě v případě výpadku elektrické energie. V rámci realizace scénáře je tedy nutné počítat s následujícími výdaji:

##### Investiční náklady

- Obměna infrastruktury MRS (náhrada technologie, které již dožila)
- Obměna terminálů (náhrada radiostanic, které již dožily)
- Pořízení klíčové infrastruktury pro zajištění autentizace (AuC, PrC a KVL4000)
- Pořízení licencí pro šifrovanou komunikaci terminálů (AIR)
- Investice do nových základnových stanic na zvýšení pokrytí
- Investice do zakruhování
- Investice do zvýšení funkcí komunikačního kruhu a nového dispečinku

Na Graf č. 64 je patrný vývoj investičních nákladů při rozpuštění backlogu z minulých let a zároveň dochází k realizaci plánovaných investic.

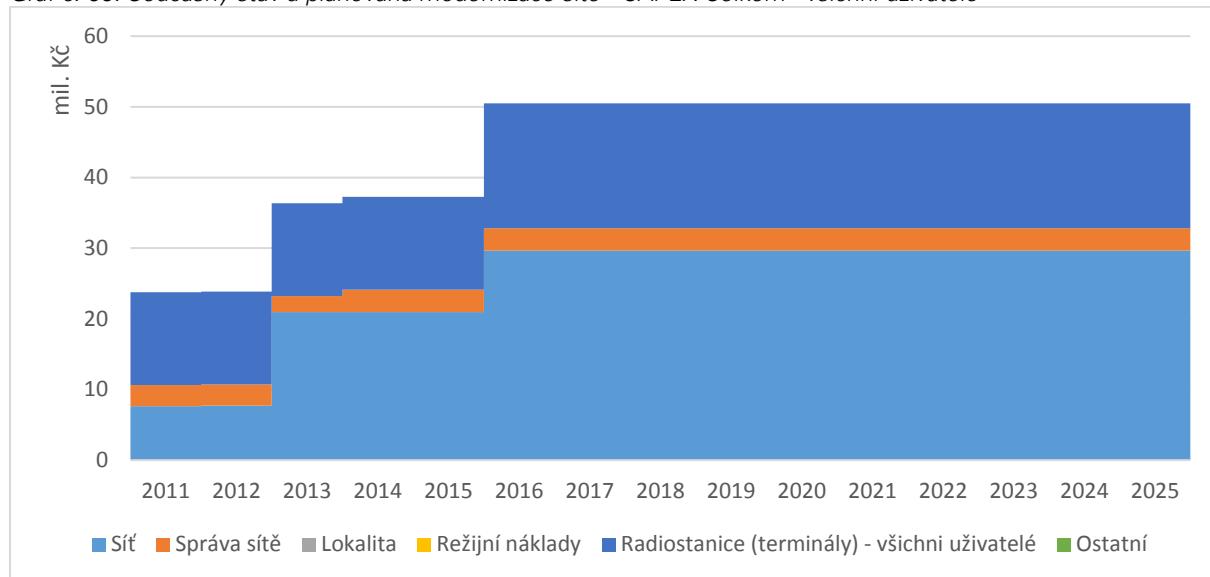
Graf č. 64: Současný stav a plánovaná modernizace sítě - CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 65 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let.

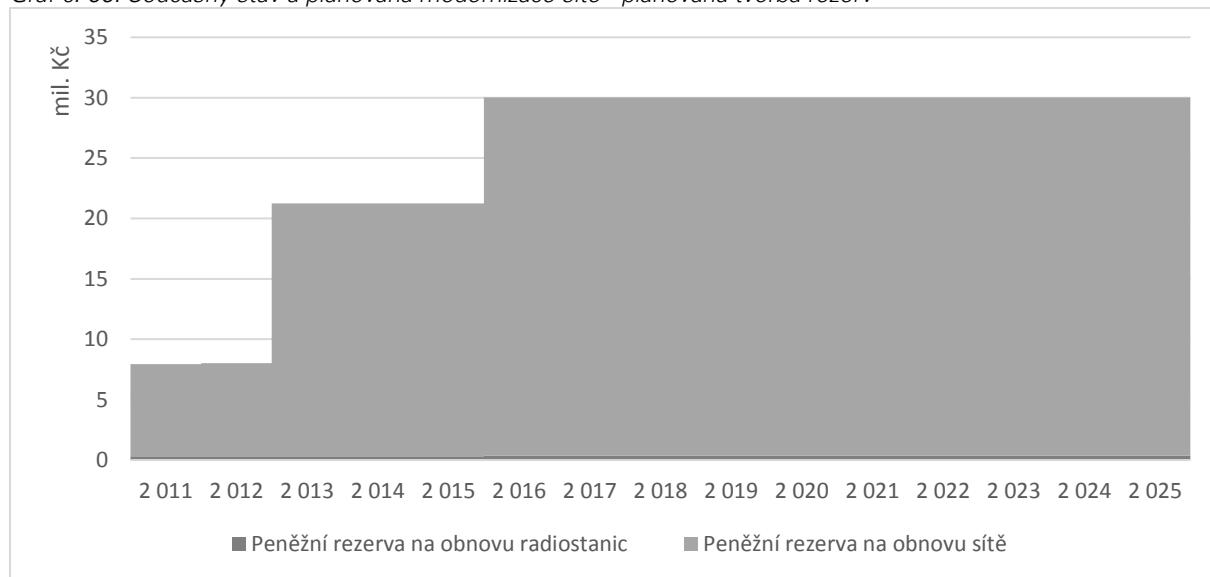
Graf č. 65: Současný stav a plánovaná modernizace sítě - CAPEX Celkem - všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

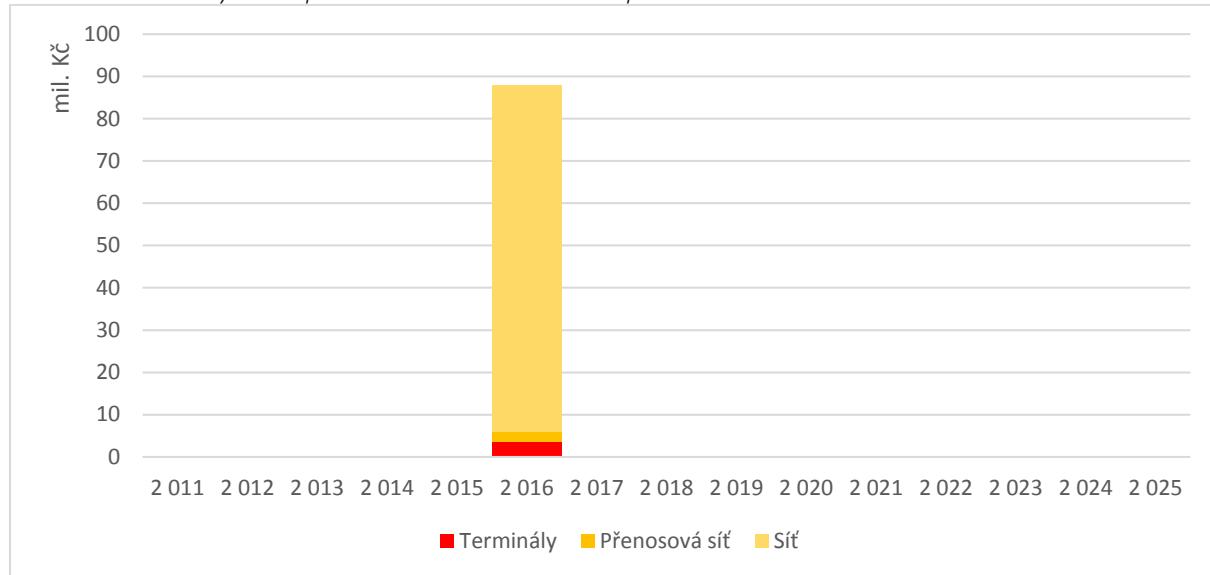
Graf č. 66 a Graf č. 67 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí cca 90 mil. Kč (viz plán investic).

Graf č. 66: Současný stav a plánovaná modernizace sítě - plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 67: Současný stav a plánovaná modernizace sítě – plán investic



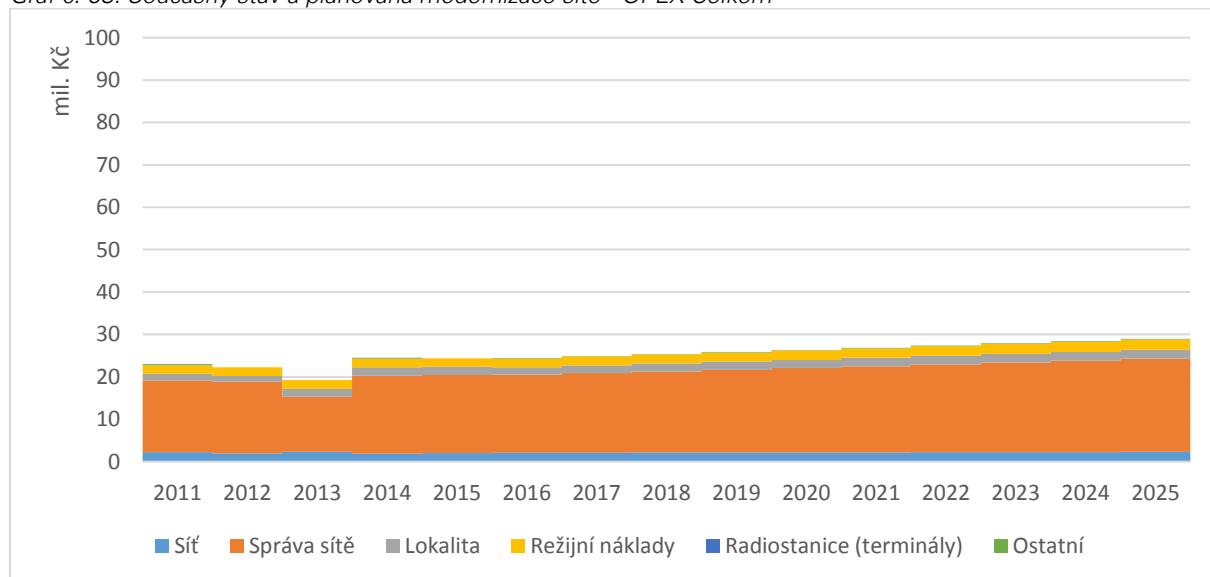
Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

- Nové náklady spojené s provozem základových stanic (elektrická energie, nájem, poplatky ČTÚ za provoz mikrovlnných spojů)
- Navýšení servisní smlouvy a nově provozované základové stanice

Graf č. 68 zobrazuje vývoj provozních nákladů, které mají na rozdíl od investičních nákladů rostoucí trend primárně z důvodu zohlednění inflace. Oproti variantě beze změn nabývá graf vyšších hodnot z důvodu nárůstu správy sítě, obdobně jako ve variantě s provedením nezbytných investic.

Graf č. 68: Současný stav a plánovaná modernizace sítě - OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.7.2 TETRA + vlastní LTE

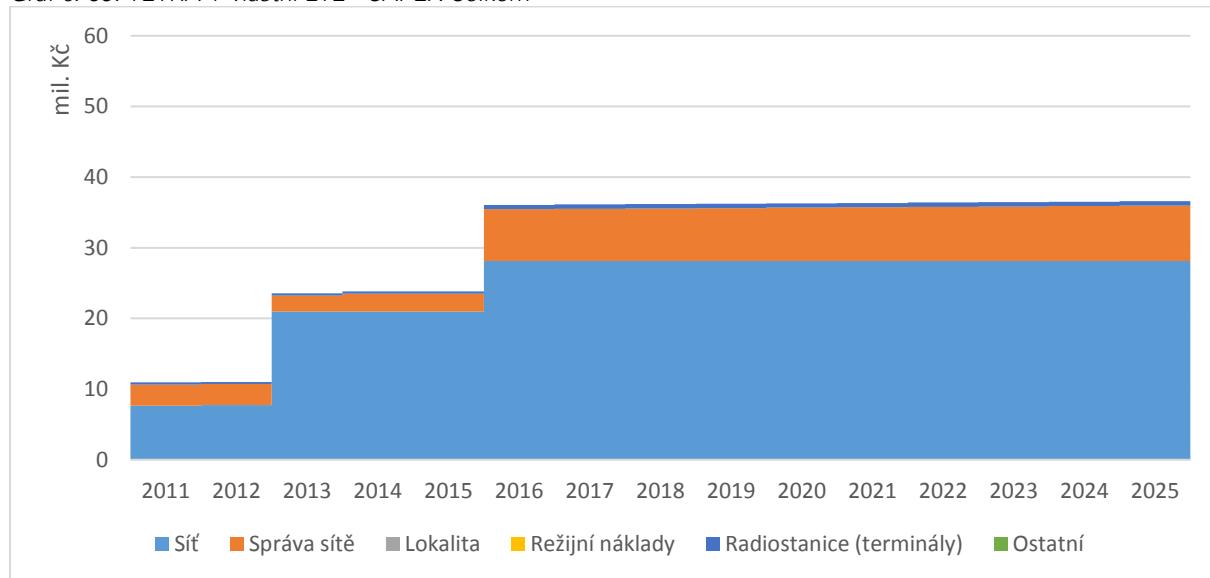
Scénář předpokládá využití současné sítě TETRA včetně nezbytných investic a zároveň vybudování vlastní sítě LTE pro širokopásmovou komunikaci. LTE infrastruktura je vybudována rychle po schválení záměru využití širokopásmových služeb v rámci MRS.

##### Investiční náklady

- Investice do scénáře „Současný stav a nezbytné investice“
- Pořízení kompletní infrastruktury pro LTE síť (kompletní vybavení všech základnových stanic a core network)
- Vybudování nové přenosové sítě, která bude odpovídat požadavkům LTE sítě
- Výměna terminálů za hybridní pro potenciální uživatele LTE

Na Graf č. 69 je patrný vývoj investičních nákladů při rozpuštění backlogu z minulých let a zároveň dochází k realizaci plánovaných investic a investic do vlastních LTE technologií. Navyšuje se také položka správy sítě, protože dochází ke zvýšení nákladů na servisní smlouvu a jejich následné kapitalizaci při pořízení nového majetku.

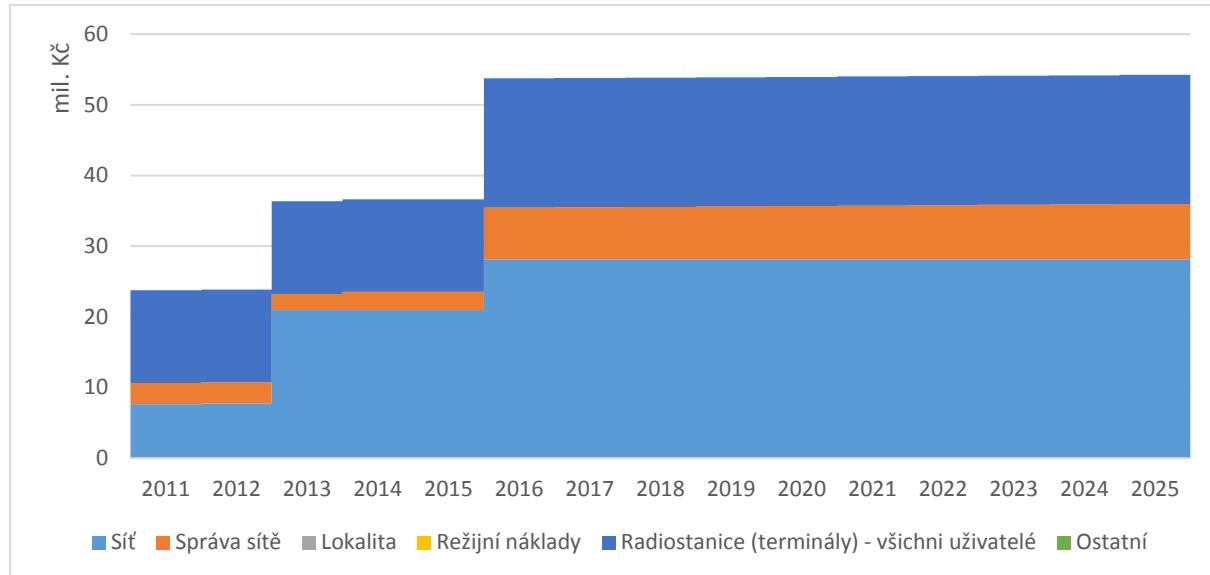
Graf č. 69: TETRA + vlastní LTE - CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 70 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let.

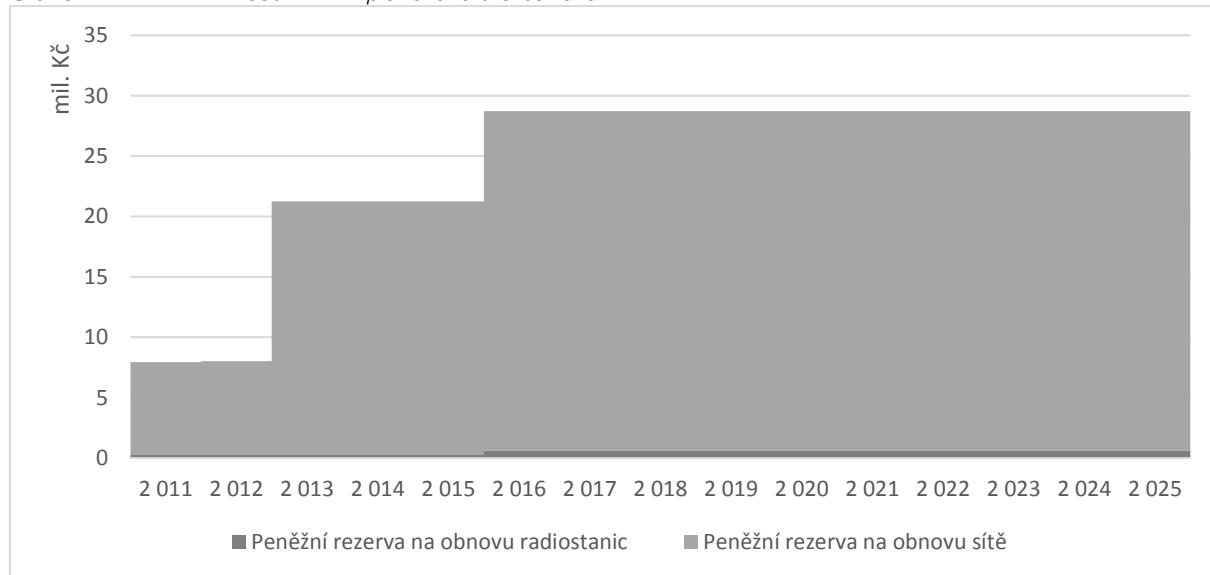
Graf č. 70: TETRA + vlastní LTE – CAPEX Celkem - všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

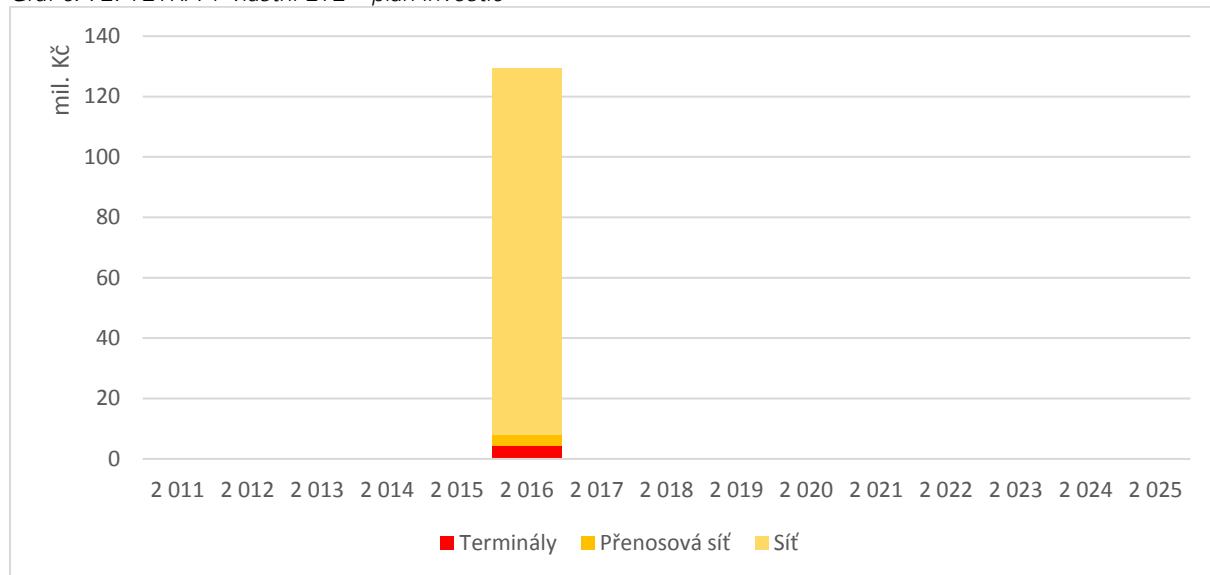
Graf č. 71 a Graf č. 72 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí cca 130 mil. Kč (viz plán investic).

Graf č. 71: TETRA + vlastní LTE - plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 72: TETRA + vlastní LTE – plán investic



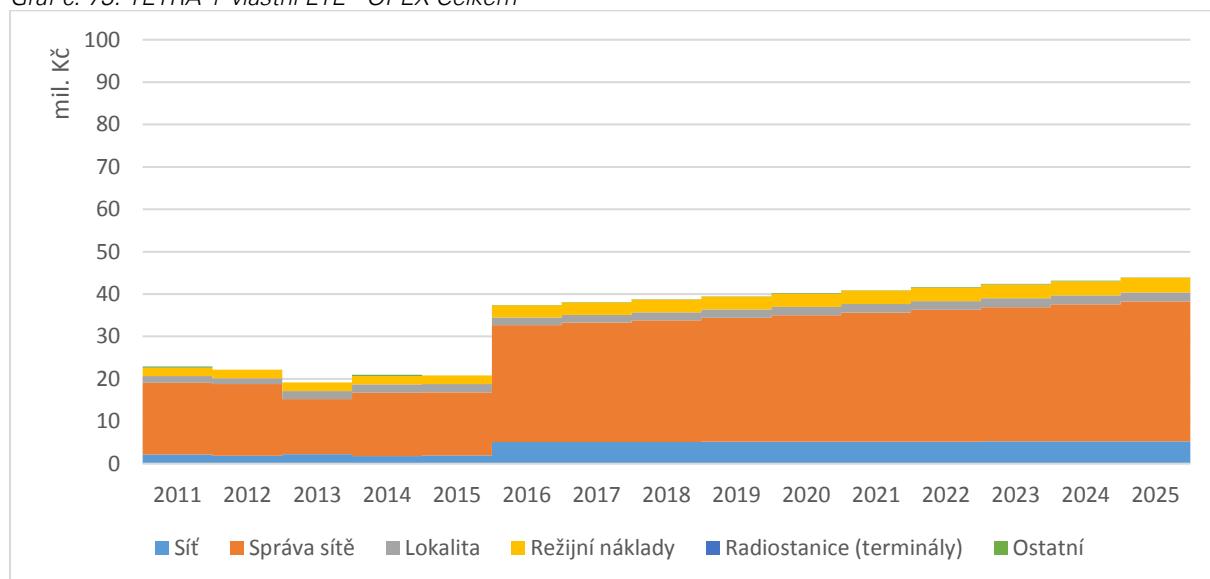
Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

- Provozní náklady scénáře „Současný stav a nezbytné investice“
- Zvýšení nákladů za licence ČTÚ vzhledem k navýšení využitého spektra
- Nové náklady spojené s provozem základových stanic pro obě technologie (elektrická energie, nájem, atd.)
- Zvýšení nákladů na provoz přenosových linek vyšší kapacity

Graf č. 73 zobrazuje vývoj provozních nákladů, které při provozu hybridní sítě významně vzrostou hlavně díky navýšení servisní smlouvy z důvodu provozu dodatečné technologie. Obdobně rostou i provozní náklady za přenosovou síť pro LTE.

Graf č. 73: TETRA + vlastní LTE - OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.7.3 TETRA + komerční LTE

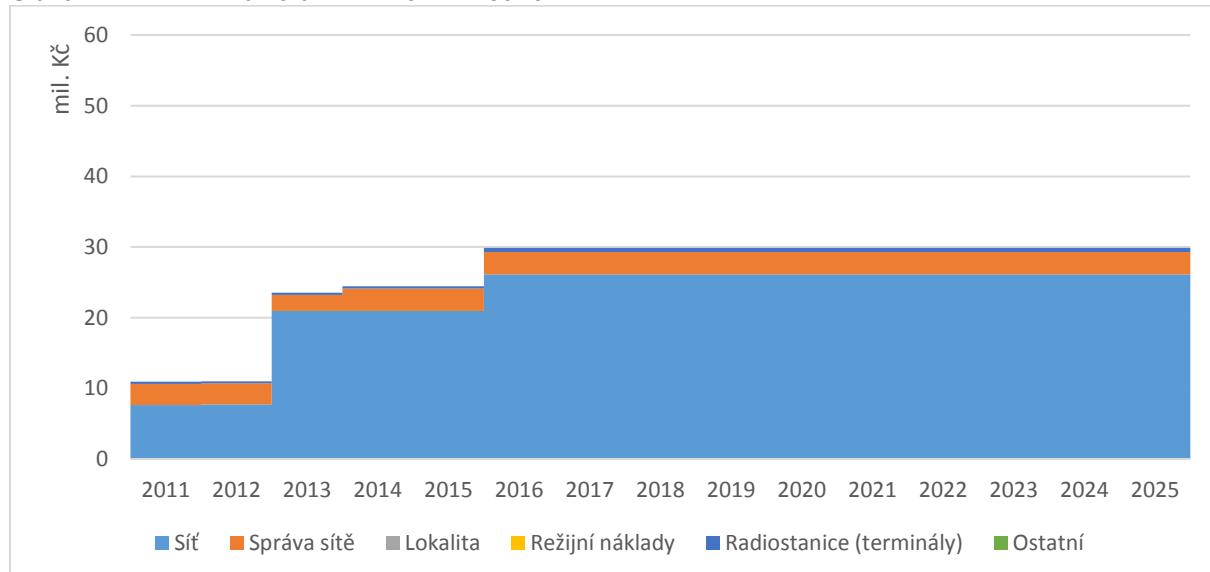
Scénáře TETRA a komerční LTE vychází z potřeby provozu širokopásmových služeb v síti MRS, která je realizována dohodou o jejich poskytování s komerčním operátorem. Dohoda s operátorem může umožňovat nad rámec pokrytí hl. města Prahy ještě využití služeb v celé České republice. V rámci provozu sítě TETRA jsou provedeny nezbytné investice do modernizace infrastruktury.

#### Investiční náklady

- Investice do scénáře „Současný stav a nezbytné investice“
- Výměna terminálů na hybridní pro potenciální uživatele LTE

Na Graf č. 74 dochází ve srovnání s Graf č. 69 k poklesu investičních nákladů (na úroveň varianty současný stav s nezbytnou investicí).

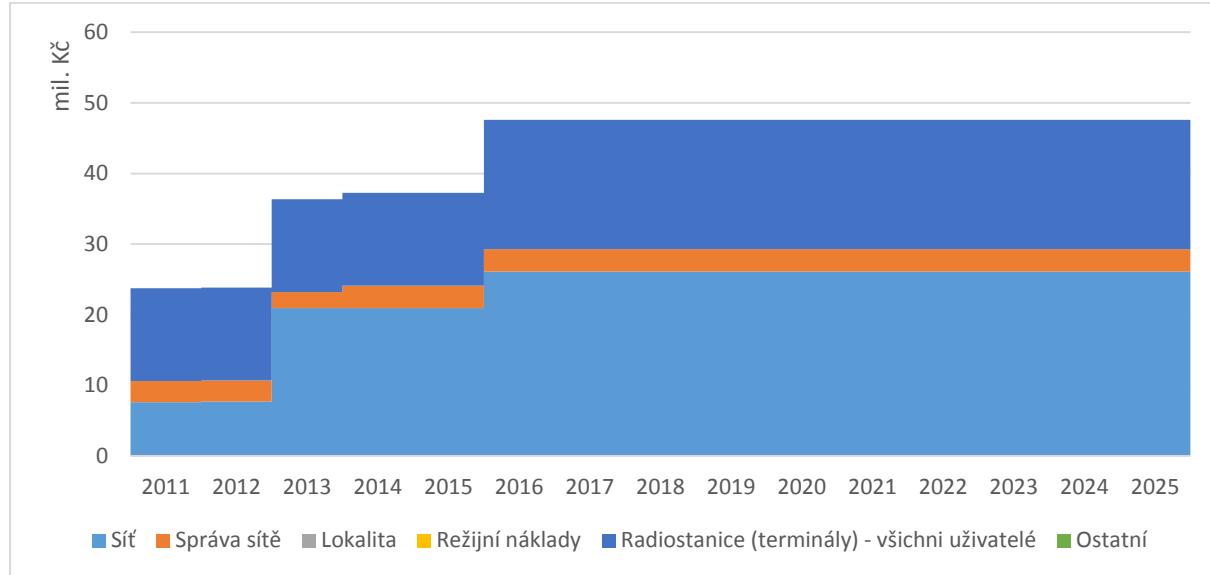
Graf č. 74: TETRA + komerční LTE – CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 75 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let.

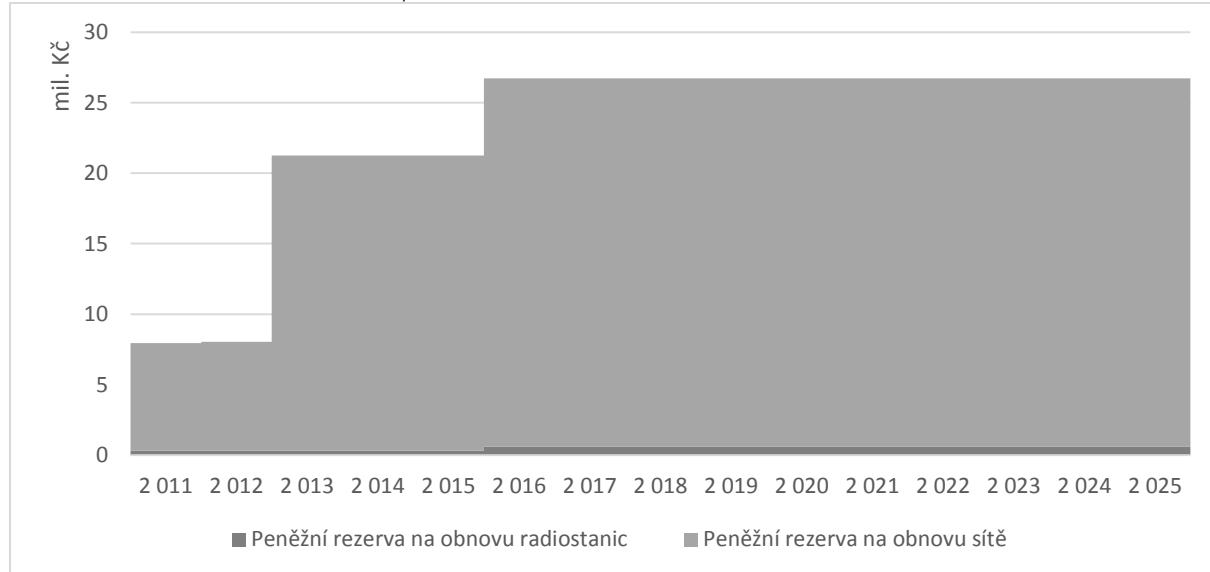
Graf č. 75: TETRA + komerční LTE – CAPEX Celkem – všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

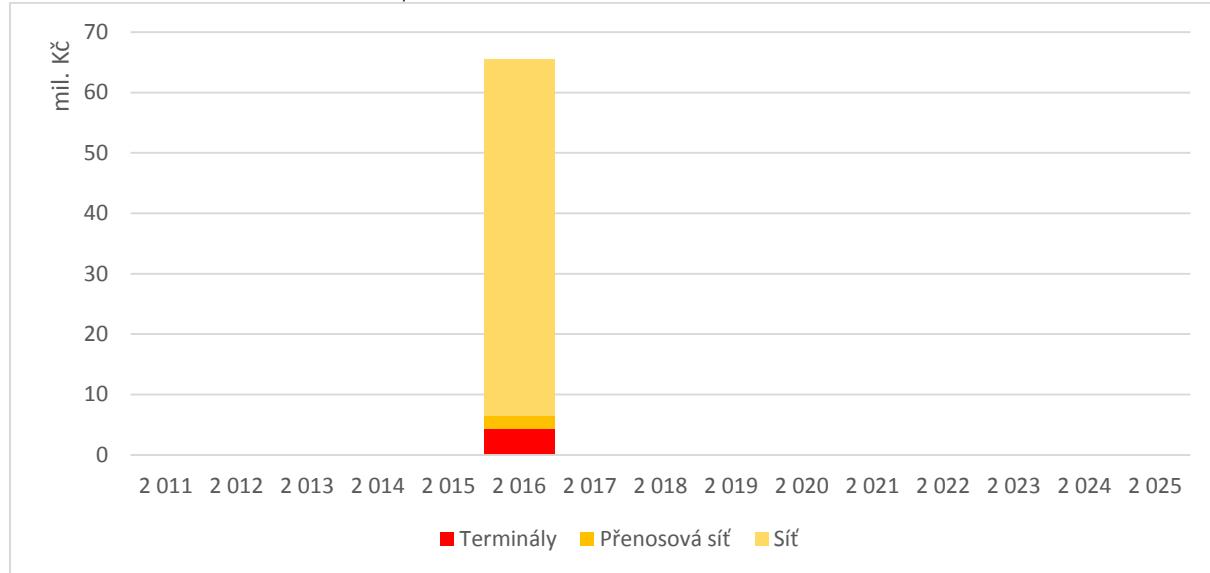
Graf č. 76 a Graf č. 77 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí cca 65 mil. Kč (viz plán investic).

Graf č. 76: TETRA + komerční LTE – plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 77: TETRA + komerční LTE – plán investic



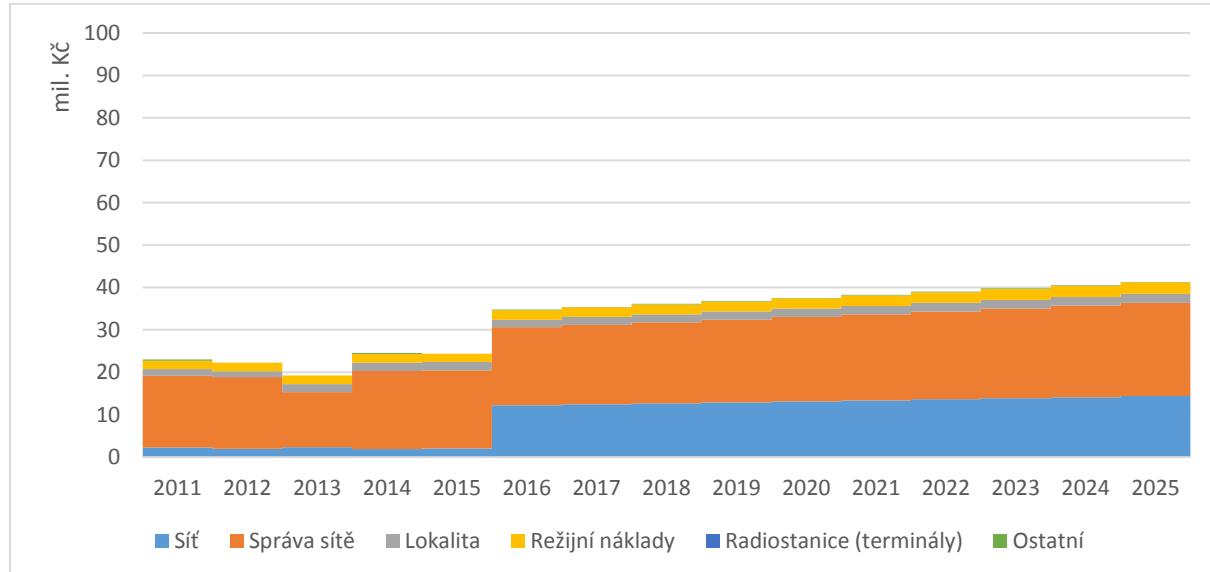
Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

- Provozní náklady scénáře „Současný stav a nezbytné investice“
- Platba za poskytování LTE mobilnímu operátorovi

Graf č. 78 zobrazuje vývoj provozních nákladů, které při provozu hybridní sítě významně vzrostou, v této variantě z důvodu plateb operátorovi, které v roce 2016 činí přes 10 mil. Kč a dále rostou o inflaci.

Graf č. 78: TETRA + komerční LTE – OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.7.4 TETRA + komerční LTE jako MVNO

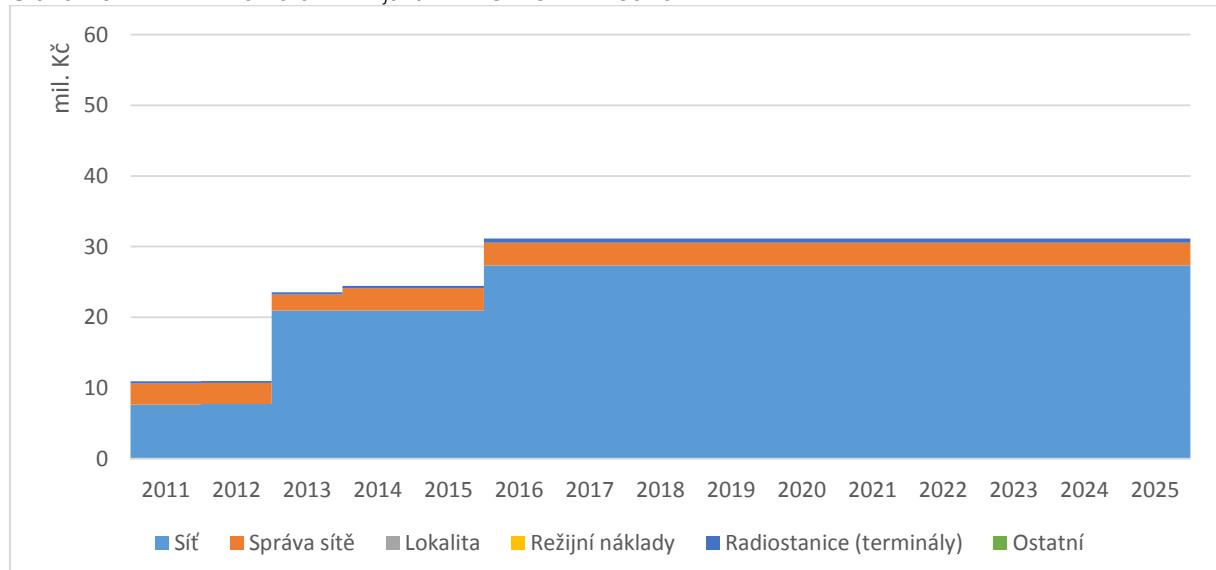
Tento scénář vychází z vyšších požadavků na bezpečnost a nezávislost. MHMP v něm podobně jako v předchozím scénáři využívá služeb komerčního operátora pro provoz LTE sítě, ale namísto běžného uživatele vstupuje do vztahu jako full MVNO. To znamená, že si buduje vlastní core network, která umožňuje mnohem větší kontrolu nad širokopásmovými službami.

##### Investiční náklady

- Investice do scénáře „Současný stav a nezbytné investice“
- Vybudování vlastní core network pro provoz MVNO v LTE síti
- Výměna terminálů na hybridní pro potenciální uživatele LTE

Graf č. 79 dosahuje vyšších investičních nákladů než Graf č. 74 z důvodu pořízení řídicího systému pro LTE síť.

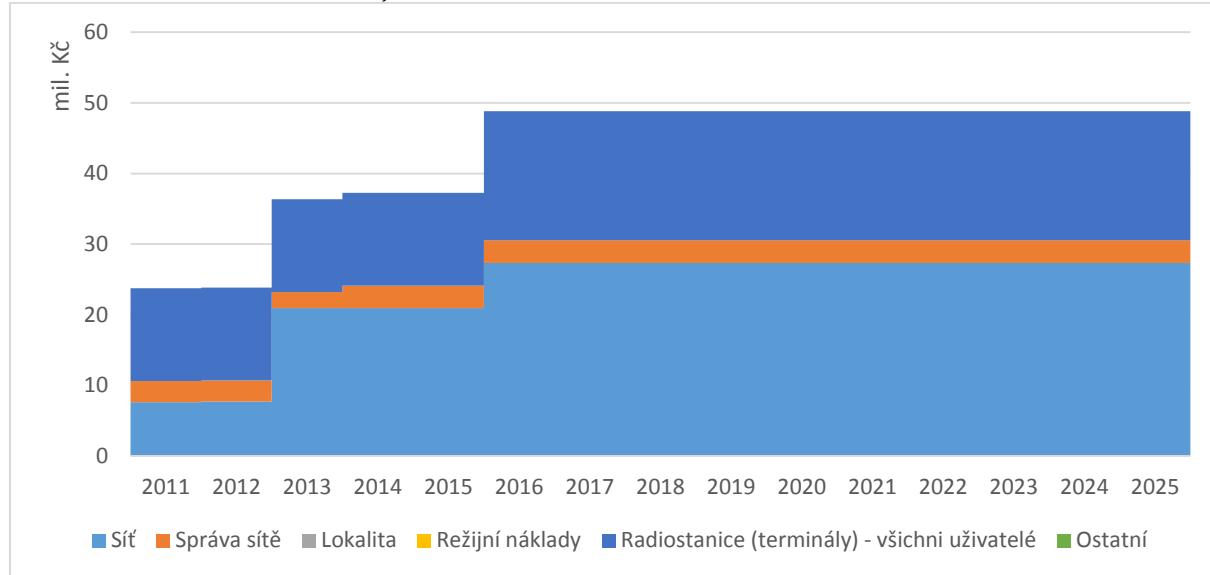
Graf č. 79: TETRA + komerční LTE jako MVNO – CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 80 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let.

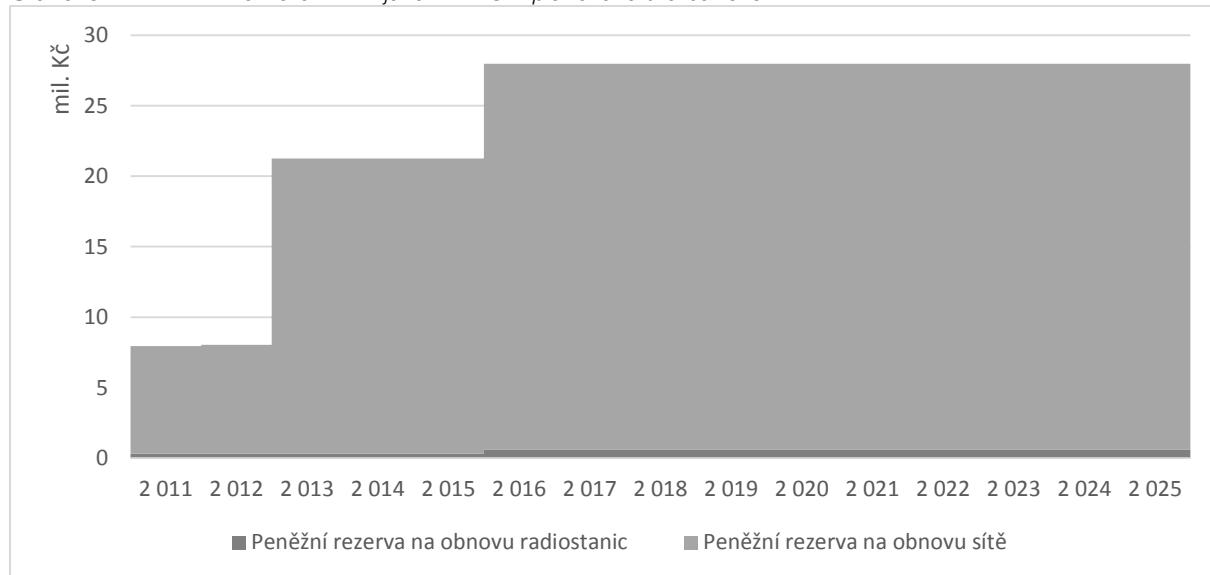
Graf č. 80: TETRA + komerční LTE jako MVNO – CAPEX Celkem – všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

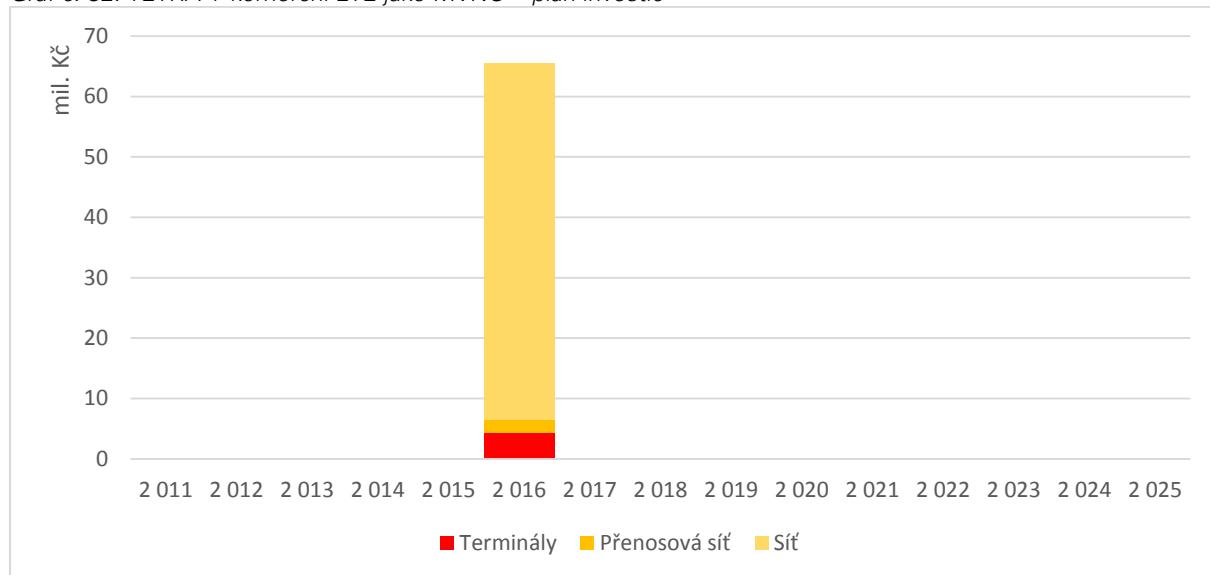
Graf č. 81 a Graf č. 82 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí cca 65 mil. Kč (viz plán investic).

Graf č. 81: TETRA + komerční LTE jako MVNO – plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 82: TETRA + komerční LTE jako MVNO – plán investic



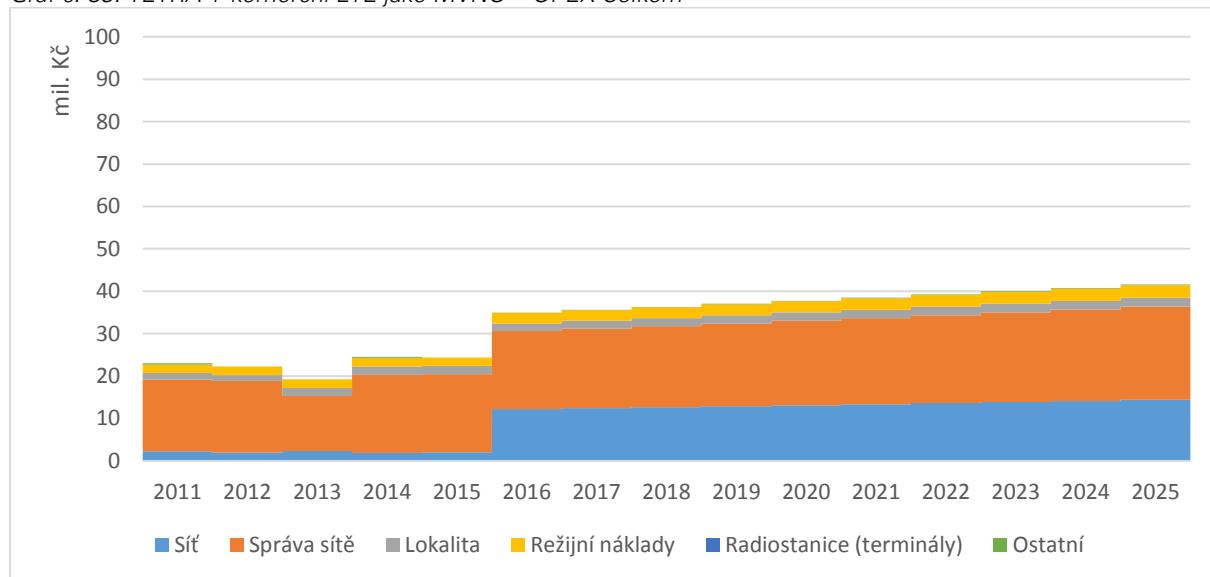
Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

- Provozní náklady scénáře „Současný stav a nezbytné investice“
- Platba za poskytování LTE mobilnímu operátorovi

Graf č. 83 zobrazuje vývoj provozních nákladů, které při provozu hybridní sítě významně vzrostou, v této variantě z důvodu plateb operátorovi, které v roce 2016 činí přes 10 mil. Kč a dále rostou o inflaci podobně jako v předchozí variantě. Úspory z provozu v režimu MVNO vzhledem k velikosti sítě neočekáváme.

Graf č. 83: TETRA + komerční LTE jako MVNO – OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

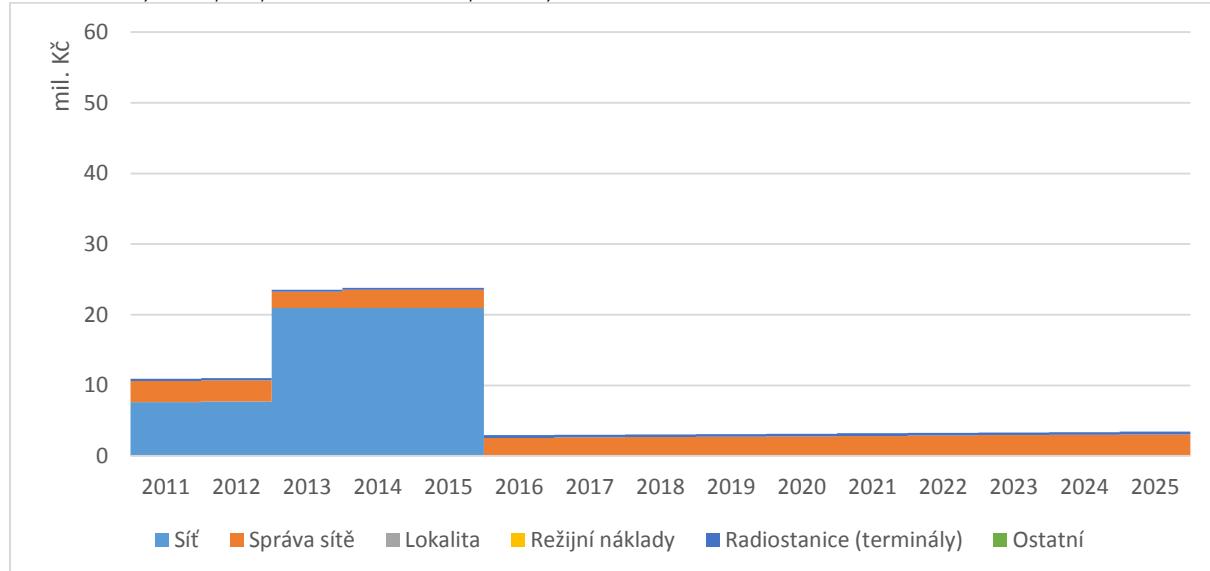
#### 4.7.5 Využití spolupráce s mobilními operátory

V rámci realizaci scénářů je ještě nutné upozornit na potenciální synergie s mobilními operátory, které by mohly snížit platbu za poskytování LTE služeb. Pokud dojde k plánované výstavbě LTE sítě, ať již operátorem O2, či U:fon, lze se s komerčními subjekty dohodnout na poskytování širokopásmových služeb v této síti výměnou za alokovaní části přídělu frekvenčního spektra, kdy by se v obou případech společné alokace spektra dosáhlo minimálně šíře pásma a nasazení LTE 5MHz (obdobná změna proběhla v Rusku). MRS síť by zůstala zachována. Případné nové základnové stanice by se však již stavěly jako kombinované TETRA + LTE s konektivitou do obou sítí. Technologické řešení by tedy bylo spojením TETRA a komerčního LTE s použitím terminálů umožňující provoz v obou těchto sítích. Plány obou operátorů nejsou zatím potvrzeny a je nutné ověřit také jejich zájem o podobné řešení, což nebylo v rámci zpracování této koncepce možné z časových důvodů.

#### Investiční náklady

Při spolupráci s mobilními operátory dochází k eliminaci nákladů na síť od roku 2016, jak zobrazuje Graf č. 84.

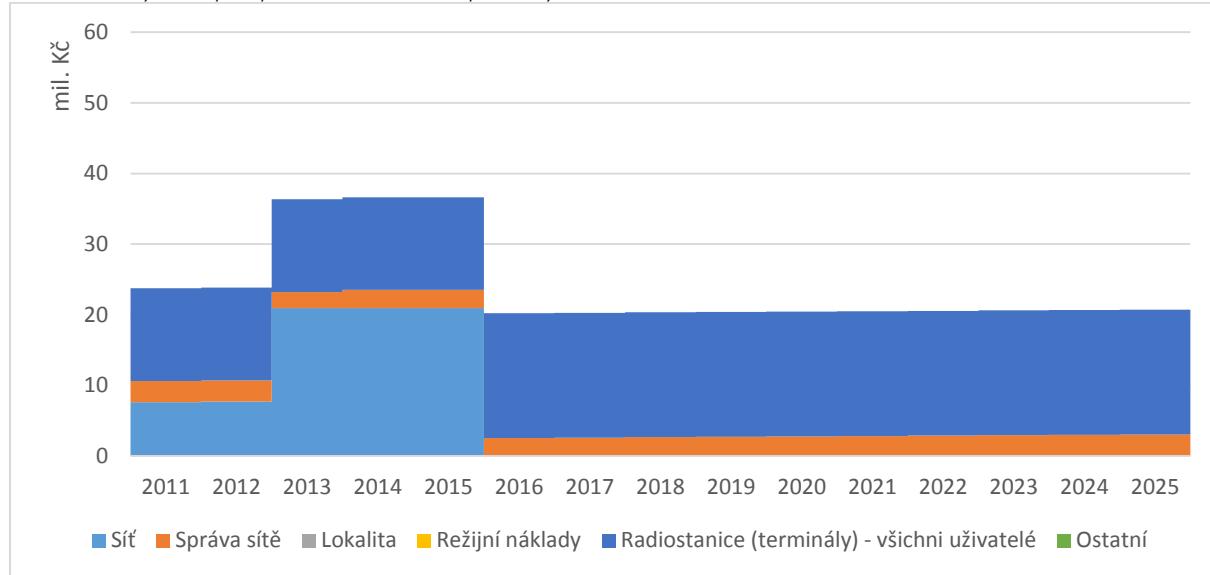
Graf č. 84: Využití spolupráce s mobilními operátory – CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 85 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let.

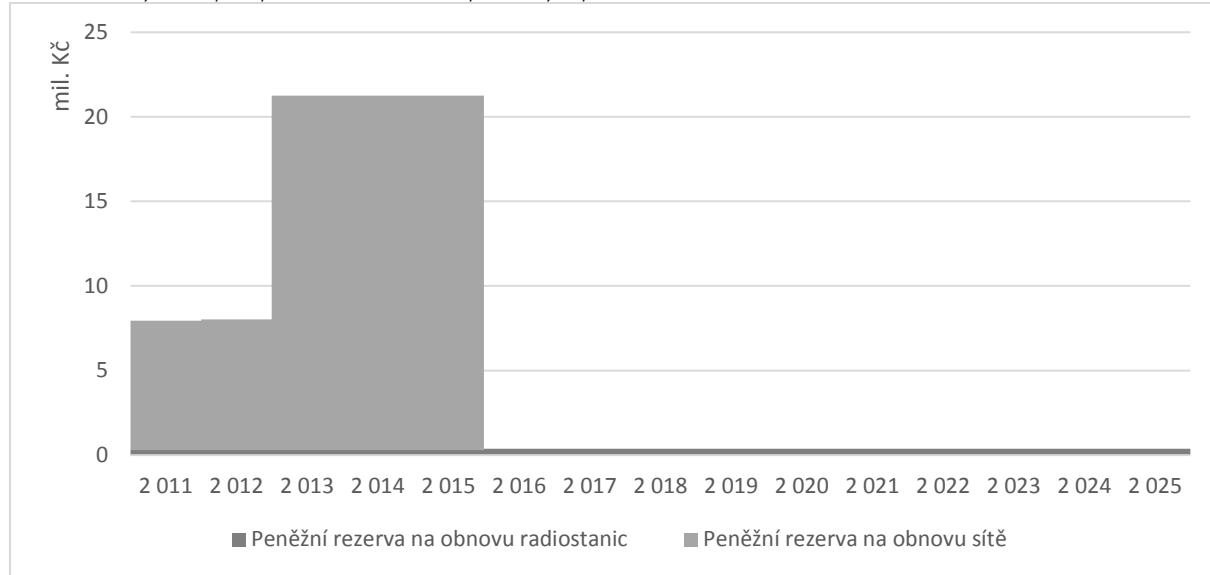
Graf č. 85: Využití spolupráce s mobilními operátory – CAPEX Celkem – všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

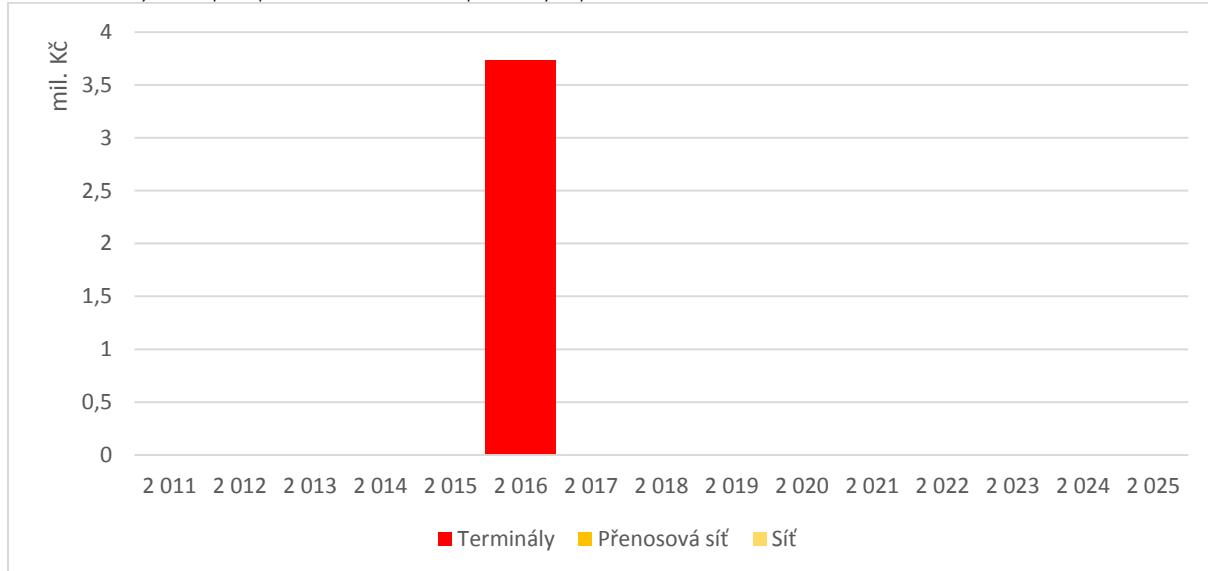
Graf č. 86 a Graf č. 87 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí cca 3,5 mil. Kč (viz plán investic).

Graf č. 86: Využití spolupráce s mobilními operátory – plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 87: Využití spolupráce s mobilními operátory – plán investic

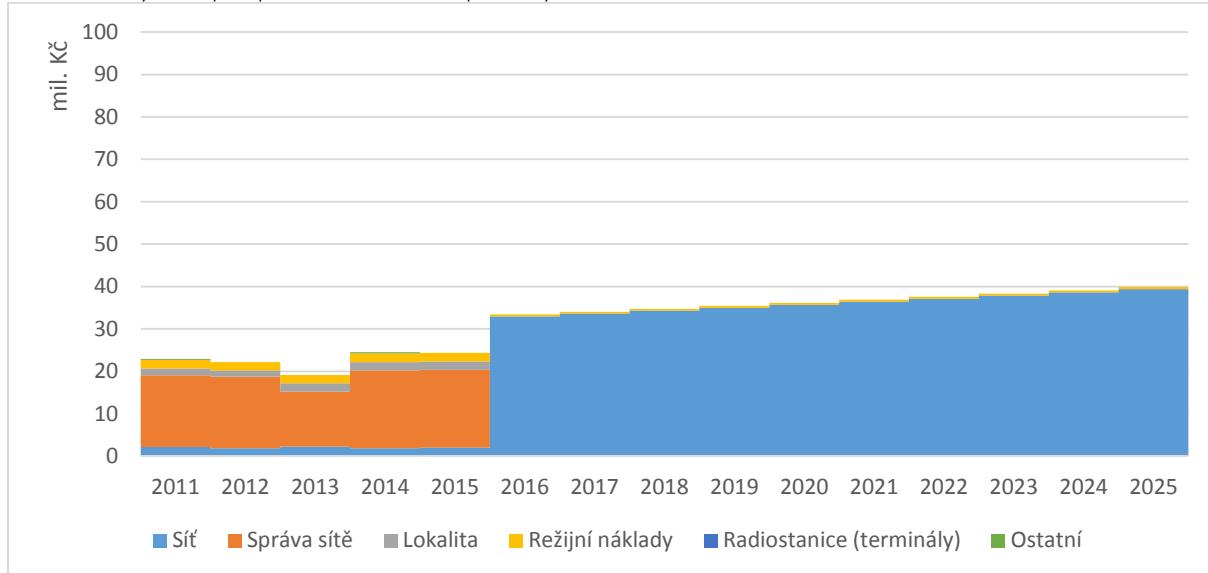


Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

Ve variantě spolupráce s mobilními operátory jsou roční provozní náklady v podobné výši, jako v předchozích dvou variantách, avšak rozdílná je struktura těchto nákladů, kdy přes 95 % je tvořeno platbou operátorům.

Graf č. 88: Využití spolupráce s mobilními operátory – OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

### 4.7.6 LTE pro kritickou komunikaci a širokopásmové služby

Tento model předpokládá nasazení LTE pro provoz hlasové komunikace a také širokopásmových služeb. V rámci jednotlivých scénářů tedy dochází k nahrazení současné technologie TETRA. Vzhledem k významné změně v provozu sítě uvažuje v této variantě dva

scénáře – okamžitou změnu, která dává smysl hlavně při potřebě širokopásmových služeb a postupnou změnu, která vychází z indikovaného nahrazení technologie TETRA LTE.

#### 4.7.6.1 Rychlý přechod na LTE

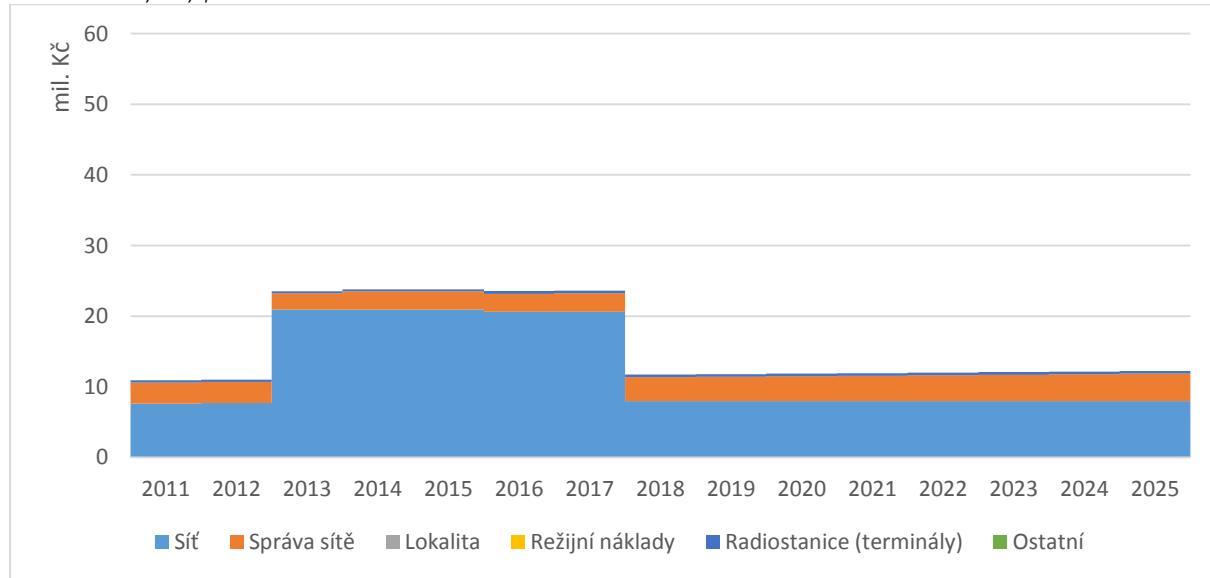
Tento scénář předpokládá rychlé nasazení proprietární technologie pro kritickou komunikaci. Standard 3GPP pro kritickou komunikaci ještě není schválený, ale při realizaci výměny sítě v roce 2018, lze díky pilotům v některých evropských zemích předpokládat, že již bude existovat funkční zařízení, které lze později aktualizovat za zařízení plně kompatibilní s LTE standardem pro kritickou komunikaci. Žádné další investice do současné infrastruktury nejsou předpokládány, protože by došlo při nahrazení sítě k jejich zmaření.

#### Investiční náklady

- Náklady na SWAP infrastruktury (nahrazení současných základnových stanic technologie TETRA za technologii LTE)
- Vybudování nové přenosové sítě, která bude odpovídat požadavkům LTE sítě
- Výměna všech terminálů tak, aby podporovali technologii LTE

Na Graf č. 89 je ilustrováno snížení nákladů na síť z důvodu nižších investičních nákladů na LTE technologii (v porovnání s TETRA je LTE technologie levnější vzhledem k jejímu většímu rozšíření).

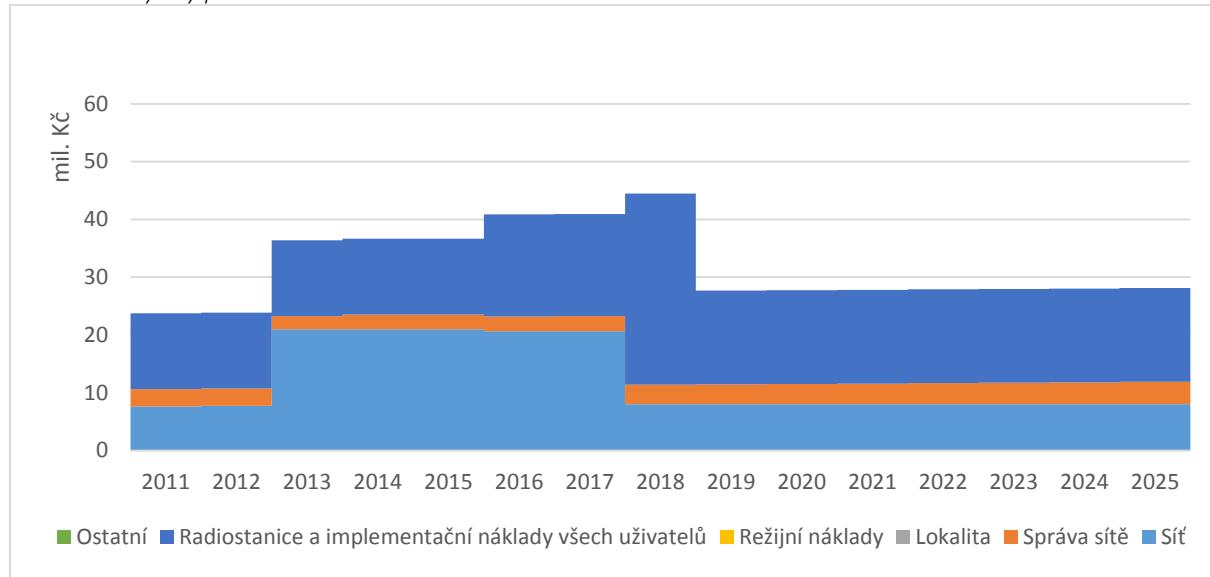
Graf č. 89: Rychlý přechod na LTE – CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 90 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let. Zároveň jsou zde naznačeny integrační náklady ostatních subjektů na novou technologii ve výši 15 mil. Kč.

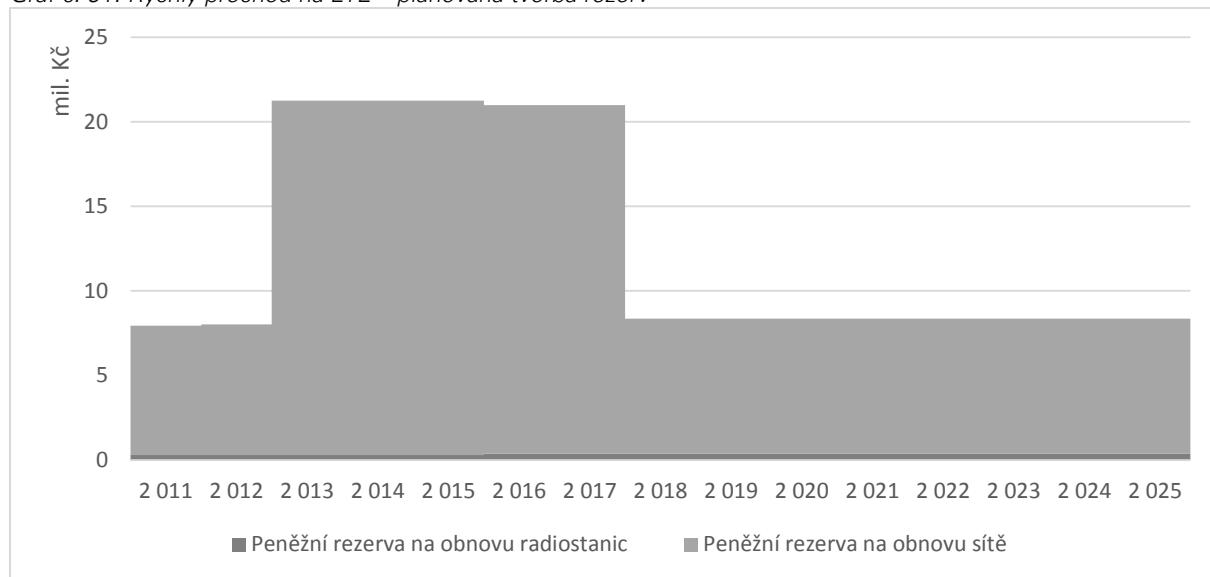
Graf č. 90: Rychlý přechod na LTE – CAPEX Celkem – všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

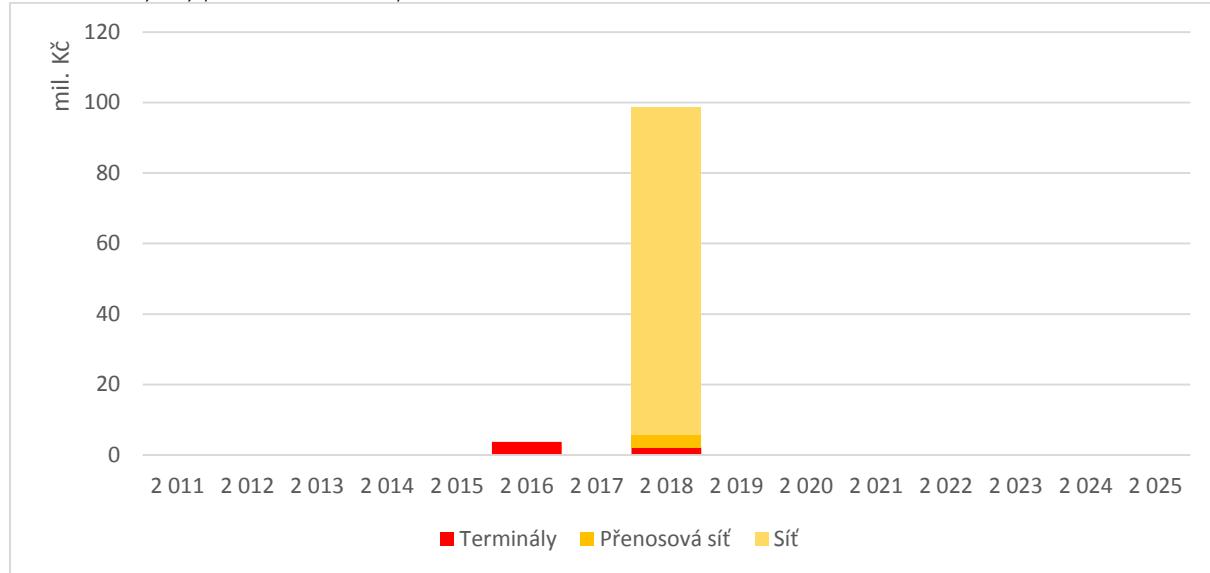
Graf č. 91 a Graf č. 92 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí 102 mil. Kč (viz plán investic).

Graf č. 91: Rychlý přechod na LTE – plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

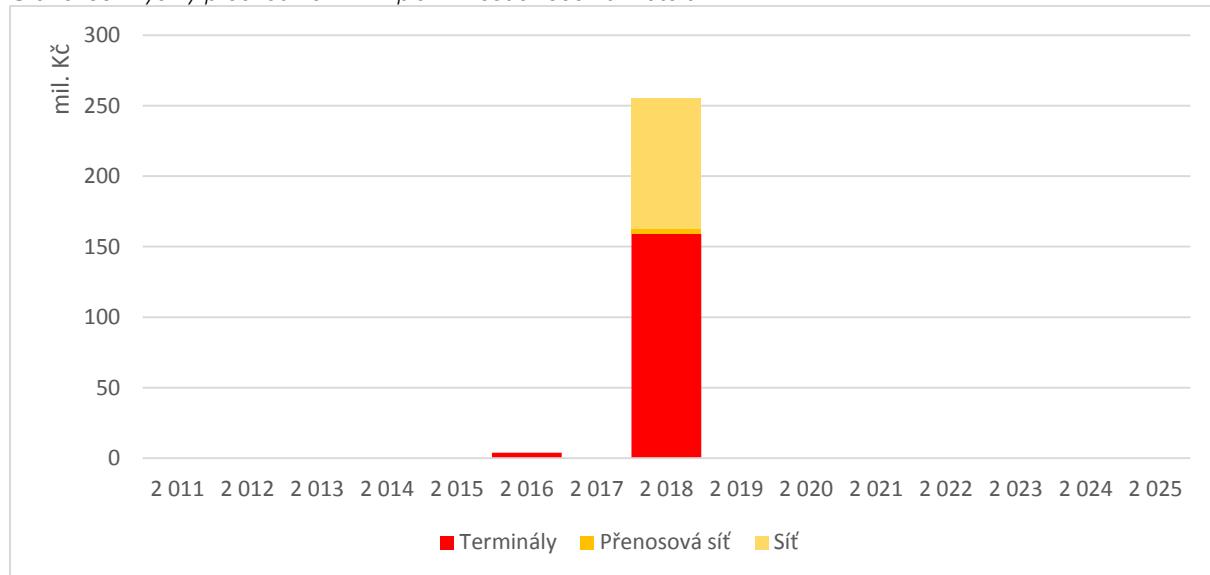
Graf č. 92: Rychlý přechod na LTE – plán investic



Zdroj: Analýza KPMG

Z pohledu všech uživatelů je nutné zmínit případný významný nárůst investic v roce 2018, který je tvořen primárně požadavkem na pořízení LTE terminálů pro všechny uživatele (částka za výměnu převyšuje 150 mil. Kč).

Graf č. 93: Rychlý přechod na LTE – plán investic všech uživatelů



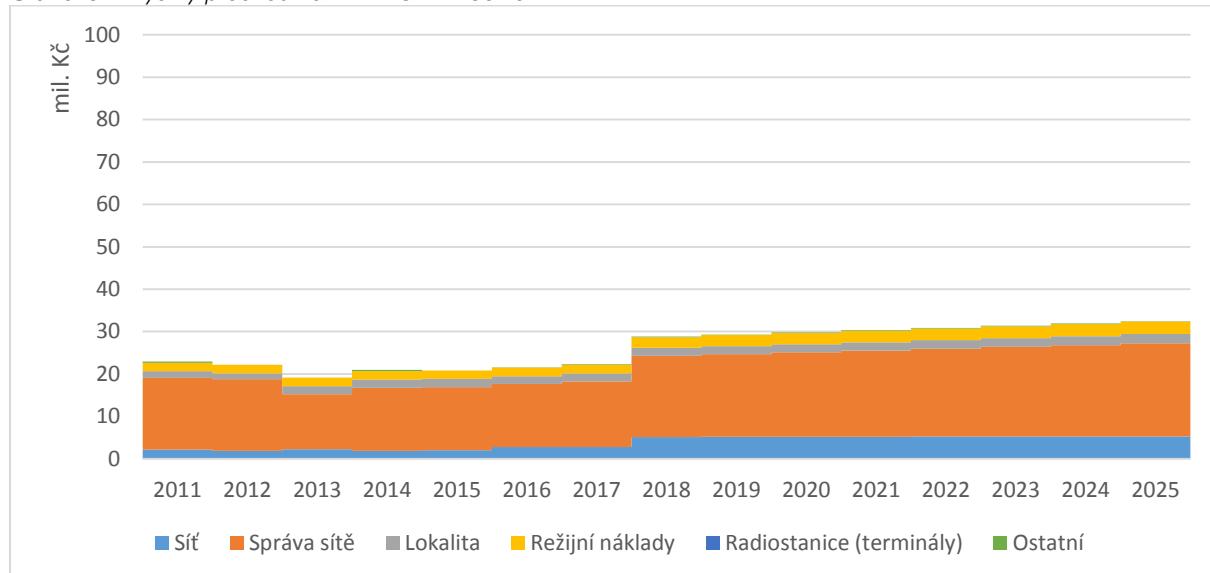
Zdroj: Analýza KPMG

## Provozní náklady

- Provozní náklady scénáře „Současný stav a nezbytné investice“ až do roku 2018, kdy lze očekávat SWAP
- Zvýšení nákladů za licence ČTÚ vzhledem k navýšení využitého spektra
- Zvýšení nákladů na provoz přenosových linek vyšší kapacity

Provozní náklady spojené s provozem LTE sítě jsou částečně vyšší z důvodu správy sítě a zároveň zvýšení výkonu přenosové sítě.

Graf č. 94: Rychlý přechod na LTE – OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

### 4.7.6.2 Pomalý přechod na LTE

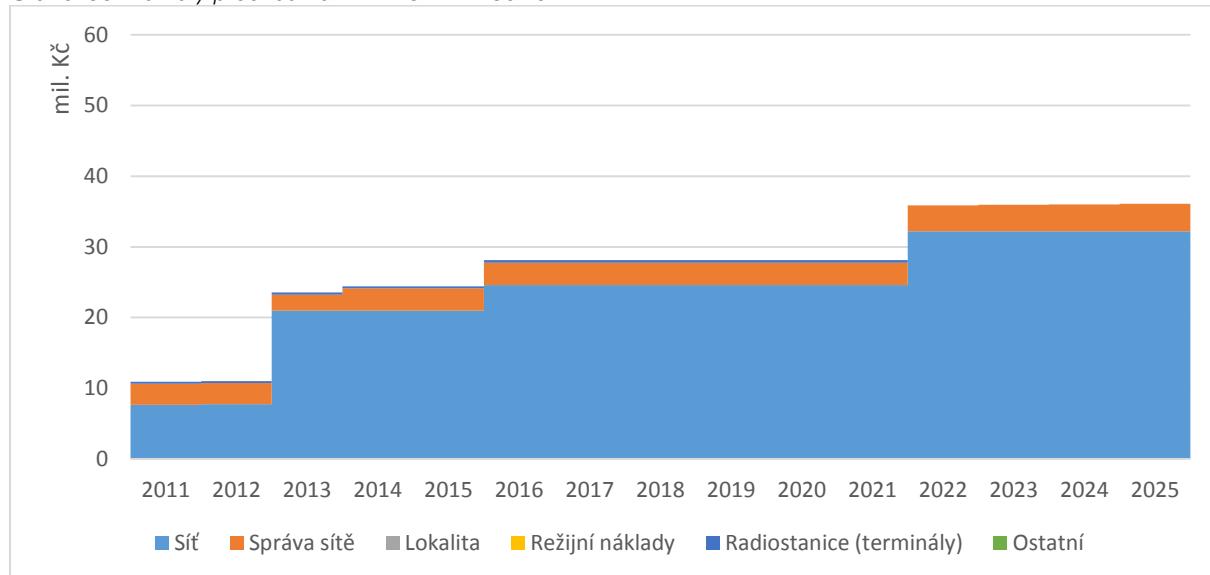
Scénář předpokládá výměnu současné technologie TETRA za technologii LTE. Na základě současných informací lze předpokládat, že v roce 2022 již bude technologie dostatečně vyspělá a její výměna nebude představovat problém. V rámci postupné modernizace základnových stanic je již nutné pořizovat zařízení, která jsou kompatibilní s případným LTE řešením. Podobná situace je platná i pro přenosovou síť, která by měla být postupně upgradována (reálné přenosové rychlosti a poplatky ČTÚ zůstanou nezměněné).

## Investiční náklady

- Investice do scénáře „Současný stav a nezbytné investice“ – o pořízení majetku se rozhoduje na základě architektury budoucí LTE sítě
- Náklady na SWAP infrastruktury (nahrazení současných základových stanic technologie TETRA za technologii LTE)
- Vybudování nové přenosové sítě, která bude odpovídat požadavkům LTE sítě
- Výměna všech terminálů tak, aby podporovali technologii LTE

Při pomalém přechodu na LTE bude z důvodu odpisů technologie pořízené v roce 2016 docházet k jejímu odpisování, což se negativně projevuje na celkových investičních nákladech v Graf č. 95.

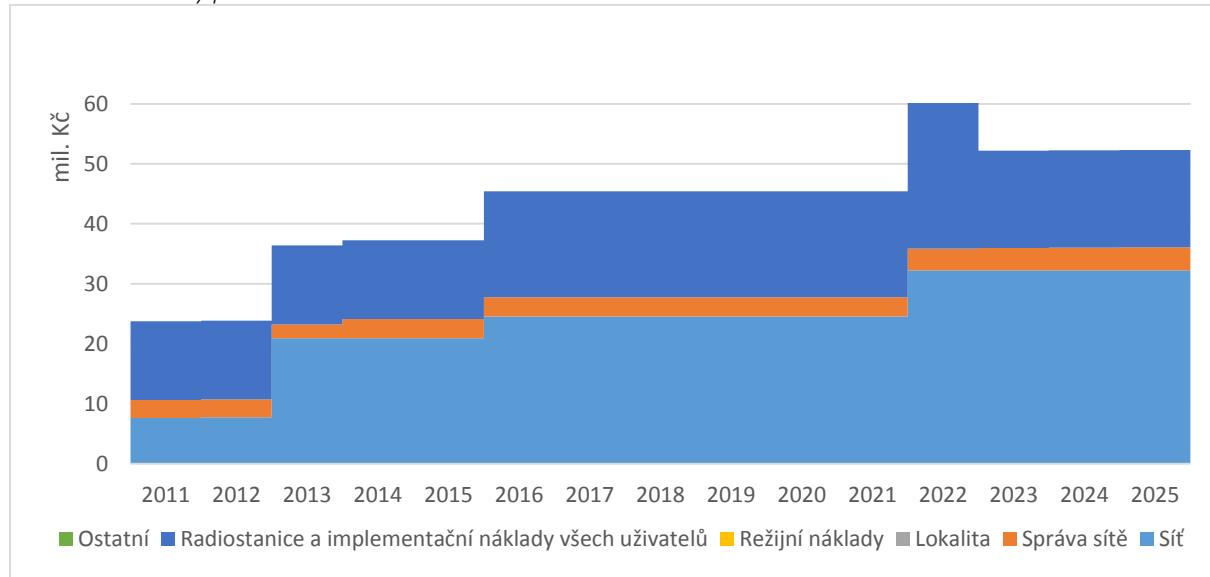
Graf č. 95: Pomalý přechod na LTE – CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 96 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let. Zároveň jsou zde naznačeny integrační náklady ostatních subjektů na novou technologii ve výši 15 mil. Kč.

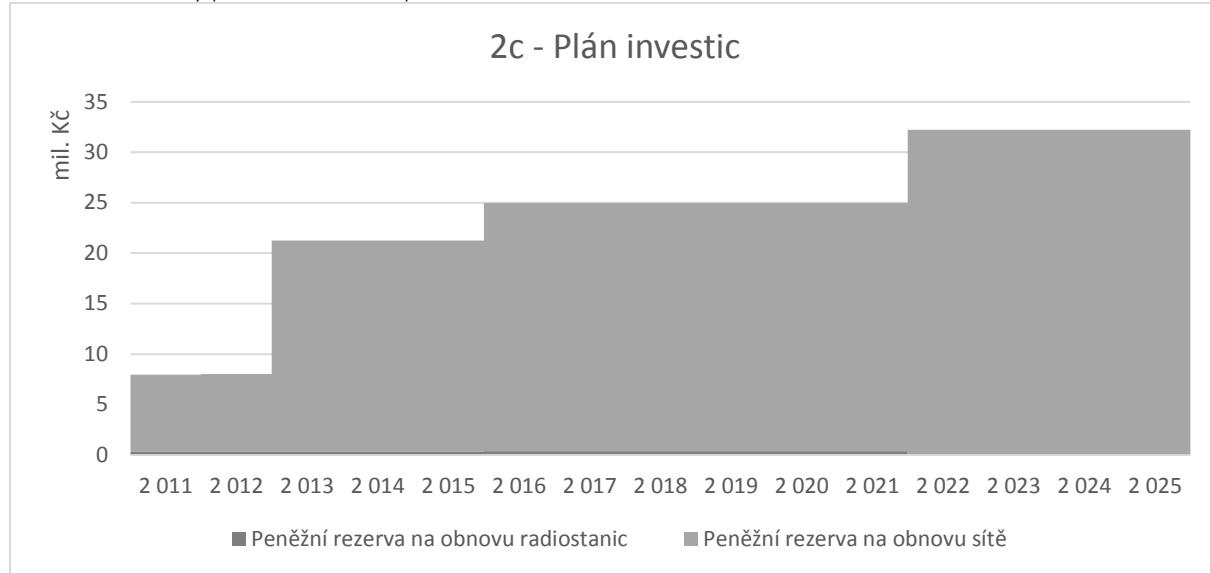
Graf č. 96: Pomalý přechod na LTE – CAPEX Celkem – všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

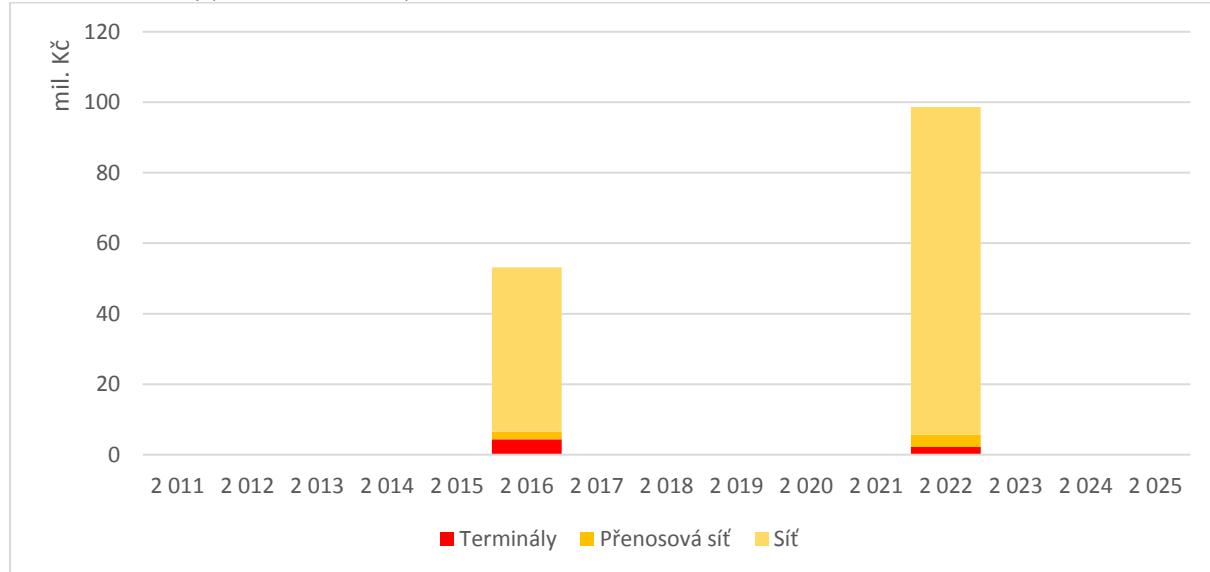
Graf č. 97 a Graf č. 98 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí cca 150 mil. Kč (viz plán investic).

Graf č. 97: Pomalý přechod na LTE – plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

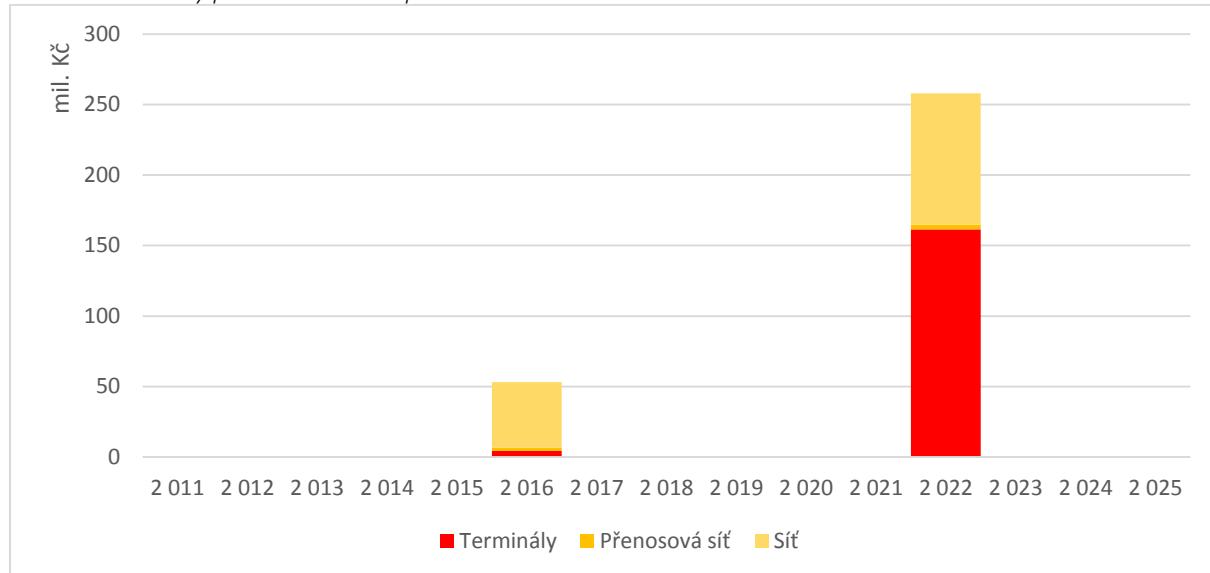
Graf č. 98: Pomalý přechod na LTE – plán investic



Zdroj: Analýza KPMG

Obdobně, jako v předchozí variantě, je při pomalém swapu patrný nárůst investičních výdajů za terminály pro všechny uživatele, v hodnotě převyšující 150 mil. Kč. U této varianty však lze předpokládat, že by k výměně mohlo docházet postupně a jednorázová investice by nemusela být tak významná.

Graf č. 99: Pomalý přechod na LTE – plán investic všech uživatelů



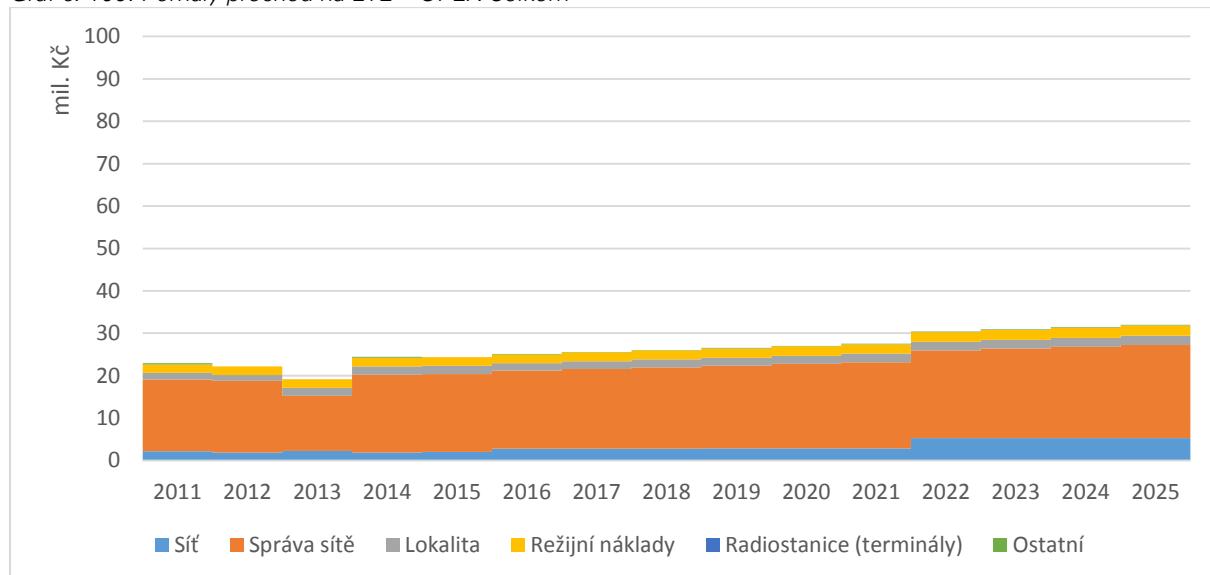
Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

- Provozní náklady scénáře „Současný stav a nezbytné investice“ až do roku 2022, kdy lze očekávat SWAP
- Zvýšení nákladů za licence ČTÚ vzhledem k navýšení využitého spektra
- Zvýšení nákladů na provoz přenosových linek vyšší kapacity

Provozní náklady se vyvíjejí rovnoměrným tempem do roku 2020, kdy přechod na LTE technologii způsobuje nárůst nákladů za přenosovou síť a správu sítě.

Graf č. 100: Pomalý přechod na LTE – OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

## 4.7.7 Využití technologií dalších operátorů

### 4.7.7.1 Spolupráce s mobilními operátory

V rámci našeho modelu jsme se rozhodli využít pro vyhodnocení této varianty finanční údaje poskytnuté operátory v předchozí analýze rozvoje MRS (konkrétně variantu pronájem služeb od externího dodavatele).

### 4.7.7.2 Spolupráce s NAKIT

Další možností využití služeb jiných operátorů je potenciální spolupráce s Ministerstvem vnitra a NAKIT, kteří zajišťují provoz sítě IZS na technologii Tetrapol. NAKIT v současné době připravuje strategie zajištění a rozvoje mobilních komunikací bezpečnostních a záchranných složek (s výhledem na 10 let), která by měla být dokončena k 31. 12. 2016 (bodu 5 usnesení vlády č. 421 – 2015). Aktuální technické možnosti realizace počítají s následujícími variantami:

- Kritická komunikace (nutné realizovat do roku 2020)
  - Obnova a rozšíření stávající sítě Tetrapol
  - Přechod z Tetropolu na technologii TETRA
  - Přechod z Tetropolu na technologii LTE (NAKIT předpokládá dostupnost relevantních technologií dle 3GPP standardů během roku 2018)
  - Síť bude pravděpodobně provozována v současném frekvenčním pásmu technologie Tetrapol (390+ MHz)
- Širokopásmové služby
  - Jedním z pravděpodobných scénářů je vybudování otevřené sítě na standardu LTE v pásmu 700 MHz pro IZS s možností sdílení s dalšími subjekty
  - Síť v pásmu 700 MHz lze vybudovat až po uvolnění frekvenčních kmitočtů; na základě aktuálního znění „Strategie rozvoje zemského digitálního televizního vysílání“ NAKIT usuzuje, že tak nastane k 1. 2. 2021

Součástí strategie bylo také odeslání RFI na dodavatele technologií, pro všechny uvažované scénáře. Konsolidovaný výstup z tohoto sběru informací lze očekávat v září 2016. Zasláné dokumenty v rámci RFI včetně výsledků porovnání výhodnosti jednotlivých variant si pak může MHMP vyžádat oficiálně od náměstka Ministerstva vnitra. Rozhodnutí o vybrané variantě se předpokládá počátkem roku 2017 na základě vytvořené strategie.

Z pohledu NAKIT by bylo vhodné s MHMP koordinovat další kroky v oblasti rozvoje sítí kritických komunikací tak, aby mohly být realizovány případné synergie a nedošlo k neefektivním investicím (konkrétně například při modernizaci sítě nebo při pokladce vyzařovacích kabelů v Pražském metru).

Definované varianty slibují možné synergie s provozem MRS (varianta využití technologie TETRA, případně přechod na LTE), bohužel ale zatím nedošlo ke konkrétnímu výběru varianty a nelze tedy zahájit s NAKIT a MV ČR jednání, která by použité scénáře kvantifikovala, lze však předpokládat, že by provoz sítě měl být levnější než současný stav. NAKIT zároveň v současné době negarantuje vpuštění subjektů mimo IZS do této sítě. Při uvažování o této variantě je zároveň nutné vzít v potaz potenciální výměnu terminálů, protože bude sítě provozována v jiném frekvenčním pásmu než MRS.

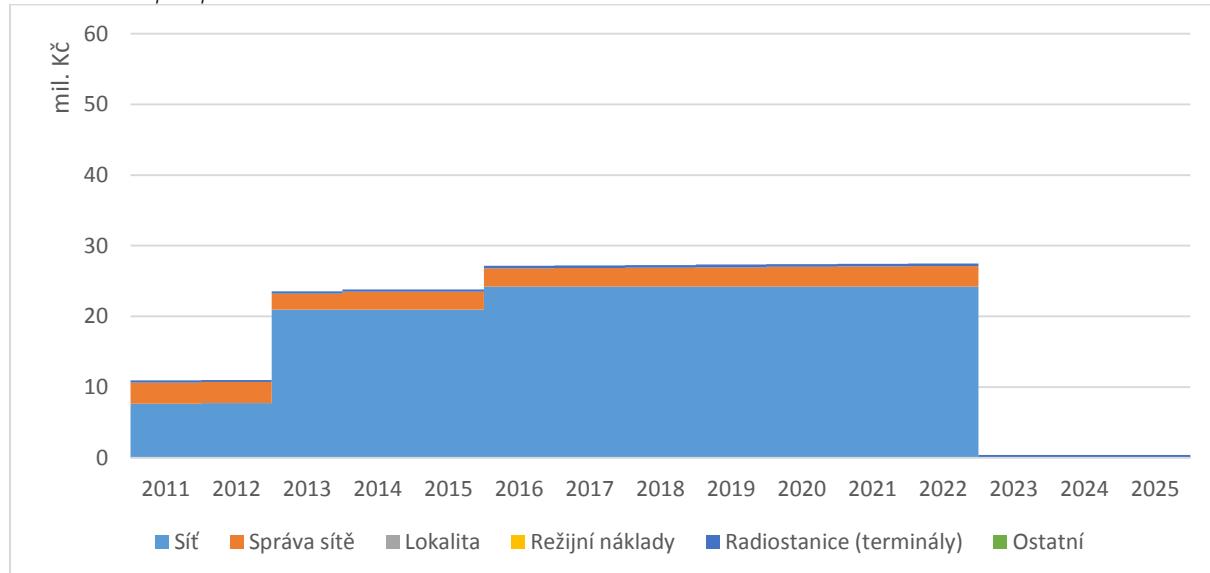
V rámci našich analýz počítáme s variantou provozu sítě pro kritickou komunikaci na technologii LTE v roce 2022 a předpokládáme následující náklady:

### Investiční náklady

- Investice do scénáře „Současný stav a nezbytné investice“
- Výměna všech terminálů tak aby podporovali technologii LTE

Scénář spolupráce s NAKIT prokazuje konec investice do technologie v roce 2023, jak zobrazuje Graf č. 101, zůstávají pouze investiční náklady do terminálů, které v daném měřítku nejsou patrné.

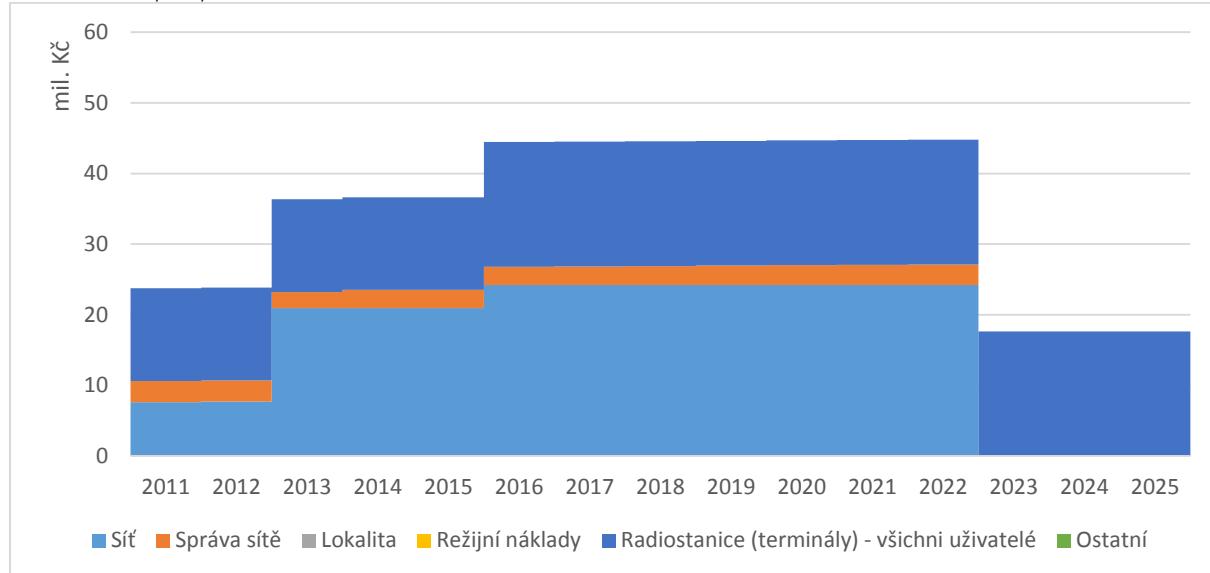
Graf č. 101: Spolupráce s NAKIT – CAPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 102 zobrazuje totéž co graf přechozí, zároveň zohledňuje vývoj odpisů terminálů všech uživatelů, od roku 2016 se uvažuje o době životnosti 10 let.

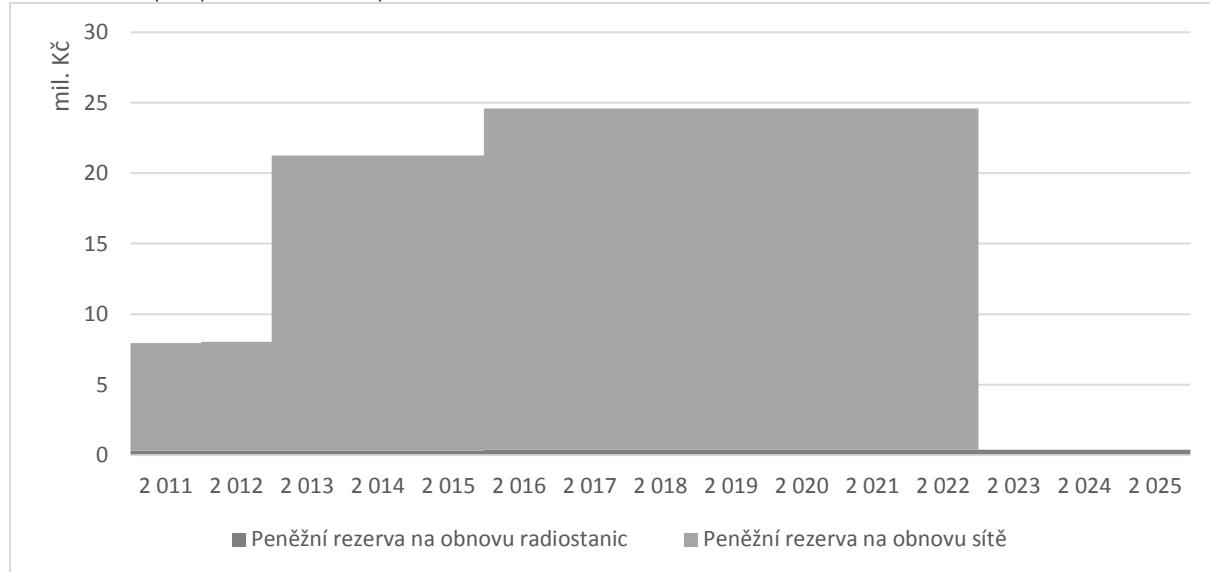
Graf č. 102: Spolupráce s NAKIT – CAPEX Celkem – všichni uživatelé



Zdroj: Analýza KPMG

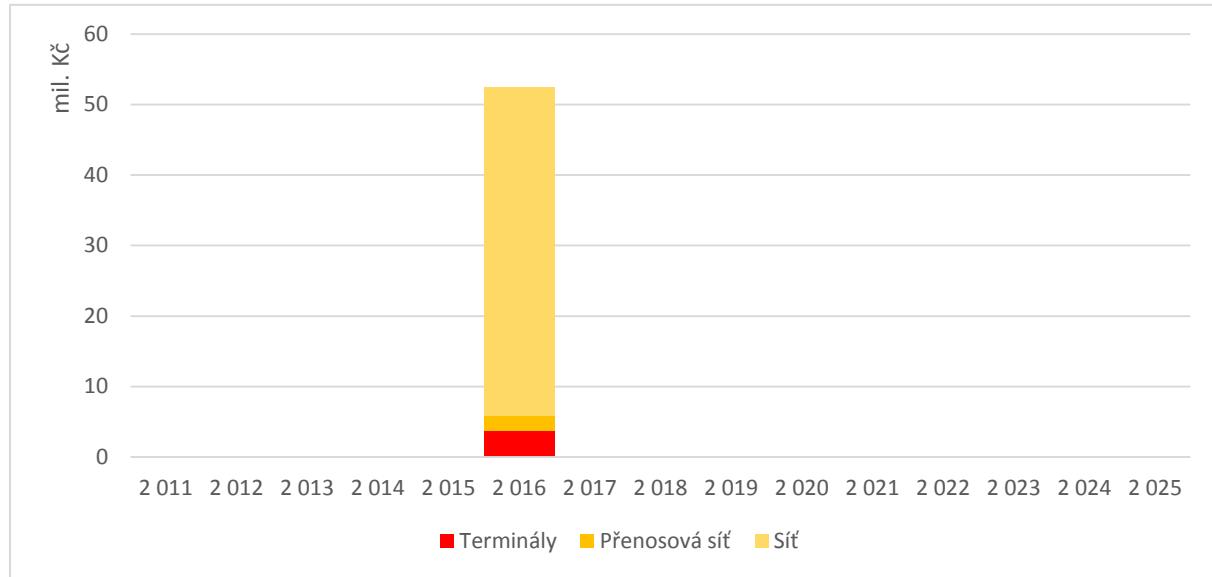
Graf č. 103 a Graf č. 104 zobrazují navrhovanou variantu tvorby rezervy na realizaci investic s ročním cyklem (v případě plánovaná tvorba rezerv), zároveň je patrná celková výše investice relevantní pro tento scénář, která činí cca 52 mil. Kč (viz plán investic).

Graf č. 103: Spolupráce s NAKIT – plánovaná tvorba rezerv



Zdroj: Analýza KPMG

Graf č. 104: Spolupráce s NAKIT – plán investic



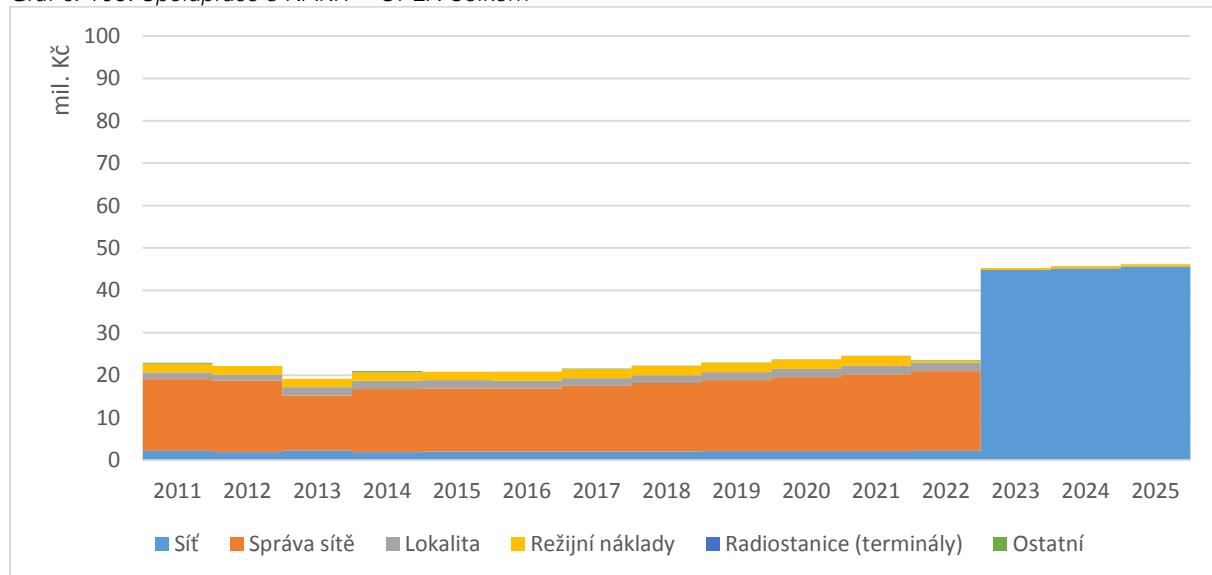
Zdroj: Analýza KPMG

### Provozní náklady

- Provozní náklady scénáře „Současný stav a nezbytné investice“ až do roku 2022, kdy lze očekávat migraci

V této variantě dochází k nárůstu provozních nákladů na správu sítě od roku 2023, způsobený poplatky NAKITu za provoz sítě, ostatní náklady, kromě režijních nákladů, klesají na nulovou hodnotu.

Graf č. 105: Spolupráce s NAKIT – OPEX Celkem



Zdroj: Analýza KPMG

## 4.7.8 Přehled předpokladů použitých pro výpočet jednotlivých nákladů

V dalších kapitolách jsou shrnutý předpoklady, které byly využity pro modelování jednotlivých scénářů v rámci finančního modelu.

### 4.7.8.1 Obecné předpoklady

#### Faktor času

- V investičních modelech běžně dochází k respektování faktoru času, tj. zohlednění příjmů a výdajů budoucích období, které se mohou při přepočítání na současnou hodnotu lišit. Za tímto účelem dochází k použití například diskontní míry, která vyjadřuje minimální požadovanou míru návratnosti subjektu.
- V tomto modelu je faktor času zohledněn pouze mírou inflace, jelikož stanovení diskontní míry, tj. vlastní výnosové míry pro projekty podobného typu (kombinující veřejný zájem a částečně komerční využití provozu sítě MRS) není **snadnou úlohou** a nepřesné stanovení tak může způsobit významné nepřesnosti. Bez zohlednění diskontní míry v žádném ze scénářů tak může docházet k nepřesnostem nepřesahujících 15 %.

#### Odpisy technologie

- Hospodaření Magistrátu hlavního města Prahy neprojevuje znaky běžné obchodní společnosti, proto indikované náklady 100% nereflektují reálný vývoj spojený s odpisy technologie konkrétně a to především v okamžiku jejího doodepisování při jejím nahrazení před dobou odpisu.

#### Výpočet inflace

- U položek, které jsou opatřeny inflační doložkou (jako např. správa sítě, energie, nájem, pronájem přenosových linek) dochází k uplatňování růstu cen podle inflačního cíle České Národní Banky (ČNB), který je v současnosti 2,0 %.
- Růst cen je aplikován také na servisní smlouvu, která má inflační doložku pouze v případě, že míra inflace převyšuje hodnotu 1,5 %.

#### Rozsah sítě

- Současný model neuvažuje prvky sítě, které jsou ve vlastnictví ostatních uživatelů sítě (například DP), jako například opakovače v tunelech. Nereflektujeme ani další podobné investice, které mohou v době analýzy proběhnout a jejich dopady.

#### **4.7.8.2 Investiční náklady**

##### **Obměna infrastruktury MRS (náhrada technologie, které již dožila)**

- Při modernizaci v roce 2013 byl odepsání majetek, který byl nahrazen novou technologií. Vzhledem k tomu, že ale nedošlo k investici rovné odpisům, existuje zde majetek, který modernizován nebyl, došlo k ručnímu přičtení backlogu ve výši - 12 026 915 Kč, za majetek, který již přesluhoval a nebyl doposud nahrazen. Předpokládáme, že investice do modernizace byla provedena hospodárně a k nahrazení majetku nedošlo předčasně.
- V rámci modelu počítáme s tvorbou rezervy na úrovni odpisů, které pokrývá výměnu zastaralého majetku, ale nezvyšuje se funkcionality sítě.

##### **Obměna terminálů (náhrada radiostanic, které již dožily)**

- Odpisy stávajících terminálů byly stanoveny na 4 roky vzhledem k začátku odpisů několik let po jejich zařazení.
- Odpisy všech terminálů jsou pro potřeby modelu budoucích nákladů opět upraveny na 10 letou dobu odepisování, navzdory faktu, že jejich reálné opotřebení se téměř naplnilo. K úpravě došlo proto, aby nedocházelo k tvorbě nákladových skoků, i když už jsou terminály reálně odepsány.
- Obměna terminálů probíhá pouze pro terminály ve vlastnictví MHMP (investice pro ostatní subjekty je pouze indikována).

##### **Pořízení klíčové infrastruktury pro zajištění autentizace (AuC, PrC a KVL4000)**

- Ceny za jednotlivé položky vychází z materiálu poskytnutých společností KonekTel.

##### **Pořízení licencí pro šifrovanou komunikaci terminálů (AIR)**

- Investice do pořízení licencí pro šifrovanou komunikaci terminálů (AIR) vychází z odhadu ceny poskytnutého MHMP (200 USD). Šifrování je pořízeno pouze pro radiostanice, kde jsou potenciálně přenášeny citlivé informace - tedy hlavně MHMP, MPHMP a poté další minoritní uživatelé.

##### **Integrační náklady ostatních uživatelů**

- Integrační náklady jsou tvořeny náklady na přechod na jinou technologii a její implementaci do stávajících systémů (hlavně přebudování rozhraní mezi stávajícími informačními systémy a prvky technologie TETRA). Na základě rozhovoru se zástupcem DP byly tyto náklady stanoveny na 15 mil. Kč, které jsou následně zohledněny inflací.

### **Investice do nových základnových stanic na zvýšení pokrytí**

- Pořízení 6 základnových stanic, přesun základnové stanice není uvažován.
- Ceny za jednotlivé položky vychází z materiálu poskytnutých společností KonekTel.

### **Investice do zakruhování**

- Cena vychází z materiálu poskytnutých společností KonekTel.
- Jak již bylo uvedeno, není jasné, co nad rámec 3 mikrovlnných spojů a jejich instalaci položka pokrývá.

### **Investice do zvýšení funkcí komunikačního kruhu a nového dispečinku**

- Cena vychází z materiálu poskytnutých společností KonekTel.

### **Pořízení kompletní infrastruktury pro LTE síť (kompletní vybavení všech základnových stanic a core network)**

- Cena za základnovou stanicí a core network vychází z konzervativního benchmarku s cenami komerčních operátorů.

### **Vybudování vlastní core network pro provoz MVNO v LTE sítí**

- Cena za core network vychází ze stejného benchmarku s cenami komerčních operátorů (odečteny jsou náklady za prvky, které není potřeba pořizovat – tedy MME a SGW).

### **Výměna terminálů na hybridní pro potenciální uživatele LTE**

- Pořizovací cena těchto terminálů je uvažována ve stejně hodnotě jako současné TETRA terminály. Lze totiž předpokládat, že hybridní zařízení budou dražší, zároveň budou ale pořízena pouze LTE zařízení, která budou naopak levnější.
- Pro MHMP jsou vyměněny všechny terminály, cena za výměnu u ostatních subjektů je pouze indikativní a předpokládá využití LTE na 1/3 současných zařízení.

### **Náklady na SWAP infrastruktury (nahrazení současných základnových stanic technologie TETRA za technologii LTE)**

- Cena za základnovou stanicí a core network vychází z benchmarku se současnými proprietárními řešeními mobilních operátorů.
- Náklady na deinstalaci jsou pokryty dodavatelem výměny technologie.

### **Vybudování nové přenosové sítě, která bude odpovídat požadavkům LTE sítě**

- Pro přenosovou síť byla vybrána střední hodnota cen mezi technologií Xpic a eBand. Předpokládáme, že pořízená přenosová rychlosť je dostačující a provozovatel případně zajistí, že nedojde k navýšení kapacity nad rámec rychlosti přenosové linky.

## Výměna všech terminálů tak aby podporovali technologii LTE

- Pořizovací cena těchto terminálů je uvažována maximálně ve stejné hodnotě jako současné TETRA terminály, zároveň je však možné uvažovat se slevou 30 %, která je podobně technologie běžnou praxí.
- Odměna terminálů probíhá pouze pro terminály ve vlastnictví MHMP (investice pro ostatní subjekty je pouze indikována).

### 4.7.8.3 Provozní náklady

#### Náklady na provoz sítě

- Pronájem optické sítě je do roku 2015 uvažován v reálných nákladech, v modelových scénářích se využívá hodnota z posledního období.
- Výpočet nákladů za nájemné a elektřinu se do roku 2015 drží reální vynaložených nákladů.

#### Servisní smlouva

- Běžná praxe při údržbě a opravách v rámci servisních smluv k nahrazování zařízení, které by mělo být kapitalizováno. Stanová výše kapitalizace těchto provozních nákladů činí 15 %.
- Ceny za servis vychází z nákladů za poslední rok.
- Předpokládáme, že provoz sítě na technologii LTE stojí stejně jako na technologii TETRA.

#### Navýšení servisní smlouvy a nově provozované základnové stanice

- Náklady na servis nových BTS roste o průměrné náklady na jednu stávající BTS.

#### Zvýšení nákladů za licence ČTÚ vzhledem k navýšení využitého spektra

- V současnosti je placeno za 1,55 Mhz. V budoucnu pro LTE předpokládáme využití celého spektra v rozsahu 5,75 Mhz (tentot odhad je konzervativní a může dojít k potenciálnímu snížení nákladů).

#### Nové náklady spojené s provozem základnových stanic pro obě technologie (elektrická energie, nájem, atd.)

- Pro následující scénáře byly provozní náklady za provoz základnových stanic upraveny:
  - TETRA + Vlastní LTE – 2x (instalace a provoz nové technologie)
  - Pomalý přechod na LTE – 1,3x (zefektivnění technologie při zvýšení spotřeby)
  - Rychlý přechod na LTE – 1,3x (zefektivnění technologie při zvýšení spotřeby)

### Zvýšení nákladů na provoz přenosových linek vyšší kapacity

- Navýšení nákladů předpokládá použití technologie Xpic a platby dle ceníku ČTÚ v hodnotě 35 000 Kč (průměr na lokalitu).
- Vzhledem k současným vysokým cenám optických linek nedošlo k jejich úpravě od současného stavu.

### Platba za poskytování LTE mobilnímu operátorovi

- Platba pro poskytování LTE na základě komerční nabídky vychází z neomezeného komerčního datového tarifu LTE pro 1 653 zařízení v hodnotě 500 Kč (běžná ceníková cena snížená o očekávanou slevu pro státní správu).
- Platba za služby MVNO odpovídá komerčnímu LTE, protože nelze očekávat slevu vzhledem k relativně malému počtu uživatelů sítě.
- Pro scénář „Kompletní provoz operátorem“ je použita komerční nabídka společnosti MobilKom/U:fon ze studie rozvoje MRS od společnosti Johnannisse Stein.
- Scénář popisující převedení správy sítě MRS pod NAKIT od roku 2022 uvažuje se snížením současným nákladů o 20 %, protože jinak by nebylo převedení rentabilní.

### Režijní náklady

- Režijní náklady spojené se mzdovými náklady zaměstnanců MHMP zaštítujících MRS a dalšími administrativními náklady na provoz MRS byly vyčísleny z benchmarkových hodnot, které uvádí, že v efektivně fungujících společnostech by míra těchto nákladů neměla přesáhnout 20 %. Jelikož MRS nezahrnuje náklady na marketing či prodej, KPMG stanovila míru režijních nákladů na 10 % celkových provozních nákladů.
- Pro následující scénáře pak byly provozní náklady upraveny:
  - TETRA + Vlastní LTE – 1,4 (náklady na provoz druhé sítě)
  - TETRA + Komerční MVNO – 1,2 (správa druhé sítě a komunikace s operátorem)
  - TETRA + Komerční LTE – 1,1 (komunikace s operátorem)
  - Kompletní provoz NAKIT (státní síť) – 0,2 (provoz zajišťuje NAKIT)
  - Rychlý přechod na LTE – 1,2 (mírný nárůst komplexity)
  - Kompletní provoz operátorem – 0,2 (provoz zajišťuje operátor)

## 4.8 Evaluace jednotlivých provozních modelů

### 4.8.1 Definice evaluačních kritérií

Na základě společného workshopu se zástupci MHMP byla pro vyhodnocení provozních modelů definována jednotlivá kritéria, která jsou uvedena v tabulce níže:

Tab. č. 32: Přehled definovaných kritérií pro evaluaci jednotlivých provozních modelů

Kritérium	Popis kritéria
CAPEX	Investiční náklady varianty (velikost nákladů na rozvoj sítě) – kritérium vychází z výsledku celkových investičních nákladů ve finančním modelu pro daný scénář.
OPEX	Provozní náklady varianty (zahrnuje kompletní provoz a servis celé sítě) – kritérium vychází z výsledku celkových provozních nákladů ve finančním modelu pro daný scénář.
Pokrytí	Rozsah pokrytého území MRS v kontextu Prahy (s přihlédnutím k pokrytí šíře i mimo Prahu) – kritérium vychází z mapy pokrytí z plánovacího nástroje.
Dostupnost	Určuje, jak je daná síť spolehlivá (bere v potaz míru dostupnosti sítě a jednotlivé možnosti redundancy, které případně mohou snížit riziko výpadku).
Nezávislost (míra kontroly)	Míra kontroly nad jednotlivými prvky sítě z pohledu MHMP.
Bezpečnost	Komplexní vyhodnocení zabezpečení sítě (autentizace, autorizace, logování, šifrování provoz, možnost přístupu k přeneseným datům na úrovni přenosové sítě nebo řídící infrastruktury, atd.).
Nové služby	Funkcionalita sítě a služby, které na ni lze provozovat. V rámci koncepce je kritérium definováno jako nové služby, protože není přípustné snížení stávající funkctionality (kritická komunikace a přenos SDS) a porovnáváme tedy pouze využití služeb nad rámec stávajících.

Zdroj: Analýza KPMG

### 4.8.2 Definice vah jednotlivých kritérií

Pro definování vah jednotlivých kritérií jsme použili metodu párového srovnání. Tato metoda bývá nazývána také jako Fullerova metoda, protože se při její aplikaci sestavují váhy pomocí tzv. Fullerova trojúhelníku. Princip párového srovnávání je takový, že vždy porovnáváme dvě

kritéria a z každé takové dvojice kritérií vybereme to důležitější. Postupně v rámci srovnání porovnáme každá dvě kritéria z celkového počtu kritérií. Pro větší přehlednost je zde pro vizualizaci použit dříve zmíněný Fullerův trojúhelník, který má vždy  $k - 1$  dvojřádků. V prvním řádku jsou všechny kombinace pro porovnání s prvním kritériem, v druhém kombinace pro porovnání s druhým kritériem, kromě té, která je v předchozím řádku, v každém dalším řádku jsou kombinace pro porovnání s dalším kritériem, které nejsou v předchozích řádcích. Každý řádek má tedy o 1 člen méně, než řádek předchozí. Na základě vzájemné preference jednotlivých kritérií je pak určena celková váha každého z nich.

Výsledky párového srovnání jsou pak zobrazeny v tabulce níže, kde na základě validačního workshopu s MHMP vyšlo jako nejdůležitější kritérium bezpečnost, dále nezávislost a provozní náklady. Nejméně důležité jsou pak nové služby, protože po nich nebyla v současné době indikována uživateli žádná poptávka. Hodnocení scénářů tak vychází z váhy kritérií stanovených v daném čase.

Tab. č. 33: Definice vah jednotlivých kritérií pro hodnocení scénářů metodou Fullerova trojúhelníku

Kritérium		CAPEX	OPEX	Pokrytí	Dostupnost	Nezávislost (míra kontroly)	Bezpečnost	Nové služby	Celkem	Výsledná váha
	X	1	2	3	4	5	6	7	Celkem	%
CAPEX	1	X	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	15,00	14
OPEX	2	3,00	X	4,00	4,00	2,00	2,00	3,00	18,00	17
Pokrytí	3	2,00	1,00	X	5,00	2,00	1,00	4,00	15,00	14
Dostupnost	4	2,00	1,00	0,00	X	2,00	2,00	3,00	10,00	10
Nezávislost (míra kontroly)	5	3,00	3,00	3,00	3,00	X	2,00	4,00	18,00	17
Bezpečnost	6	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	X	4,00	20,00	19
Nové služby	7	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	X	9,00	9
<b>Celkem</b>		15,00	12,00	15,00	20,00	12,00	10,00	21,00	105,00	100
		14,3	11,4	14,3	19,0	11,4	9,5	20,0	100	105,00

*Legenda*

Významně více důležité	Důležitější	Stejně důležité	Méně důležité	Významně méně důležité
5	4	3	2	1

Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.8.3 Vyhodnocení scénářů

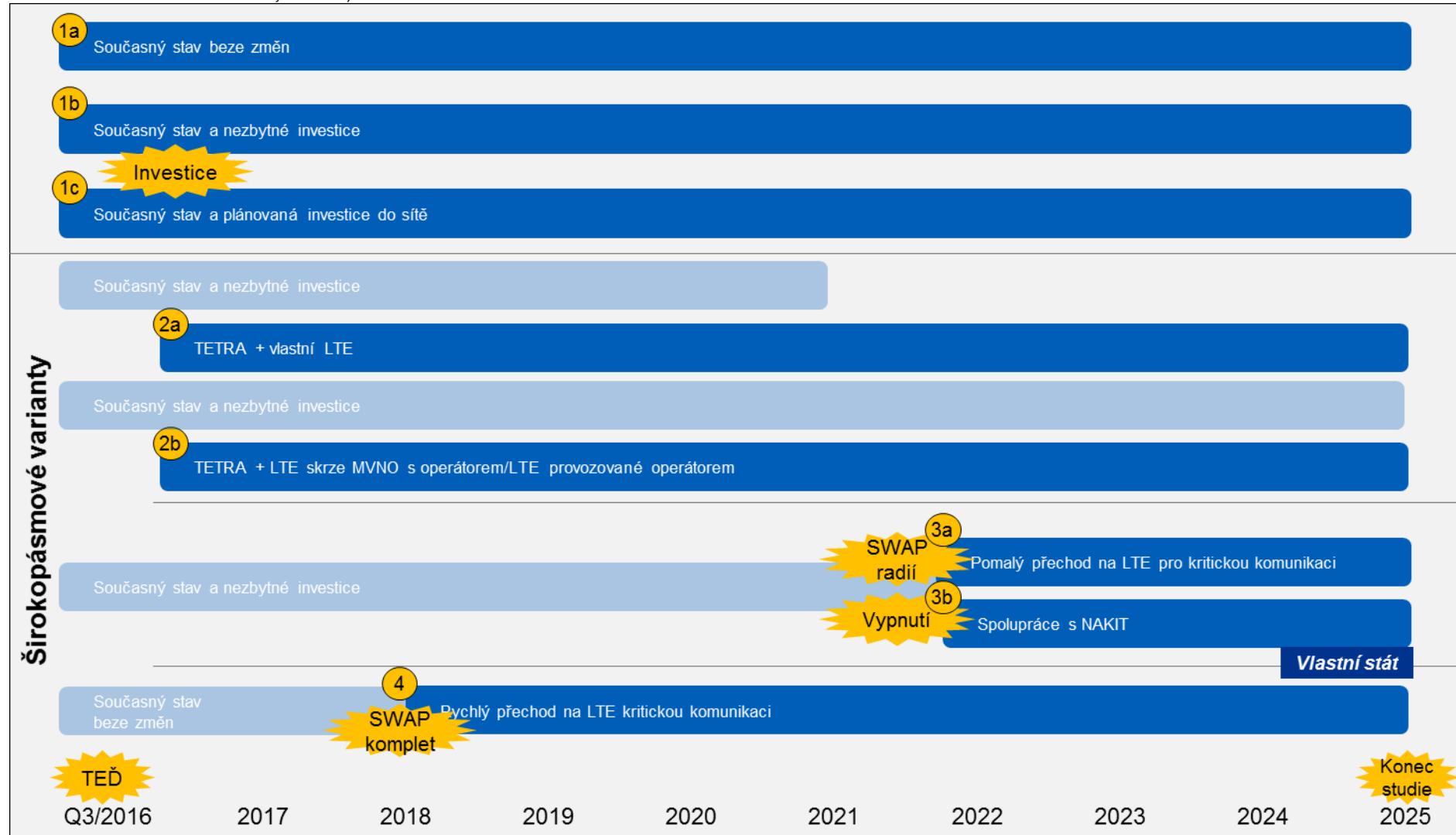
Dříve definované scénáře bylo tedy nutné zhodnotit z pohledu jednotlivých definovaných kritérií. Pro vyhodnocení investičních a provozních nákladů byl vytvořen ekonomický model, který oba typy nákladů objektivně a kvantitativně zhodnocuje. U ostatních kritérií jsme použili slovní hodnocení. Jednotlivým kritériím jsme pak na základě detailní analýzy přiřadili kvalitativní hodnocení na škále -3 až 3, kde negativní hodnoty představují zhoršení oproti současnemu stavu, 0 představuje současný stav a pozitivní hodnoty pak představují zlepšení oproti současnemu stavu.

Na základě definice scénáře, byla pro každý scénář analyzována potenciální kritická rizika, která jsou s ním spojená. Posledním krokem při hodnocení scénářů pak bylo vytvoření krátkého shrnutí, které popisuje využitelnost jednotlivých scénářů. Níže jsou pak uvedeny hodnoticí tabulky pro dříve definované scénáře:

- Současný stav beze změn
- Současný stav a minimální nezbytné investice
- Současný stav a plánovaná investice do sítě
- TETRA + vlastní LTE
- TETRA + LTE skrze MVNO s operátorem
- TETRA + LTE provozované operátorem
- Pomalý přechod na LTE pro kritickou komunikaci
- Spolupráce s NAKIT
- Rychlý přechod na LTE pro kritickou komunikaci
- Kompletní provoz operátorem (typ sítě je nutné upřesnit)

Časování jednotlivých scénáře pak demonstruje níže přiložená časová osa.

Obr. č. 32: Časová osa realizace jednotlivých scénářů



Zdroj: Analýza KPMG

#### 4.8.3.1 Současný stav beze změn

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	0	Pouze průběžné nahrazení již dožité technologie
OPEX	0	Žádné dodatečné provozní náklady
Pokrytí	0	Zůstává současné pokrytí, které není dostačující pro uživatele MRS
Dostupnost	0	Dostupnost je na současné úrovni
Nezávislost (míra kontroly)	0	Míra nezávislosti se od současného stavu nezmění
Bezpečnost	0	Zůstává současná nezabezpečená síť
Nové služby	0	Síť nebude umožňovat provoz žádných nových služeb

#### Rizika scénáře

- Odpolech hovorů a citlivé komunikace
- Nedostatečné pokrytí sítě
- Síť neumožňuje provoz širokopásmových služeb (v případě, že by po nich byla v budoucnosti poptávka)

#### Shrnutí

Scénář představuje nejnižší možné náklady, v rámci porovnání je ale využit spíše jako teoretický, protože při jeho realizaci není odstraněno největší současné riziko v podobě narušení bezpečnosti MRS a nedochází ani k pokrytí v současné době nepokrytých oblastí. Hlavně z těchto důvodů nelze scénář doporučit k realizaci.

#### 4.8.3.2 Současný stav a minimální nezbytné investice

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	-2	Očekávané investice do pokrytí, bezpečnosti a zakruhování přenosové sítě
OPEX	-1	Nárůst provozních nákladů o provoz náklady spojené s provozem nových lokalit
Pokrytí	2	Dojde ke zvýšení pokrytí a dopokrytí zatím nepokrytých oblastí
Dostupnost	1	Dostupnost sítě se zvýší díky zakruhování přenosové linky lokalit přes které jsou řetězeny další lokality
Nezávislost (míra kontroly)	0	Míra nezávislosti se od současného stavu nezmění
Bezpečnost	2	Dojde k implementaci autentizace a AIR šifrování pro vybrané terminály
Nové služby	0	Síť nebude umožňovat provoz žádných nových služeb

#### Rizika scénáře

- Možné budoucí nahrazení technologie TETRA a odpis investic
- Síť neumožňuje provoz širokopásmových služeb (v případě, že by po nich byla v budoucnosti poptávka)

#### Shrnutí

V rámci tohoto scénáře dojde k realizaci nezbytných indikovaných investic do provozu sítě tak, aby byly pokryty požadavky současných uživatelů, což představuje relativně významnou investici do současného systému. Zároveň počítáme s nahrazením již odepsaného majetku, který bude v rámci dalších investic nutné postupně obnovit. Významné investice do sítě předpokládají využití sítě TETRA pro současnou funkcionality bez jakéhokoli dalšího rozvoje.

#### 4.8.3.3 Současný stav a plánovaná investice do sítě

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	-2	Očekávané investice do pokrytí, bezpečnosti, zakruhování přenosové sítě a rozšíření využití komunikačního kruhu
OPEX	-1	Nárůst provozních nákladů o provozní náklady spojené s provozem nových lokalit
Pokrytí	2	Dojde ke zvýšení pokrytí a dopokrytí zatím nepokrytých oblastí
Dostupnost	2	Dostupnost sítě se zvýší díky zakruhování přenosové linky lokalit, přes které jsou řetězeny další lokality V rámci rozšíření komunikačního kruhu dojde navíc k pronájmu optických vláken
Nezávislost (míra kontroly)	0	Míra nezávislosti se od současného stavu nezmění
Bezpečnost	2	Dojde k implementaci autentizace a AIR šifrování pro vybrané terminály
Nové služby	0	Síť nebude umožňovat provoz žádných nových služeb

#### Rizika scénáře

- Možné budoucí nahrazení technologie TETRA a odpis investic
- Realizace investic ne přímo spojených s MRS
- Síť neumožňuje provoz širokopásmových služeb (v případě, že by po nich byla v budoucnosti poptávka)

#### Shrnutí

Jediným rozdílem oproti předchozímu scénáři s pouze nezbytnými investicemi je rozšíření využití komunikačního kruhu, které přímo nesouvisí s MRS. V rámci naší koncepce MRS nedokážeme posoudit, zda jsou tyto investice opodstatněné a efektivní, protože přímo nesouvisí s funkcionalitou rádiové sítě, proto tuto variantu oddělujeme.

#### 4.8.3.4 TETRA + vlastní LTE

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	-3	Očekávané investice do pokrytí, bezpečnosti a zakruhování přenosové sítě Nákup vlastní technologie pro provoz LTE sítě Pozn. Náklady na pořízení LTE radiostanic uživateli sítě nejsou zohledněny
OPEX	-3	Nárůst provozních nákladů o provoz náklady spojené s provozem nových lokalit Významné nové náklady spojené s provozem další technologie na všech lokalitách
Pokrytí	2	Dojde ke zvýšení pokrytí a dopokrytí zatím nepokrytých oblastí
Dostupnost	1	Dostupnost sítě se zvýší díky zakruhování přenosové linky lokalit, přes které jsou řetězeny další lokality
Nezávislost (míra kontroly)	0	Míra nezávislosti se od současného stavu nezmění
Bezpečnost	2	Dojde k implementaci autentizace a AIR šifrování pro vybrané terminály
Nové služby	3	Síť bude umožňovat provoz širokopásmových služeb

#### Rizika scénáře

- Významná investice do LTE nemusí odpovídat poptávce uživatelů
- Komplexní prostředí provozu dvou paralelních sítí
- Možnost nepřidělení frekvencí pro obě sítě od ČTÚ
- Investované prostředky nemusí umožnit levnější migraci na LTE pro kritickou komunikaci

#### Shrnutí

Vlastní implementace komerční LTE technologie představuje scénář, ve kterém dochází k rychlé implementaci širokopásmových služeb, které zůstávají plně pod kontrolou MHMP a jsou vysoko bezpečné (což je hlavní kritérium hodnocení). V rámci scénáře je nutné realizovat investici do sítě TETRA a zároveň do LTE. Vzhledem k využití komerčních technologií nejsou investiční náklady do LTE příliš vysoké. Na základě současné poptávky uživatelů nelze tuto variantu doporučit k realizaci z pohledu nákladů, i když jinak má jinak velmi dobré parametry.

#### 4.8.3.5 TETRA + LTE provozované operátorem

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	-2	Očekávané investice do pokrytí, bezpečnosti a zakruhování přenosové sítě Pozn. Náklady na pořízení LTE radiostanic uživateli sítě nejsou zohledněny
OPEX	-3	Nárůst provozních nákladů o provozní náklady spojené s provozem nových lokalit Nové náklady na kompletní provoz LTE služeb operátorem
Pokrytí	2	Dojde ke zvýšení pokrytí a dopokrytí zatím nepokrytých oblastí
Dostupnost	1	Dostupnost sítě se zvýší díky zakruhování přenosové linky lokalit, přes které jsou řetězeny další lokality
Nezávislost (míra kontroly)	-2	MHMP se stane zcela závislý na provozu přístupové širokopásmové rádiové sítě mobilního operátora bez jakékoli možnosti její kontroly
Bezpečnost	1	Dojde k implementaci autentizace a AIR šifrování pro vybrané terminály (TETRA je zabezpečena) Kompletní využití sítě mobilního operátora umožní potenciálně únik dat v jejím rámci (LTE není zabezpečeno)
Nové služby	3	Síť bude umožňovat provoz širokopásmových služeb

#### Rizika scénáře

- Vysoká závislost na službách operátora a jejich kvalitě
- Nabídka nemusí být finančně výhodnější než komerční nabídky mobilních operátorů pro jednotlivé subjekty
- MHMP částečně přebírá roli poskytovatele komunikačních služeb pro své složky, což může být konfliktní

#### Shrnutí

V rámci tohoto scénáře MHMP nad rámec provozu sítě TETRA zastřešuje ještě poskytování širokopásmových služeb s komerčním mobilním operátorem. MHMP v tomto případě dělá vlastně pouze prostředníka, který zajišťuje, že jsou služby pořízeny za dostatečně výhodných podmínek a splňují nároky na bezpečnost a případně i dostupnost sítě (pravděpodobně však nebudou dosahovat parametrů sítě TETRA). Při poptávce uživatelů a vůli MHMP zastřešit tyto požadavky představuje tato varianta efektivní investici, která se promítne hlavně do provozních nákladů.

#### 4.8.3.6 TETRA + LTE skrze MVNO s operátorem

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	-2	Očekávané investice do pokrytí, bezpečnosti a zakruhování přenosové sítě Nákup technologie pro provoz MVNO ve spolupráci s operátorem Pozn. Náklady na pořízení LTE radiostanic uživateli sítě nejsou zohledněny
OPEX	-3	Nárůst provozních nákladů o provozní náklady spojené s provozem nových lokalit Nové náklady na provoz LTE služeb operátorem
Pokrytí	2	Dojde ke zvýšení pokrytí a dopokrytí zatím nepokrytých oblastí
Dostupnost	1	Dostupnost sítě se zvýší díky zakruhování přenosové linky lokalit přes které jsou řetězeny další lokality
Nezávislost (míra kontroly)	-2	MHMP se stane závislé na provozu přístupové rádiové sítě mobilního operátora
Bezpečnost	1	Dojde k implementaci autentizace a AIR šifrování pro vybrané terminály (TETRA je zabezpečena) Kompletní využití sítě mobilního operátora umožní potenciálně únik dat v jejím rámci (LTE není zabezpečeno)
Nové služby	3	Síť bude umožňovat provoz širokopásmových služeb

#### Rizika scénáře

- Vysoká závislost na službách operátora a jejich kvalitě
- Při budování vlastní LTE sítě později je nutná migrace služeb
- Nevýhodné podmínky/neochota mobilních operátorů pro model MVNO

#### Shrnutí

Scénář představuje kompromis mezi využitím komerční sítě mobilního operátora. Služby jsou poptávány od mobilního operátora, ale vlastní core network zajistí vyšší kontrolu nad sítí a bezpečnost přenášených informací za cenu vyšší investičních nákladů.

#### 4.8.3.7 Pomalý přechod na LTE pro kritickou komunikaci

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	-3	Očekávané investice do pokrytí, bezpečnosti a zakruhování přenosové sítě Nákup vlastní technologie pro provoz LTE a nahrazení TETRA sítě v roce 2022 Pozn. Pořízení LTE radiostanic uživateli sítě není zohledněno, ale pravděpodobně bude součástí postupné modernizace
OPEX	-1	Nárůst provozních nákladů o provozní náklady spojené s provozem nových lokalit
Pokrytí	2	Dojde ke zvýšení pokrytí a dopokrytí zatím nepokrytých oblastí s TETRA, LTE pak pokryje stejně území
Dostupnost	1	Dostupnost sítě se zvýší díky zakruhování přenosové linky lokalit, přes které jsou řetězeny další lokality
Nezávislost (míra kontroly)	0	Míra nezávislosti se od současného stavu nezmění
Bezpečnost	2	Dojde k implementaci autentizace a AIR šifrování pro vybrané terminály LTE síť bude v době nasazení splňovat všechny bezpečnostní požadavky
Nové služby	2	Síť bude umožňovat provoz širokopásmových služeb, ale až v roce 2022

#### Rizika scénáře

- Vendor lock-in při postupném nahrazování infrastruktury
- Potenciální konflikt s NAKIT, pokud bude budována samostatná LTE síť v podobném čase

#### Shrnutí

Scénář předpokládá budoucí nasazení LTE pro kritickou komunikaci a postupně směřuje k jeho implementaci. V rámci investic MHMP a jednotlivých složek je postupně pořizována infrastruktura, která provoz LTE umožňuje. Vše je zakončeno investicí do migrace v roce 2022. Z pohledu jednotlivých kritérií kombinuje tato varianta ideálně současný provoz sítě TETRA a očekávanou migraci na LTE pro kritickou komunikaci.

#### 4.8.3.8 Spolupráce s NAKIT

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	-1	Očekávané investice do pokrytí, bezpečnosti a zakruhování přenosové sítě Pozn. Náklady na pořízení LTE radiostanic uživateli sítě nejsou zohledněny
OPEX	-2	Nárůst provozních nákladů o provoz náklady spojené s provozem nových lokalit Platba NAKIT po převedení služeb do jejich kompetence
Pokrytí	3	Dojde ke zvýšení pokrytí a dopokrytí zatím nepokrytých oblastí s TETRA LTE pak pokryje kompletně celou Českou republiku a zvýší i dostupnost v Praze
Dostupnost	2	Dostupnost sítě se zvýší díky zakruhování přenosové linky lokalit přes které jsou řetězeny další lokality
Nezávislost (míra kontroly)	-2	MHMP se stane závislé na provozu sítě NAKIT, snížení nezávislosti by ale nemělo být tak významné, vzhledem k tomu, že se jedná o státní podnik
Bezpečnost	2	Dojde k implementaci autentizace a AIR šifrování pro vybrané terminály LTE síť NAKIT bude v době nasazení splňovat všechny bezpečnostní požadavky
Nové služby	2	Síť bude umožňovat provoz širokopásmových služeb, ale až v roce 2022

#### Rizika scénáře

- Nejasná strategie NAKIT a termín výstavby sítě
- Potenciální nekompatibilita radiostanic s frekvencemi NAKIT a nutnost jejich kompletní výměny
- NAKIT nemusí umožnit využití sítě mimo složky IZS
- Při zdržení výstavby sítě může MRS vyžadovat dodatečné investice
- Úplná ztráta kontroly nad řízením sítě (nutné akceptovat podmínky NAKITu, a menší možnost jejich změny než u komerčního subjektu)

#### Shrnutí

NAKIT v současné době indikoval řešení podobného problému se sítí Tetrapol jako MHMP s MRS. Lze očekávat, že by ze spolupráce obou subjektů mohly plynout významné synergie. V tomto scénáři uvažujeme na základě poskytnutých informací o nasazení technologie LTE.

#### 4.8.3.9 Rychlý přechod na LTE pro kritickou komunikaci

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	-3	Nákup vlastní technologie pro provoz LTE a nahrazení TETRA sítě v roce 2018 (nezohledňuje nutnou výměnu terminálů všemi subjekty využívajícími MRS) – hodnocení je velmi konzervativní vzhledem k odpisu předchozích investic Pozn. Náklady na pořízení LTE radiostanic uživateli sítě nejsou zohledněny
OPEX	-1	Nárůst provozních nákladů o provoz náklady spojené s provozem nových lokalit
Pokrytí	2	LTE pokryje území, které nebylo pokryté technologií TETRA
Dostupnost	-1	Dostupnost sítě se zvýší díky zakruhování přenosové linky lokalit přes které jsou řetězeny další lokality
Nezávislost (míra kontroly)	0	Míra nezávislosti se od současného stavu nezmění
Bezpečnost	2	Proprietární technologie LTE sítí by měla v době nasazení splňovat většinu bezpečnostních požadavků. Určitě dojde ke zlepšení současného stavu, ale míra bezpečnosti zatím nelze potvrdit.
Nové služby	3	Síť bude umožňovat provoz širokopásmových služeb

#### Rizika scénáře

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Významná investice do LTE nemusí odpovídat poptávce uživatelů</li> <li>• Současné nedostatky sítě zůstanou do provedení výměny za LTE</li> <li>• Nutnost výměny všech radiostanic</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Řešení nemusí být možné modernizovat na 3GPP standard</li> <li>• Technologie není plně dospělá a může vykazovat nedostatky z pohledu dostupnosti a bezpečnosti</li> </ul> |
|---|--|

#### Shrnutí

Rychlý přechod na LTE představuje variantu, ve které se do současné sítě již neinvestují žádné peníze a dojde v blízké době k jejímu nahrazení LTE sítí pro krizovou komunikaci (obdoba výstavby sítě na „zelené louce“). Finanční prostředky jsou tedy vynaloženy velmi efektivně. V současné době technologie LTE není pro krizovou komunikaci plně standardizovaná a využívají se proprietární řešení jednotlivých výrobců, proto nemusí být dostatečně spolehlivá a bezpečná. Dostupnost a bezpečnost jsou kritická kritéria MHMP a v současné době není očekávána poptávka po širokopásmových službách, nelze doporučit realizaci tohoto scénáře.

#### 4.8.3.10 Kompletní provoz operátorem

Kritérium	Hodnocení	Slovní popis
CAPEX	+3	Všechny investice již bude hradit operátor
OPEX	-2	Významný nárůst nákladů na kompletní provoz služeb operátorem
Pokrytí	-	Parametry sítě závisí na konkrétní dohodě s operátorem
Dostupnost	-	Parametry sítě závisí na konkrétní dohodě s operátorem
Nezávislost (míra kontroly)	-3	MHMP se stane zcela závislý na provozu přístupové rádiové sítě mobilního operátora bez jakékoli možnosti její kontroly
Bezpečnost	-1	Parametry sítě závisí na konkrétní dohodě s operátorem Kompletní využití sítě mobilního operátora umožní potenciálně únik dat v jejím rámci
Nové služby	-	Parametry sítě závisí na konkrétní dohodě s operátorem

#### Rizika scénáře

- Velká závislost na mobilním operátorovi
- Neochota převzít současnou infrastrukturu (nutnost likvidace nebo výstavby kompletně nové sítě pro poskytování služeb)

#### Shrnutí

Scénář ve spolupráci s mobilním operátorem lze realizovat v mnoha různých variantách. Při jeho realizaci dojde ke snížení investičních nákladů a navýšení provozních nákladů. Oproti současnému stavu dojde zároveň vždy ke snížení nezávislosti sítě a snížení její bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že dostupnost a bezpečnost jsou kritická kritéria MHMP a v současné době není očekávána poptávka po širokopásmových službách, nelze doporučit realizaci tohoto scénáře.

#### **4.8.3.11 Výsledné hodnocení jednotlivých variant**

Na základě hodnocení jednotlivých scénářů dle definovaných kritérií a jejich vah jsme definovaným scénářům přiřadili celkové hodnocení a podle něj jsme je i seřadili. Detailní hodnocení jednotlivých scénářů je pak shrnuto v tabulce č. 33. Je nutné zdůraznit, že toto hodnocení nebude v potaz míru rizik jednotlivých scénářů, která může významně ovlivnit jejich případnou realizaci, proto jsme se rozhodli výsledné hodnocení o riziko upravit. Pro hodnocení hrozby jsme zvolili kvalitativní škálu malá, střední a vysoká. Konečné hodnocení variant bylo pak o případné riziko sníženo o 5 resp. 10 a 20 bodů.

Konečné hodnocení scénářů včetně zhodnocení rizika zobrazuje následující tabulka:

Tab. č. 34: Pořadí jednotlivých scénářů na základě definovaných kritérií a vah (zohledňuje míru ohrožení scénáře)

Pořadí	Scénář	Hodnocení
1	Současný stav a plánovaná investice do sítě	30
2	Pomalý přechod na LTE pro kritickou komunikaci	28
3	Současný stav a minimální nezbytné investice	25
4	Spolupráce s NAKIT	14
5	Rychlý přechod na LTE pro kritickou komunikaci	3
6	TETRA + vlastní LTE	-2
7	Současný stav beze změn	-10
8	TETRA + LTE skrze MVNO s operátorem	-24
9	TETRA + LTE provozované operátorem	-41
10	Kompletní provoz operátorem (typ sítě je nutné definovat)	-

Zdroj: Analýza KPMG

Závěry z hodnocení jednotlivých scénářů jsou shrnuty v kapitole 4.8.4.

Tab. č. 35: Kompletní hodnocení jednotlivých scénářů na základě definovaných kritérií a vah

	Kritérium	CAPEX	OPEX	Pokrytí	Dostupnost	Nezávislost (míra kontroly)	Bezpečnost	Nové služby	Celkem	Míra možného finančního ohrožení případné investice	Konečné hodnocení
	Váha	14%	17%	14%	10%	17%	19%	9%			
Scénář	Scénář / Pořadí	4-5	2-3	4-5	6	2-3	1	7			
Současný stav beze změn	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Střední	-10
Současný stav a minimální nezbytné investice	2	-2	-1	2	1	0	2	0	30	Malá	25
Současný stav a plánovaná investice do sítě	3	-2	-1	2	2	0	2	0	40	Střední	30
TETRA + vlastní LTE	4	-3	-3	2	1	0	2	3	8	Střední	-2
TETRA + LTE skrze MVNO s operátorem	5	-2	-3	2	1	-1	1	3	-14	Střední	-24
TETRA + LTE provozované operátorem	6	-2	-3	2	1	-2	1	3	-31	Střední	-41
Pomalý přechod na LTE pro kritickou komunikaci	7	-3	-1	2	1	0	2	2	33	Malá	28
Spolupráce s NAKIT	8	-1	-2	3	2	-2	2	2	34	Velká	14
Rychlý přechod na LTE pro kritickou komunikaci	9	-3	-1	2	-1	0	2	3	23	Velká	3
Kompletní provoz operátorem (typ sítě je nutné upřesnit)	10	3	-2	-	-	-3	-2	-	-	Velká	-

Zdroj: Analýza KPMG

#### **4.8.4 Doporučení optimální provozní strategie, při zohlednění návratnosti vložených investic.**

Při výběru vhodného scénáře k realizaci jsme vycházeli z priorit definovaných MHMP. Významný vliv na pořadí jednotlivých scénářů má hlavně realizace nových služeb (širokopásmové připojení), které v současné době uživatelé nepoptávají, a scénáře, které počítají s jeho realizací, tedy dostaly nižší hodnocení než scénáře, které využívají pouze funkcionalit současného řešení. Při identifikaci poptávky širokopásmových služeb a upravení váhy kritéria Nové služby (v současné době má nejnižší váhu ze všech), by pak došlo k významné změně pořadí jednotlivých scénářů, kde by byly preferovány scénáře, které implementují širokopásmové technologie. V současné době však zůstávají preference hlavně na scénářích využívajících MRS pro kritickou komunikaci se současnou technologií TETRA.

Jako první byl na základě celkového hodnocení vyhodnocen scénář Plánované investice do sítě, který nejlépe splňuje vysoké požadavky MHMP na bezpečnost a dostupnost. Druhý scénář je pak Pomalý přechod na LTE pro kritickou komunikaci, který představuje konzervativní volbu, která respektuje očekávané dožití technologie TETRA. Třetím scénářem je pak Současný stav a minimální nezbytná investice. Na čtvrtém místě je pak scénář Spolupráce s NAKIT, který představuje v současné době významné riziko, protože NAKIT zatím nezveřejnil jakékoli oficiální podklady o svých budoucích záměrech. Další je pak scénář Rychlého přechodu na LTE, který již dále neinvestuje do technologie TETRA, ale prostředky efektivně využije na výstavbu proprietárního LTE. Scénář lze vzhledem k zastavení investic do technologie TETRA a její nahrazení LTE lze v podstatě považovat za stavbu sítě na „zelené louce“. Scénář vyžaduje kompletní výměnu všech terminálů a je ohrožen velkým množstvím rizik, a proto ho pravděpodobně nelze doporučit k realizaci, i když představuje zlepšení oproti současnemu stavu. Poslední scénář, který vykazuje hodnocení, nad kterým je ještě možné uvažovat, je scénář TETRA + vlastní LTE, který využívá relativně levného nasazení komerčního LTE, tento scénář je však velmi nákladný z pohledu provozních nákladů. Všechny ostatní scénáře byly vyhodnoceny jako významné zhoršení oproti současnemu stavu hlavně díky vysokým provozním nákladům a ztrátě kontroly spojené s předáním provozu sítě operátorovi.

Obecně lze tedy při současných preferencích uživatelů je možné brát do úvahy první čtyři scénáře, s tím že výběr konkrétního závisí na vývoji požadavků MHMP, uživatelů a realizaci východisek scénářů. Z vybraných scénářů první čtyři scénáře investují do současné sítě TETRA na základě existujícího plánu (rozhodnutí o plánované nebo nezbytné investici záleží hlavně na MHMP, protože rozšíření funkcionality komunikačního kruhu nebylo vzhledem ke své povaze předmětem analýzy této koncepce). Scénáře se liší až v střednědobém a dlouhodobém

horizontu, což implikuje, že při realizaci plánované investice není nutné rozhodnutí o dalším směrování MRS provést bezprostředně. MHMP může vyčkat na vyjasnění otevřených otázek, jako je standardizace LTE pro kritickou komunikaci nebo směrování NAKIT. Varianta rychlého přechodu na LTE má významné přednosti, ale zároveň představuje potenciální riziko, významnou změnu směrování sítě a také velkou investici. Ostatní varianty by MHMP nemělo v současné době na základě definovaných vah kritérií zvažovat.

Z pohledu MHMP je důležité, aby byla vytvořena a potvrzena dlouhodobá koncepce sítě, která jako její účel definuje pouze kritickou komunikaci. Pokud by došlo ke změně účelu, je nutné všechny scénáře znova přehodnotit. Zároveň je nutné z pohledu MHMP průběžně sledovat jednotlivá rizika, která ovlivňují hodnocené scénáře, protože míra jejich ohrožení v čase se může významně měnit a upravit pořadí scénářů. Vzhledem k očekávanému rozhodnutí blízké investice do současné sítě je nutné se zaměřit hlavně na budoucí rozvoj sítě a případnou změnu v jejím provozním modelu okolo roku 2022. Z pohledu investic všechny scénáře pracují s postupnou tvorbou rezerv na nahrazení již zastaralého majetku, což v současné době MHMP neprovádí. Doporučujeme pro tento účel vytvořit investiční akci, ve které bude sledována hodnota majetku, který je potřeba postupně nahrazovat.

## 5 Seznam použitých zkrátek

Zkratka	Význam
ACELP	Algebraic Code-Excited Linear Prediction
API	Application Programming Interface (rozhraní pro programování aplikací)
AT	AT commands (Attention)
AUDIS	Řídící a informační systém autobusové dopravy
BR	Base radio (radiostanice)
CDMA	Code Division Multiple Access
COS MP	Centrální operační středisko Městské policie hlavního města Prahy
ČTÚ	Český telekomunikační úřad
DAMPS	Digital Advanced Mobile Phone Service
DC	Dispatch Console (dispečerská konzole)
DCE	Data Communication Equipment (koncové komunikační zařízení)
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DMO	Direct Mode Operation (rozhraní přímého módu)
DMR	Digital Mobile Radio
DMZ	Demilitarized Zone
DORIS	Dopravní řídící a informační systém
DP HMP	Dopravní podnik hlavního města Prahy
DPS	Detailní plán stavby
DQPSK	Differential Quaternary Phase Shift Keying
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DTE	Data Terminal Equipment (koncové zařízení dat)
ECC	Error Checking Connectivity (kontrola a oprava chyb)
ECC ASVV	Emergency Control Centre - Autonomní systém pro varování a vyzoumění
EPC	Evolved Packet Core
ETSI	European Telecommunication Standards Institute (Evropský ústav pro telekomunikační normy)
EU	Evropská unie
FDMA	Frequency Division Multiple Access
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GPS	Global Positioning System (globální polohovací systém)
GSM	Global System for Mobile Communication (globální systém pro mobilní komunikaci)
GSSI	Group Short Subscriber Identity
HMP	Hlavní město Praha
HW	Hardware
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství)
IOS PČR	Integrované operační středisko Policie České republiky
IP	Internet Protocol (internetový protokol)
ISDN	Integrated Services Digital Network (digitální síť integrovaných služeb)
ISSI	Individual Short Subscriber Identity

ITU-T	International Telecommunication Union (mezinárodní telekomunikační unie - normalizace v telekomunikacích)
IZS	Integrovaný záchranný systém
KII	Kritická informační infrastruktura
KOIS HZS	Krajské operační a informační středisko hasičského záchranného sboru
LAN	Local Area Network (lokální síť)
LTE	Long Term Evolution
<b>MCCH</b>	Main Control Channel - hlavní řídící kanál
MCPTT	Mission Critical Push To Talk
MHMP	Magistrát hlavního města Prahy
MME	Mobility Management Entity
MMI	Man-machine interface (rozhraní člověk stroj)
MOS MP	Městské operační středisko Městské policie hlavního města Prahy
MP	Městská policie
MP HMP	Městská policie hlavní města Prahy
MRS	Městský rádiový systém
MS	Mobile Station
MSO	Master Switching Office
MTIG	Motorola Telephone Interconnect Gateway
MV	Ministerstvo vnitra
MVNO	Mobile Virtual Network Operator (virtuální mobilní operátor)
MW	Microwave link - Mikrovlnný spoj
NAKIT	Národní agentura pro komunikační a informační technologie
NBÚ	Národní bezpečnostní úřad
NMS	Network Management System
NMT	Network Management Terminal
NOC	Network Operations Centre (operační středisko)
NTP	Network Time Protocol
OPT	Optické směrové spoje
OS KŠ	Operační středisko krizového štábů hlavního města Prahy
OSKŠ	Operační středisko krizového štábů hlavního města Prahy
OSS	Operations Support Systém (systémy pro podporu provozu)
OSZZS	Operační středisko záchranné zdravotnické služby
PABX	Private Branch Exchange - Pobočková telefonní ústředny
PD	Packet Data (packetová data)
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy (plesiochronní digitální hierarchie)
PDCH	Packet Data Channel - paketový kanál
PEI	Peripheral equipment interface (datové rozhraní terminálu)
PIT	Programma Interpolizei TETRA
PPDR	Public Protection and Disaster Relief
PPP	Point to Point Protocol
PRE	Pražská energetika
PRNM	Private Radios Network Management
PSTN	Public Switched Telephone Network (veřejná telefonní síť)
PTT	Push-to-talk

PVRS	Plán využití rádiového spektra
QAM	Quadrature amplitude modulation (kvadraturní amplitudová modulace)
RDS	Realizační dokumentace
RHMP	Rada hlavního města Prahy
SCCH	Secondary Control Channel - sekundární řídící kanál
SCN	Switching Controller Node
SDR	Software Defined Radio (softwarově definované rádio)
SDS	Short Data Service - krátká textová data
SDS-TL	Short Data Service - Transport Layer (Transportní vrstva krátkých textových dat)
SGW	Serving Gateway
SLA	Service Level Agreement
SO	Servisní organizace
SSHMP	Správa služeb hlavního města Prahy
SSL	Secure Sockets Layer (vrstva bezpečných socketů)
SwMI	Switching and Management Infrastructure
TBS	Tetra Base Station (základnová stanice TETRA)
TCP	Transmission Control Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
TEDS	TETRA Enhanced Data Services
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TCHs	Traffic Channels - provozní kanál
TS	Time Slot (časový slot)
TSK	Technická správa komunikací
TSL	Time Slot (časový slot)
TÚ DP HMP	Telefonní ústředna Dopravního podniku hlavního města Prahy
UTP	Unshielded Twisted Pair (nestíněná kroucená dvojlinka)
VKB	Vyhľýška o kybernetické bezpečnosti
VPN	Virtual Private Network (virtuální privátní síť)
WAN	Wide Area Network (rozsáhlá síť)
ZS	Základnová stanice
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

## 6 Příloha

Součástí tohoto dokumentu jsou přílohy, které obsahují informace, které sloužili jako zdroje dat pro tuto studii. Přílohu tvoří:

- Emailová komunikace
- Formulář pro TBS
- Seznam požadovaných dat
- Návrh dopisu pro zahraniční provozovatele sítí pro kritickou komunikaci
  - Odpovědi na dopis
- Vyplněné dotazníky uživatelů MRS

Předání potřebných dat ze strany MHMP pro KPMG byla komunikováno prostřednictvím seznamu dat, který v rámci jednotlivých kapitol identifikuje oblasti součinnosti a stav jejich předání (k předání posledních dat došlo k termínu 29. 6. 2016, pokud není uvedeno jinak).

Z dotazníku určeného pro uživatele MHMP bylo získáno hodnocení spokojenosti a četnosti využívání služeb MRS klíčovými uživateli, tj. Dopravním podnikem (autobusy a elektrické dráhy), Městskou policií hlavního města Prahy, Správou služeb hlavního města Prahy, Technickou správou komunikací a Zdravotnickou záchrannou službou.

Na základě dotazníkového šetření a diskusí se zástupci MHMP proběhlo několik schůzek s uživateli MRS, zástupci ČTÚ či NAKIT pro získání dodatečných informací. Výsledky těchto schůzek jsou taktéž součástí přílohy této analýzy.

Zároveň byl vytvořen rozeslán dopis na zahraniční provozovatele sítí pro kritickou komunikaci, jehož primárním účelem bylo získání zkušeností zahraničních subjektů s tímto typem sítě a informací o plánovaném rozvoji těchto sítí.

## 6.1 Emailová komunikace k zápisům ze schůzek ohledně MRS

### 6.1.1 Městská policie hlavního města Prahy

**From:** Kalis, Martin [mkalis@kpmg.cz]

**Sent:** Tuesday, June 12, 2016 17:56 AM

**To:** pejla@mppraha.cz; chaloupka@mppraha.cz

**Cc:** Masek, Karel <kmasek@kpmg.cz>;

**Subject:** RE: TETRA: Diskuse dotazníku

Dobrý den,

Posílám stručný zápis ze včerejší schůzky a prosím Vás o případné komentáře, tak abychom materiál mohli použít v naší analýze.

### Modernizace sítě

- MPP připravilo materiál identifikující problémy s pokrytím (viz přílohy k návrhu modernizace MRS).
- MPP vnímá problémy s bezpečností od počátku MRS. Zabezpečení bohužel nebylo součástí modernizace v roce 2013, ale je součástí stávajícího návrhu modernizace.
- Proaktivní identifikaci bezpečnostních incidentů zajišťuje odbor bezpečnosti ve spolupráci se servisní organizací.
- MPP v současné době nepocítuje problémy s výpadky sítě.

### Radiostanice

- Pro zařazení, úpravu nastavení a vyřazení stanice je nutné vyplnit standardizovaný formulář, který se odesílá na SSHMP.
- V současnosti je ze stávajícího počtu terminálů cca. 100 ks v záloze.
- Životnost terminálu je 4 roky, v praxi jsou využívány po dobu 8 – 10 let.
- MPP používá v současné době využívá některé zastaralé terminály a dlouhodobě indikuje potřebu jejich výměny.
- Nově je navíc u 1/3 terminálů nemožný servis.
- Minulý rok bylo pro pořízení radiostanic vypsáno výběrové řízení a provedeno testování zařízení různých dodavatelů. Na základě výběrového řízení byla vybrána zařízení značky Sepura (detaile o výběrovém řízení pošle pan Pejla KPMG). Hlavním důvodem pro výběr oproti Motorola byla cena.
- Vzhledem ke zdržení projektu modernizace MRS, v rámci kterého měla být vysoutěžena rámcová smlouva na nákup radiostanic a nutnosti provedení výměny plánuje MPP řešit nákup radiostanic nejspíše svépomoci.

## Služby provozované v rámci sítě

- MPP využívá služby od O2 a VDF.
- Z pohledu datové komunikace operátor poskytuje zabezpečený přístup přes privátní APN a VPN.
- V současnosti je plánováno využití pro přenos videa z automobilů. Přenosy ze zařízení nejsou šifrována.
- Příští rok budou strážníci vybaveni novými zařízeními pro přístup k informačním systémům MPP (umožní zároveň přenos fotografií, atd.). Zde by již mělo fungovat šifrování na úrovni koncového zařízení.
- Nová zařízení umožní i lustraci a MPP v budoucnu tedy uvažuje o jejím převedení mimo síť TETRA.
- Funkce vysílačky TETRA jako nástroj pro komunikaci zůstane nezměněná.
- GPS funkce je využitelná u více než poloviny radiostanic. U ručních stanic dochází k synchronizaci do 2 min, automobily posílají GPS informace po 20 vteřinách (rychlejší pohyb vozidla). S upgradem radiostanic dojde ke zvýšení využití této služby.

## Další investice

- MPP požaduje druhou konzoli pro umožnění nahrávání hovorů, která je zároveň součástí tendru na modernizaci sítě vypisované magistrátem.
- Pokud dojde ke zpoždění modernizace, je MPP připraveno že si konzoli pořídí na vlastní náklady v rámci výběrového řízení.

Ještě jednou díky za schůzku a hezký den.

S pozdravem,

## Martin Kališ

Management Consulting

KPMG Česká republika, s.r.o.

Pobřežní 1a

Praha 8 186 00

Czech Republic

T +420 222 123 349

M +420 724 283 673

[mkalis@kpmg.cz](mailto:mkalis@kpmg.cz)

## 6.1.2 Český telekomunikační úřad

**From:** ŠÍSTEK, Pavel [SISTEKP@ctu.cz]

**Sent:** Monday, June 27, 2016 15:29 AM

**To:** Kalis, Martin <mkalis@kpmg.cz>

**Cc:** Masek, Karel <[kmasek@kpmg.cz](mailto:kmasek@kpmg.cz)>; ANTOUŠEK Karel <[ANTOUSEKK@ctu.cz](mailto:ANTOUSEKK@ctu.cz)>

**Subject:** RE: KPMG - Městská Radiový Systém - koncepce dalšího rozvoje

Vážený pane Kališi,

pokud jde o poplatky, tak podle aktuálního znění nařízení vlády č. 154/2005 Sb., o stanovení výše a způsobu výpočtu poplatků za využívání rádiových kmitočtů a čísel, se poplatek za využívání kmitočtů nezmění při „hypotetickém“ přechodu na šp síť, pokud zůstanou shodné dosavadní parametry (výkon, rozsah kmitočtů, provozní oblast atd.). Výpočet je upraven odst. A2.2 uvedeného nařízení.

Podtrhuji, že hypotetický přechod na šp síť by se musel týkat změny podmínek pro celou ČR, nelze např. vyčlenit pro šp síť pouze oblast Prahy (přinejmenším těžko v dnešních legislativních podmínkách). Taková úprava by byla spojena mj. s určením ochranných kmitočtových úseků. Vzhledem k charakteru využití pásma i v jiných částech ČR by takový manévr byl poměrně komplikovaný.

Kontaktní údaj na p. Chmelíka (NAKIT): Jan Chmelík [<mailto:Jan.Chmelik@nakit.cz>]  
Plánování konkrétních stanic v předmětném pásmu zajišťuje v ČTÚ p. Martin Vondraš (tel. 224 004 569) z odboru správy kmitočtového spektra.

S pozdravem

Pavel Šístek

Český telekomunikační úřad

Odd. koncepcí a strategií

Tel.: 224 004 646

**From:** Kalis, Martin [<mailto:mkalis@kpmg.cz>]  
**Sent:** Friday, June 24, 2016 11:28 AM  
**To:** ŠÍSTEK Pavel <[SISTEKP@ctu.cz](mailto:SISTEKP@ctu.cz)>; ANTOUŠEK Karel <[ANTOUSEKK@ctu.cz](mailto:ANTOUSEKK@ctu.cz)>  
**Cc:** Masek, Karel <[kmasek@kpmg.cz](mailto:kmasek@kpmg.cz)>  
**Subject:** RE: KPMG - Městská Radiový Systém - koncepce dalšího rozvoje

Dobrý den,

Ještě děkuji za Vaše vstupy na včerejší schůzce, byly pro nás přínosné. Níže posílám stručné shrnutí závěrů:

1. V současné době dochází k přeladění frekvenčních pásem využívaných technologií TETRA, které bude dokončeno během 3-4 následujících měsíců. Přidělené spektrum je využíváno na principu individuálního oprávnění (IO). Z pohledu ČTÚ se v následujících 5-10 letech neuvažuje o jiném využití frekvenčního pásma, ve kterém v současné době síť MHMP operuje a lze očekávat, že bude pro MHMP IO prodlouženo (dle PRVS bude pásmo alokováno až do roku 2030).
2. Případné projevení zájmu o využívání služeb širokopásmového charakteru ze strany MHMP je nutné konzultovat se zástupci technického oddělení ČTÚ, kteří zároveň mohou pro přípravu koncepce indikovat případné navýšení poplatků spojených s využíváním širokopásmového typu služeb. Aktuálně bychom Vás poprosili o poptání indikace pro scénáře, ve kterém se změní nespojitá alokaci ve frekvenčním pásmu 424,250 až 430,000MHz (aktuálně cca. 1,575 MHz) na spojitu (tj. využití 5,75MHz).
3. Koncepce pro PPDR je na úrovni EU diskutována pro celostátní sítě (viz. např. ECC Decision (16)02, ECC Report 218, 2016/0027 (COD) atd.), kde lze očekávat harmonizace a budování PPDR sítí v pásmu 700 MHz po jeho uvolnění (konkrétní rozhodnutí je v gesci jednotlivých států EU).
4. Koncepce rozvoje národní sítě v České republice pro účely PPDR je v kompetenci NAKIT, která vypracovává strategii rozvoje sítě a určí jestli a jak bude pásmo 700 MHz využito, případně kdy bude tato síť nasazena.
5. KPMG může v případě potřeby kontaktovat zástupce NAKIT (p. Chmelík) za účelem získání informace o plánech rozvoje PPDR sítí.

Prosím o případné komentáře a upřesnění shrnutí. Zároveň Vás poprosím o kontaktování kolegů pro odhad nákladů na výše popsanou spojitu alokaci frekvenčního pásma a kontakt na pana Chmelíka z NAKITu, bohužel se nám ho nepovedlo na internetu najít.

S pozdravem,

**Martin Kališ**

Management Consulting

KPMG Česká republika, s.r.o.

Pobřežní 1a

Praha 8 186 00

Czech Republic

T +420 222 123 349

M +420 724 283 673

[mkalis@kpmg.cz](mailto:mkalis@kpmg.cz)

### 6.1.3 NAKIT (připomínky jsou již zapracovány)

**From:** Lukáš Vyhídal

**Sent:** Wednesday, July 13, 2016 11:46 AM

**To:** Kalis, Martin <[mkalis@kpmg.cz](mailto:mkalis@kpmg.cz)>

**Cc:** Masek, Karel <[kmasek@kpmg.cz](mailto:kmasek@kpmg.cz)>; Chmelík, Jan <Jan.Chmelik@nakit.cz>

**Subject:** RE: KPMG - Městský radiový systém

Dobrý den, úpravy níže v textu. Nejsem si jist, zda budeme moci předat kompletní indikativní nabídky jednotlivých dodavatelů. Jinak ok.

Vyhídal

**From:** Jan Chmelík

**Sent:** Wednesday, July 13, 2016 11:05 AM

**To:** Kalis, Martin <[mkalis@kpmg.cz](mailto:mkalis@kpmg.cz)>; Lukáš Vyhídal <[Lukas.Vyhidal@nakit.cz](mailto:Lukas.Vyhidal@nakit.cz)>

**Cc:** Masek, Karel <[kmasek@kpmg.cz](mailto:kmasek@kpmg.cz)>

**Subject:** RE: KPMG - Městský radiový systém

Dobrý den,

návrh drobných úprav přímo v textu, prosím ještě o revizi kolegu Vyhídalova.

S pozdravem

Jan Chmelík

**From:** Kalis, Martin [<mailto:mkalis@kpmg.cz>]

**Sent:** Tuesday, July 12, 2016 3:19 PM

**To:** Jan Chmelík <[Jan.Chmelik@nakit.cz](mailto:Jan.Chmelik@nakit.cz)>; Lukáš Vyhídal <[Lukas.Vyhidal@nakit.cz](mailto:Lukas.Vyhidal@nakit.cz)>

**Cc:** Masek, Karel <[kmasek@kpmg.cz](mailto:kmasek@kpmg.cz)>

**Subject:** RE: KPMG - Městský radiový systém

Dobrý den,

Posílám stručný zápis z dnešní společné schůzky. Prosím zrevidujte nám ho, tak abychom mohli jeho obsah použít v analýze zpracované pro MHMP.

- NAKIT v současné době připravuje strategie zajištění a rozvoje mobilních komunikací bezpečnostních a záchranných složek (s výhledem na 10 let), která by měla být dokončena k 31. 12. 2016 (bodu 5 usnesení vlády č. 421 – 2015)
- Aktuální technické možnosti realizace počítají s následujícími variantami:
  - Kritická komunikace (nutné realizovat do roku 2020)
    - Obnova a rozšíření stávající sítě Tetrapol
    - Přechod z Tetropolu na technologii TETRA
    - Přechod z Tetropolu na technologii LTE (NAKIT předpokládá dostupnost relevantních technologií dle 3GPP standardů během roku 2018)
    - Síť bude pravděpodobně provozována v současném frekvenčním pásmu technologie Tetrapol (390+ MHz)
  - Širokopásmové služby
    - Jedním z pravděpodobných scénářů je vybudování otevřené sítě na standardu LTE v pásmu 700 MHz pro IZS s možností sdílení s dalšími subjekty
    - Síť v pásmu 700 MHz lze vybudovat až po uvolnění frekvenčních kmitočtů; na základě aktuálního znění „Strategie rozvoje zemského digitálního televizního vysílání“ NAKIT usuzuje, že tak nastane k 1.2.2021
- Součástí strategie bylo také odeslání RFI na dodavatele technologií, pro všechny uvažované scénáře. Konsolidovaný výstup z tohoto sběru informací lze očekávat v září 2016.
- Zasláné dokumenty v rámci RFI včetně výsledků porovnání výhodnosti jednotlivých variant si pak může MHMP vyžádat oficiálně od náměstka Ministerstva vnitra.
- Rozhodnutí o vybrané variantě se předpokládá počátkem roku 2017 na základě vytvořené strategie.
- Z pohledu NAKIT by bylo vhodné s MHMP koordinovat další kroky v oblasti rozvoje sítí kritických komunikací, tak aby mohly být realizovány případné synergie a nedošlo k neefektivním investicím (konkrétně například při modernizaci sítě nebo při pokladce vyzařovacích kabelů v Pražském metru).

Prosím o stručné potvrzení a případné úpravy do zítra (13. 6. 2016).

Díky moc a hezký den.

S pozdravem,

**Martin Kališ**

Management Consulting

KPMG Česká republika, s.r.o.

Pobřežní 1a

Praha 8 186 00

Czech Republic

T +420 222 123 349

M +420 724 283 673

[mkalis@kpmg.cz](mailto:mkalis@kpmg.cz)

#### 6.1.4 DPP – pokrytí metra

**From:** Sopko Peter Ing. 700210 [mailto:SopkoP@dpp.cz]

**Sent:** Wednesday, July 13, 2016 2:49 PM

**To:** Kalis, Martin <mkalis@kpmg.cz>

**Cc:** Masek, Karel <kmasek@kpmg.cz>

**Subject:** RE: Pokrytí metra signálem MRS

Dobrý den,

zmiňovaná prezentace je v příloze.

Zatím stanovený postup je:

- Bude zpracována projektová ve stupni dokumentace pro stavební povolení (DSP) pro všechny 3 trasy metra včetně dep
- Dále bude zpracována jednostupňová realizační dokumentace (DSP+DPS) pro pilotní část 3 stanic a 2 přilehlých mezistaničních úseků
- Paralelně bude zpracována realizační dokumentace (RDS) pro úpravu základových stanic ve vlacích
- MHMP bude vzniklou dokumentaci připomínkovat

Termíny:

- Projekční práce budou zahájeny v 07/2016
- Celé DSP do 04/2017
- Pilotní DSP+DPS do 12/2017
- RDS vlaků do 04/2017
- Realizace pilotu a jeho vyhodnocení se předpokládá během roku 2017, realizace zbytku systému v metru v letech 2018-2019

Náklady:

- Náklady pokrývá DPP do výše vysoutěženého rozpočtu
- Pokud budou vneseny požadavky od MHMP na změny projektu zvyšující cenu, bude nutné jednat o pokrytí takto vzniklých nákladů

V případě dalších dotazů jsem k dispozici.

S pozdravem,

**Ing. Peter Sopko**

vedoucí oddělení

**Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost**

Sokolovská 217/42, 190 22 Praha 9

700210 - odd. Strojní investice

**t** +420 296 199 700 **m** +420 725 514 720  
**e-mail** [SopkoP@dpp.cz](mailto:SopkoP@dpp.cz)  
[www.dpp.cz](http://www.dpp.cz)

**From:** Kalis, Martin [<mailto:mkalis@kpmg.cz>]

**Sent:** Tuesday, July 12, 2016 2:07 PM

**To:** Sopko Peter Ing. 700210

**Cc:** Masek, Karel

**Subject:** Pokrytí metra signálem MRS

Vážený pane Sopko,

V návaznosti na náš telefonický rozhovor bych Vás poprosil o stručný popis plánovaného rozšíření pokrytí signálu MRS v prostorách metra, které je realizováno jako součást projektu zvýšení bezpečnosti. V současné době pro MHMP zpracováváme analýzu současného stavu Městského rádiového systému a koncepci jeho dalšího rozvoje a případné informace o rozšiřování pokrytí v rámci metra by měli být součástí tohoto dokumentu.

Zatím Vás poprosím o prezentaci poskytnutou odboru bezpečnosti MHMP a případný stručný popis záměru včetně časování (viz diskuze o přípravě detailní projektové dokumentace na podzim 2016). Z diskuze se zástupci MHMP jsem pochopil, že veškeré náklady na implementaci budou hrazeny DPP v rámci tohoto projektu (základnové stanice, vyzařovací kabely, propojení přenosovými trasami s centrálou Na Bojišti, atd.) a budou bez dopadu na rozpočet MHMP.

Vzhledem k časování našeho projektu bych Vás poprosil o zaslání informací nejpozději zítra.

Pověření z MHMP pro sdílení informací najdete v příloze. Kontakt na mě je pak níže.

Díky moc a hezký den.

S pozdravem,

**Martin Kališ**

Management Consulting

KPMG Česká republika, s.r.o.

Pobřežní 1a

Praha 8 186 00

Czech Republic

T +420 222 123 349

M +420 724 283 673

[mkalis@kpmg.cz](mailto:mkalis@kpmg.cz)

**Myslete prosím před vytiskem této zprávy na životní prostředí.**

## 6.2 Formulář pro TBS

BTS ID	Název lokality	Typ BTS	Typ umístění	počet sektorů	počet SCCH	GPS souřadnice - délka	GPS souřadnice - šířka	dodavatel konektivity	E1/Eth	capacity/links	cena konektivity [Kč/měsíc]	cena nájem [Kč/měsíc]	cena energie [Kč/měsíc]	nosný kmitočet pro danou BTS BR1	nosný kmitočet pro danou BTS BR2	nosný kmitočet pro danou BTS BR3	nosný kmitočet pro danou BTS BR4	výpovědní lhůta - nájem [počet měsíců]	výpovědní konektivita [počet měsíců]
1	Opatov	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°30'43.938"	50°1'34.377"	MHMP	E1	4x E1					425,925	427,375	427,725	427,975	
2	Hovorčovická	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na terase	OMNI	1	14°26'39.098"	50°7'38.732"	MHMP	E1	2x E1					425,675	425,050	424,400		
3	Vidoule	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°21'26.838"	50°3'35.319"	MHMP	E1	2x E1					427,325	427,675	427,925		
4	Korunní	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°27'18.320"	50°4'31.044"	T-mobile	E1	1x E1					426,625	425,900	424,575	424,300	
5	Tunely	EBTS/Indoor				14°23'25.720"	50°4'40.929"	MHMP	E1	1x E1					424,475	424,725			
6	Modřany	EBTS/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI		14°25'15.899"	50°0'44.103"	T-mobile	E1	1x E1					424,500	424,275			
7	Vokovice	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°20'28.150"	50°6'5.372"	T-mobile	E1	2x E1					426,200	425,875			
8	Malešice	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°32'29.047"	50°4'46.665"	T-mobile	E1	3x E1					424,625	426,100	426,800		
9	Klínov	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°30'39.858"	50°7'10.464"	MHMP	E1	2x E1					425,550	424,600	426,025		
10	Ládví	EBTS/Indoor	Na věži ČEZnet, 2 a 3 plošina	OMNI		14°27'55.017"	50°8'11.070"	MHMP	E1	2x E1					425,975	425,775	424,350		
11	Řepy	EBTS/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI		14°18'15.735"	50°4'33.988"	MHMP	E1	2x E1					424,725	424,475			
12	Vítkov	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°27'0.087"	50°5'18.730"	MHMP	E1	2x E1					424,425	425,025	426,550	426,825	
13	Úvaly	EBTS/Indoor	Na věži Čra	OMNI		14°41'39.404"	50°4'20.275"	MHMP	E1	2x E1					424,900	424,700			
14	Jelení	EBTS/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI		14°23'29.638"	50°5'33.727"	T-mobile	E1	1x E1					426,525	426,900	427,400		
15	Metro	EBTS/Indoor				14°25'41.228"	50°4'27.019"	MHMP	E1	4x E1					424,700	424,900			
16	Říčany	EBTS/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI		14°39'18.728"	50°0'18.241"	MHMP	E1	2x E1					427,075	426,250			
17	Zelený pruh	EBTS/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI		14°25'27.880"	50°2'19.572"	MHMP	E1	2x E1					426,850	426,575	425,650	425,000	
18	Slivenec	EBTS/Indoor	Na příhradové věži	OMNI		14°19'57.052	50°1'0.033"	MHMP	E1	2x E1					425,525	425,125			
19	Počernice	EBTS/Outdoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI		14°36'0.266"	50°6'44.244"	MHMP	E1	2x E1					427,475	427,125			
20	Strahov	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°23'25.720"	50°4'40.929"	MHMP	E1	1x E1					424,925	424,550	424,325		
21	Bohnice	MTS 2/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°24'31"	50°0'7'53"	MHMP	E1	2x E1					427,650	427,950			
22	Bojiště	MTS 4/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°25'41.228"	50°4'27.019"	MHMP	E1	1x E1					426,925	426,650	425,950	425,100	
23	Zahrádň	MTS 2/Indoor	Anténní nosiče na střeše	OMNI	1	14°30'23.962"	50°3'25.280"	MHMP	E1	2x E1					427,625	427,875			

### 6.3 Seznam požadovaných dat

Kroky	Provedené aktivity	ID	Součinnost a nutné vstupy	Upřesnění	Požadovaný termín dodání za KPMG	Stav dodávky	Očekávaný termín dodání za MHMP	Poznámka
A1	Obecný popis současného systému a jeho využití	A1.1	Obecná dokumentace radiové sítě	Obecná dokumentace týkající se radiové sítě, od jejího vzniku do současnosti: - popis účelu sítě - historické údaje (vznik, délka provozu, atd.) - popis vývoje sítě a plánovacího horizontu - obecné využívání systému různými subjekty	9.6.2016	Dodáno		
		A1.2	Strategické dokumenty	Dokumenty týkající se plánovaného rozvoje sítě: - zpracované studie rozvoje - historický a očekávaný vývoj sítě (viz. formulář Vyvoj_site.xlsx) - historický a očekávaný vývoj uživatelů - plánované investice - specifikace plánovaných rozšíření sítě - posudky k rozvoji sítě - status reporty klíčových projektů (běžících) - zápis z pravidelných schůzek ohledně rozvoje systému	9.6.2016	Dodáno	20.6.2016	Potvrzeno, že nad rámec aktuálně uvažované investice další neexistují
		A1.3	Analýzy k provozu sítě	- měsíční reporting o provozu sítě - analýzy popisující provoz sítě - přehled incidentů a výpadků	9.6.2016	Dodáno	17.6.2016	Poskytnuto v detailu pouze za 3Q (použito jako testovací vzorek i pro další roky)
		A1.4	Závěry interního auditu sítě	Závěry interního auditu ohledně MRS za posledních 5 let	10.6.2016	Dodáno	-	Vzájemně potvrzeno na statusové schůzce 20.6., že neproběhla žádná interní kontrola nebo audit spojený s MRS.

A2	Evaluace technologie použité v sítí	A2.1	Popis architektury systému a parametrů sítě (nosné kmitočty, access method, dosah, atd.)	<p>Obecné charakteristiky sítě:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- specifikace technologie sítě (použité služby, modulace, atd.)</li> <li>- typy přenosové technologie</li> <li>- specifikace přenosové technologie (obecné typy optických spojů, MW modulace, atd.)</li> <li>- komunikační kanály</li> <li>- individuální oprávnení případně frekvenční příděl (včetně reálně využitých frekvencí)</li> <li>- další dokumenty spojené s radiovými licencemi</li> </ul> <p>Popis architektury sítě pro jednotlivé vrstvy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- základové stanice</li> <li>- agregační body (Tetra Site Controller)</li> <li>- přenosové technologie</li> <li>- dohled</li> <li>- core</li> <li>- Kdy proběhl poslední HW upgrade a jaká je aktuální verze?</li> <li>- Kdy proběhl poslední SW upgrade a jaká je aktuální verze?</li> <li>- dispečink</li> <li>- ostatní technologie</li> <li>- IP technologie (servery, routery, switche, systémy)</li> <li>- IP adresní plán, viz. formulář "IP_adresni_plan.xlsx"</li> <li>- číslovací plán, rozsahy, využití</li> <li>- jsou provozovány datové skladby (pro provozní a lokalizační data, agregované CDR, provozní data...)?</li> <li>- je nasazen monitorovací systém/sondy?</li> </ul>	9.6.2016	Částečně dodáno	24.6.2016	Byla poskytnuta většina požadovaných dat, budeme pracovat s daty, která jsou dostupná. Chybějící data by významně neměla ovlivnit naše výstupy.
		A2.2	Soupis majetku a materiálu tvořící sítě	<p>Soupis majetku sítě s rozpadem na kategorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- konkrétní typ sítě</li> <li>- dispečink</li> <li>- monitorovací centrum</li> <li>- lokalita</li> <li>- radiostanice</li> <li>- ostatní</li> </ul> <p>Účetní detaily k jednotlivým položkám (pořizovací cena, datum pořízení, zůstatková cena, oprávky, odpisy, doba odpisu, typ odpisu, atd.)</p> <p>- Soupis SW licencí/obecně licencí</p>	13.6.2016	Dodáno	21.6.2016	
		A2.3	Specifikace klíčových zařízení na základnových stanicích	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technická specifikace vybavení jednotlivých klíčových bodů infrastruktury (specifikace typického vybavení radiové stanice - rádio, antény, generátor, atd.)</li> <li>- Product sheety</li> <li>- Detailní technické specifikace klíčových technologických prvků</li> </ul>	9.6.2016	Dodáno	20.6.2016	
		A2.4	Specifikace klíčových zařízení na základnových stanicích	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poskytnutí fotografií vybraných lokalit na základě poskytnutého přehledu lokalit v rámci profilaxe (antény, kabinet, kabelové trasy, atd.)</li> <li>- Pro revizi nastavení konfigurace typových mikrovlnných tras a konfigurace řídících prvků pevných okruhů</li> </ul>	13.6.2016	Dodáno	20.6.2016	
		A2.5	Specifikace uživatelských zařízení (za hlavního uživatele služby)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Product sheety</li> <li>- Detailní technické specifikace klíčových technologických prvků</li> </ul>	9.6.2016	Dodáno	20.6.2016	

A3	Topologie a aktuální využití sítě	A3.1	Popis obecné topologie sítě (radiová a přenosová)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proces tvorby topologie sítě (radiová, přenosová, páteřní)</li> <li>- Umístění jednotlivých TBS</li> <li>- Umístění dalších prvků sítě (např. aggregační body, dohledové centrum)</li> <li>- Detailní popis parametrů jednotlivých TBS (viz. Formulář "TBS_prehled.xlsx")</li> </ul>	9.6.2016	Dodáno	23.6.2016	
		A3.2	Přehled vlastních a pronajatých přenosových spojů včetně jejich specifikace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Připojení všech prvků sítě (včetně připojení agregace, core, dispečinku, dohledu, atd.)</li> <li>- Specifikace jednotlivých linek (propojené body, typ, rychlosť, vlastní/nájem, cena, atd.)</li> <li>- Zajištění propojení (interconnect)</li> <li>- Zajištění přístupu do internetu</li> </ul>	9.6.2016	Dodáno	23.6.2016	
		A3.3	Mapy pokrytí	Poskytnutí aktuální mapy pokrytí a případně mapy plánovaného pokrytí	9.6.2016	Dodáno	14.7.2016	
		A3.4	Provozní data – ideálně v rozdelení po jednotlivých subjektech	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Popis jednotlivých SLA/KPI</li> <li>- Plnění SLA/KPI</li> <li>- Reporty z provozu (ideálně měsíční rok zpět)</li> <li>- Klíčové statistiky agregované po letech za posledních 5 let (delší hovor, počet přenesených zpráv, objem přenesených dat z terminálů a v páteřní sítě)</li> <li>- Počet terminálů/radiostanic jednotlivých subjektů</li> <li>- Vytížení jednotlivých TBS</li> <li>- Vytížení jednotlivých přenosových linek</li> <li>- Jakékoli další relevantní statistiky</li> </ul>	10.6.2016	Částečně dodáno	22.6.2016	Byla poskytnuta část požadovaných dat, budeme pracovat s daty, která jsou dostupná. Chybějící data by významně neměla ovlivnit naše výstupy.
A4	Poptávka po službách, rychlosti, kapacitě, atd.	A4.1	Zpracování přehledu využití služeb sítě	Zajištění součinnosti s uživatelem sítě pro vyplnění dotazníku týkajícího se současné a očekávané poptávky (viz. formulář Uzivatele_site.xlsx)	9.6.2016	Dodáno	29.6.2016	
		A4.2	Smlouvu/konkrétní specifikace dohodnuté spolupráce s každým subjektů ze	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Přehled smluv (viz. smluvní dokumentace) a specifikací spolupráce se všemi uživateli sítě provozované služby</li> <li>- Počet a typ zařízení jednotlivých subjektů</li> <li>- Využívání služby</li> </ul>	9.6.2016	Dodáno	23.6.2016	
A5	Provozní náklady	A5.1	Finanční data (provozní náklady za posledních 5 let)	Viz formulář Financni_data.xlsx + veškerá podkladová data, tak abychom případně byli schopní reconcilovat jednotlivé položky (viz. níže)	13.6.2016	Dodáno	28.6.2016	
		A5.2	Alokace nákladů na jednotlivé funkční celky a kategorie	<p>Přehled investičních a provozních nákladů za posledních 5 let s rozpadem na kategorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- konkrétní typ sítě</li> <li>- monitorovací dispečink</li> <li>- centrum lokalita</li> <li>- radiostanice</li> <li>- náklady na optimalizaci sítě (plánovací SW)</li> <li>- náklady na drive testy</li> <li>- ostatní</li> </ul>	13.6.2016	Dodáno	28.6.2016	
A6	Posouzení aktuálních smluv zajišťujících provoz sítě	A6.1	Zpracování přehledu uzavřených smluv a jejich klíčových parametrů	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klíčové parametry všech pro MRS relevantních smluv (včetně např. i smlouv pro pronájem kapacity nebo lokality)</li> <li>- Viz. formulář Analyza_kontraktu.docx</li> </ul>	10.6.2016	Dodáno	21.6.2016	Doplňeno na straně KPMG ve spolupráci s paní Zálohovou
		A6.2	Konkrétní smlouvy s dodavateli	Kopie hlavních smluv z přehledu		Dodáno	15.6.2016	

A7	Plánované investice a rozvoj systému	A7.1	Finanční data (investice za posledních 5 let)	Viz formulář Financni_data.xlsx + veškerá podkladová data, tak abychom případně byli schopní rekoncilirovat jednotlivé položky (viz. níže)	13.6.2016	Dodáno	23.6.2016	
		A7.2	Alokace nákladů na jednotlivé funkční celky a kategorie	Seznam investic uskutečněných za posledních 5 let s rozpadem na kategorie: - konkrétní typ sítě - dispečink centrum lokalita radiostanice - ostatní	13.6.2016	Dodáno	23.6.2016	
		A7.3	Dostupné rozpočty a investiční plány	Detailní rozpočty a investiční plány sítě shrnující provozní a investiční náklady	13.6.2016	Dodáno		Detailnější plán nad rámec předaných dokumentů k rozvoji sítě neexistuje
A8	Další specifické požadavky a omezení pro provoz	A8.1	Dokumenty popisující další požadavky pokud jsou k dispozici	Dokumenty související s provozem sítě, které nejsou zmíněné výše, zvláště zaměřené na spolehlivost, dostupnost, ochranu a nezávislost sítě, standardy z hlediska bezpečnosti a přístupu	13.6.2016	Částečně dodáno	17.6.2016	Chybí informace o vytízení sítě ve špičkách, data nejsou z technického pohledu dostupná
B1	Předpověď očekávané poptávky po aktuálních službách	B1.1	Zajištění spolupráce s dalšími subjekty využívajícími radiový systém	Zajištění součinnosti s uživateli sítě pro vyplnění dotazníku týkajícího se současné a očekávané poptávky (viz. formulář Uzivatele_site.xlsx)	13.6.2016	Dodáno	29.6.2016	
B2	Příklady z provozu podobných sítí ze zahraničí	B2.1	Součinnost odborníků MHMP při kontaktování měst.	Zajištění validace a distribuce dotazníku (viz. dopis a tabulka v Zahranicni_site.docx)	10.6.2016	Dodáno		Dotazníky byly distribuovány do zahraničí, ale v rámci zpracování studie bohužel nebyly obdrženy odpovědi od jednotlivých subjektů
		B2.2	Poskytnutí dat kontaktovanými městy	Poskytnutí informací získaných na základě kontaktovaných měst/organizací.	20.6.2016	Vyžádáno	Dle součinnosti	Viz. výše
B4	Možnosti rozvoje sítě	B4.1	Provozní model sítě	- Provozní model sítě (přehled procesů a vzájemné vazby, realizace inhouse/dodavatelem, organizační zastřešení, zajištění dodavateli, atd.) - Obecný popis jednotlivých procesů spojených s provozem MRS (plánování, výstavba, akceptace, incident management, change management, atd.)	10.6.2016	Vyžádáno	22.6.2016	Většina dat nebyla poskytnuta servisní organizací část, budeme pracovat s daty, která jsou dostupná. Nedostupnost dat může částečně ovlivnit výstupy analýzy v oblasti procesů.
		B4.2	Provozní model sítě	Detailní specifikace konkrétních procesů na vyžádání	13.6.2016	Vyžádáno	22.6.2016	Většina dat nebyla poskytnuta servisní organizací část, budeme pracovat s daty, která jsou dostupná. Nedostupnost dat může částečně ovlivnit výstupy analýzy v oblasti procesů.
B6	Potenciální výnosy z provozu sítě a jednotlivých služeb	B6.1	Aktuální míra získaných výnosů.	Viz formulář Financni_data.xlsx + veškerá podkladová data, tak abychom případně byli schopní rekoncilirovat jednotlivé položky	13.6.2016	Dodáno		

## 6.4 Návrh dopisu pro zahraniční provozovatele sítí pro kritickou komunikaci



CITY OF PRAGUE  
PRAGUE CITY HALL  
Martina Děvěrová  
Chief Executive

Ref. No.: MHMP 1207940/2016

Subject: Request for information regarding mission-critical communication network

Prague, 12 July 2016

Dear Sir/Madam,

I am writing you on behalf of the Prague municipality in the matter of mission-critical communications network. The City of Prague has been using the TETRA solution since 1999 and we are currently evaluating options for its future development. We have identified you as a contact that could have knowledge of similar network in your country and could help us in our decision-making, however in case this is not correct, we would like to kindly ask you to forward this request to a more relevant colleague.

We would highly appreciate if you were so kind to provide us with your experience regarding the operation of your network and answer the following questions:

- Where is the mission critical communication network deployed? Do you use the network for national or only regional purposes?
- What is the approximate coverage of the network (in relations to total/regional population)?
- How many base stations do you have in the network (estimate)?
- What technology do you use for mission critical communication?
- Do you use the technology for any other purpose? Which one?
- Is the network operating under public or private ownership? Do you collaborate with mobile operators? Do you have a sourcing partner?
- What are the main/key users of the network and to what purpose are they using the network?
- How many users/terminals do they have in the network (total estimate is sufficient)?
- What are the future plans with the network?
  - What are expected changes in users/network usage?
  - Do you consider any changes in operational model of the network (cooperation with MNOs, sharing, outsourcing, etc.)?
  - What are the future network investment plans?
  - Do you plan to use hybrid TETRA/LTE networks or only eLTE?

We believe that your experience with similar network could help us tremendously and we can use this initial letter as a start of potential future collaboration.

Yours faithfully,

Address: Mariánské nám. 2, 110 01 Praha 1  
tel: 00420 236 002 512, fax: 00420 236 007 086  
e-mail: [martina.deverova@praha.eu](mailto:martina.deverova@praha.eu)

#### **6.4.1 Odpovědi na dopis**

V době finalizace tohoto dokumentu nebyly dostupné odpovědi na dopis zasláný oficiální formou. Vyhádření zahraničních subjektů tak budou doplněna do pracovníky MHMP zodpovědnými za tuto zakázku.

## 6.5 Vyplněné dotazníky uživatelů MRS

### 6.5.1 Dopravní podnik – Elektrické dráhy

DP - ED

Hodnocení sítě TETRA (pro hodnocení zařízení využijte další listy)		Na škále 1-5 ohodnoťte daný parametr (5 = max)			
		Hlasové služby	Datové služby	Hlasové služby	Datové služby
Jak vnímáte kvalitu (srozumitelnost hovoru) služeb?	Velmi spolehlivý provoz		Spolehlivé datové přenosy, kapacita dostatečná		
Jak vnímáte dostupnost (pokrytí) služeb?	Pokrytí je velmi široké, minimální nepokrytá místa v centru		dtto jako hlasové služby	4-5	4-5
Jak vnímáte spolehlivost (výpadky) služeb?	výpadky minimální, zejména po upgrade 2013, rychlé zásahy servisní organizace a spolehlivá servisní činnost s minimem narušení pro uživatele		dtto jako hlasové služby	4	4
Jak vnímáte bezpečnost systému?	Při stávající konfiguraci MRS na optimální úrovni		dtto jako hlasové služby	5	5
				4	4

*Jindřich*

Jaké spatřujete výhody stávajícího systému?	Uzavřená síť, úroveň servisních služeb a podpory servisní organizace  Rychlé sestavení skupinového hovoru - do 1s  Možnost seskupování skupin  Funkce Emergence
Jaké spatřujete nevýhody stávajícího systému?	Z hlediska funkcionality a služeb žádné, pouze požadujeme zavedení AuC. Z hlediska pokrytí požadujeme dokrýt lokality v centru Prahy

	Hlasové služby	Datové služby
Do jaké míry plánujete měnit využití stávajících služeb?	počet RDST hlas/ data v závislosti na počtu provozovaných technologií	dtto jako hlasové služby

	Hlasové služby	Datové služby
Pro jaké další druhy služeb byste našli využití?		

# DP - ED

Pro další zařízení využijte samostatné sešity

<b>Název zařízení</b>	Doris	
<b>Specifikace</b>	Řídící systém řízení provozu, přenos informací z vozidel (tramvají) elektrických drah	
<b>Stručný popis využití</b>		
<b>Počet kusů</b>	cca 950 ks radiostanic (hlas/data), 4 dispečerské pracoviště	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory	4	dispečer - řidič tramvaje a naopak
Hovory do sítě GSM		není potřeba
Skupinové hovory	5	komunikace s tramvajemi na určité lince
Poslech prostředí účastníka dispečerem		nepovoleno, ale implementováno
Přímé volání mimo síť TETRA		není potřeba
Data		
Download dat	5	informace o tramvaji
Upload dat	5	dotazy na stav, dálkové nastavení OIS
SMS	2	
Sdílení informací o zařízení (IoT)		
Sledování polohy terminálů	5	
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

Jindřich V.

<b>Název zařízení</b>		
<b>Specifikace</b>	Řízení provozu Řídící systém zajištění spojení mezi dispečinky a pohotovostními vozy, servisními složkami atd.	
<b>Stručný popis využití</b>		
<b>Počet kusů</b>	cca 95 ks vozidlových radiostanic (hlas/data) a cca 135 ks ručních radiostanic (hlas/data)	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		5 komunikace mezi jednotlivými složkami
Hovory do sítě GSM		
Skupinové hovory		5 komunikace mezi jednotlivými složkami
Poslech prostředí účastníka dispečerem		nepovoleno, ale implementováno
Přímé volání mimo síť TETRA		2 telefonní hovor do sítě DPP
Data		
Download dat		
Upload dat		
SMS	2	
Sdílení informací o zařízení (IoT)		
Sledování polohy terminálů		5 systém AVL
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		



Název zařízení	Měnirny	
Specifikace	Řídící systém přenos dat pro dálkové ovládání měnirn	
Stručný popis využití		
Počet kusů	cca 45 ks radiostanic (data)	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		
Hovory do sítě GSM		
Skupinové hovory		
Poslech prostředí účastníka dispečerem		
Přímé volání mimo síť TETRA		
Data		
Download dat		5 dle potřeby technologie RTIs
Upload dat		5 dle potřeby technologie RTIs
SMS		
Sdílení informací o zařízení (IoT)		
Sledování polohy terminálů		
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

## Radiostanice TETRA, používané u DP – ED:

### Řídicí systém DORIS:

V tramvajových vozech jsou používány typy MTM 700 a MTM 800, které jsou záměnné, Správa vozidel je proto ve své evidenci nerozlišuje. V nově dodávaných vozech typu 15T je již výhradně používán typ MTM 800.

Celkový počet je 950ks.

Na Provozním dispečinku tramvají jsou 4 konzole TETRA

### Ovládání technologií měníren:

45 ks, typ MTM 800

### Ruční radiostanice:

Celkem: 135 ks

MTP 700: 95 ks

MTH 500: 16 ks

MTP 850S: 24 ks

### Mobilní radiostanice:

Zde došlo k překlepu, prosím celkový počet upravit na **75 ks**.

MTM 700: 36 ks

MTM 800: 15 ks

MTM 5000: 24 ks

24.6.2016

Ing. Vlastimil Ješátko

## 6.5.2 Dopravní podnik – Autobusy

DP - BUS

Hodnocení sítě TETRA (pro hodnocení zařízení využijte další listy)		Na škále 1-5 ohodnoďte daný parametr (5 = max)	
		Hlasové služby	Datové služby
Jak vnímáte kvalitu (srozumitelnost hovoru) služeb?	Velmi spolehlivý provoz, s výjimečně zkresleným zabarvením hovoru	funkční datový přenos - obousměrný, výpadky u uživatele nelze jednoznačně připisovat na stranu MRS TETRA	4-5
Jak vnímáte dostupnost (pokrytí) služeb?	Pokrytí je velmi široké, bohužel v provozu autobusů jsou lokality bez a nebo s minimálním pokrytím, v okrajových částech Prahy, nebo místa zarušení	dtto jako hlasové pokrytí	4
Jak vnímáte spolehlivost (výpadky) služeb?	výpadky minimální, zejména po upgrade 2013, Dojde-li k poruše, systém dokáže na většině území přebrat výpadek okolními sajty. Při poruše hlasové komunikace velice rychlá a spolehlivá servisní činnost s minimem narušení pro uživatele	výpadky minimální, zejména po upgrade 2013, Dojde-li k poruše, systém dokáže na většině území přebrat výpadek okolními sajty. Při poruše datové komunikace velice rychlá a spolehlivá servisní činnost s minimem narušení pro uživatele	3-4
Jak vnímáte bezpečnost systému?	výrazně bezpečnější než v minulosti analogový systém, je zájem zajistit přihlášení do MRS TETRA jen odpovídajícím RDST	dtto, data vždy používána s RDST, která používá hlas	4-5

4 4

22/6 Matouš Š

## DP - BUS

Jaké spatřujete výhody stávajícího systému?	Je provozován městem, DP jako firma zřízená městem má plnou podporu potřebách a požadavcích na MRS TETRA, samostatně by DP nedokázal takovýto systém provozovat. (Nákladovost, technické vybavení, personální zajištění apod.)	Je provozován městem, DP jako firma zřízená městem má plnou podporu potřebách a požadavcích na MRS TETRA, samostatně by DP nedokázal takovýto systém provozovat. (Nákladovost, technické vybavení, personální zajištění apod.)
Jaké spatřujete nevýhody stávajícího systému?	Z hlediska služeb žádné, pouze zabezpečení systému proti narušení provozu. Z hlediska pokrytí požadujeme dokrýt lokality v okrajových částech Prahy.	Z hlediska služeb žádné, pouze zabezpečení systému proti narušení provozu. Z hlediska pokrytí požadujeme dokrýt lokality v okrajových částech Prahy.

	Hlasové služby	Datové služby
Do jaké míry plánujete měnit využití stávajících služeb?	Plánováno rozšíření počtu konzolí. Zásadně NE, bude se jen měnit počet RDST hlas/ data v závislosti na počtu provozovaných autobusech.	dtto

Hlasové služby	Datové služby
Pro jaké další druhy služeb byste našli využití?	

/

## DP - BUS

<b>Název zařízení</b>	vozidlové a přenosné RDST typu MOTOROLA MTM 700, 800, 5200, 3150	
<b>Specifikace</b>		
<b>Stručný popis využití</b>	vozidlové a přenosné RDST typu MOTOROLA umístěné v autobusech (cca 1150) a v pohotovostních a servisních vozech včetně přenosných RDST	
<b>Počet kusů</b>	cca 1300 kusů v používání DP - autobusy	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory	5	dispečer řidič autobusu a naopak
Hovory do sítě GSM	0	není potřeba , služební mobilní telefony
Skupinové hovory	5	komunikace dispečerských složek
Poslech prostředí účastníka dispečerem	0	nepovoleno, ale implementováno
Přímé volání mimo síť TETRA	2	do podnikové telefonní sítě DP
Data		
Download dat		dle potřeby technologie AUDIS
Upload dat		dle potřeby technologie AUDIS
SMS		dle potřeby technologie AUDIS
Sdílení informací o zařízení (IoT)		
Sledování polohy terminálů	5	99% sledována poloha GPS souřadnicemi
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		tísňové volání EMERGENCY, s okamžitou lokalizaci polohy a odposlechem se současným zobrazením polohy a odposlechem i na operačním středisku Městské 5 policie - hlídkový útvar
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

22/6 *Natalia Š*

## DP - BUS

Pro další zařízení využijte samostatné sešity

<b>Název zařízení</b>	konzole systému MRS TETRA
<b>Specifikace</b>	6 kusů v používání DP - autobusy všechny konzole (6 kusů) propojeny do nadstavby řídícího a informačního systému AUDIS, vzájemně přepojovaných a plně identifikovatelných v radiovém provozu TETRA
<b>Stručný popis využití</b>	
<b>Počet kusů</b>	6 kusů v používání DP - autobusy

<b>Hodnocení využívaných služeb</b>	<b>Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)</b>	<b>Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání</b>
Hlas		
Individuální hovory	5 dispečer řidič autobusu a naopak	
Hovory do sítě GSM	0 není potřeba , služební mobilní telefony	
Skupinové hovory	5 komunikace dispečerských složek	
Poslech prostředí účastníka dispečerem	0 nepovoleno, ale implementováno	
Přímé volání mimo síť TETRA	0 není komunikováno	
Data		
Download dat		
Upload dat		
SMS		
Sdílení informací o zařízení (IoT)		
Sledování polohy terminálů		
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		tisňové volání EMERGENCY, s okamžitou lokalizací polohy a odposlechem se současným zobrazením polohy a odposlechem i na operačním středisku Městské 5 policie - hlídkový útvar
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

22/6 

### 6.5.3 Městská policie hlavního města Prahy

Hodnocení sítě TETRA (pro hodnocení zařízení využijte další listy)		Na škále 1-5 ohodnoťte daný parametr (5 = max)			
		Hlasové služby	Datové služby	Hlasové služby	Datové služby
Jak vnímáte kvalitu (srozumitelnost hovoru) služeb?	Vyhovující, pokud není ovlivněna příjemem signálu (pokrytím)	Vyhovující		4	4
Jak vnímáte dostupnost (pokrytí) služeb?	Nedostatečně v okrajových částech Prahy a některých již specifikovaných místech	Dobré		3	4
Jak vnímáte spolehlivost (výpadky) služeb?	Výpadky zásadně neovlivňují fungování organizace	Totožné		4	4
Jak vnímáte bezpečnost systému?	Nevyhovující narušení radioprovozu cizími subjekty	Nevyhovující		1	1
Jaké spatřujete výhody stávajícího systému?	Poměrně stabilní služba bez větších výpadků které by ovlivňovali komunikaci, rychlé spojení v rámci skupinových hovorů	Žádné			
Jaké spatřujete nevýhody stávajícího systému?	Nedostatečné pokrytí území hl. m. Nefunkční datové služby při ztrátě signálu.				
Do jaké míry plánujete měnit využití stávajících služeb?	Beze změn	Zvýšit využívání GPS polohy			
Pro jaké další druhy služeb byste našli využití?	Zabezpečení sítě min. na úrovni infrastruktury	Zabezpečení sítě min. na úrovni infrastruktury			

TPHP

Pro další zařízení využijte samostatné sešity

<b>Název zařízení</b>	MTP 700
<b>Specifikace</b>	ruční radikostanice
<b>Stručný popis využití</b>	Pěší hlídka
<b>Počet kusů</b>	347

Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		1 nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Hovory do sítě GSM		1 nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Skupinové hovory		5 běžná komunikace
Poslech prostředí účastníka dispečerem		1
Přímé volání mimo síť TETRA		1 nevyužíváme
Data		
Download dat		5 dotazy lustrace
Upload dat		5 dotazy lustrace
SMS		5 dotazy lustrace
Sdílení informací o zařízení (IoT)		1
Sledování polohy terminálů		1
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		



Název zařízení	MTP 850	
Specifikace	ruční radiostanice s GPS	
Stručný popis využití	pěší hlídka, běžná pochůzková činnost/linka 156/ vedení MP	
Počet kusů	770	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		
Hovory do sítě GSM	2	používá se velmi zřídka
Skupinové hovory	1	nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Poslech prostředí účastníka dispečerem	5	
Přímé volání mimo síť TETRA	1	
Data		
Download dat	5	dotazy lustrace
Upload dat	5	dotazy lustrace
SMS	5	dotazy lustrace
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	
Sledování polohy terminálů	5	
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

MP MP  
✓

<b>Název zařízení</b>	MTM 700/800
<b>Specifikace</b>	vozidlová/základnová radisotanice
<b>Stručný popis využití</b>	vozidlový terminál, základnový terminál operačních pracovníků
<b>Počet kusů</b>	120

Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		
Hovory do sítě GSM		1 nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Skupinové hovory		1 nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Poslech prostředí účastníka dispečerem	4	
Přímé volání mimo síť TETRA	1	
Data		
Download dat	5	
Upload dat	5	
SMS	5	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	
Sledování polohy terminálů	5	
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

17P Tepz  


Název zařízení	MTM 800 ENHANCED	
Specifikace	vozidlová	
Stručný popis využití	vozidlový terminál	
Počet kusů	45	

Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		
Hovory do sítě GSM	1	nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Skupinové hovory	1	nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Poslech prostředí účastníka dispečerem	4	
Přímé volání mimo síť TETRA	1	
Data		
Download dat	1	
Upload dat	1	
SMS	1	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	
Sledování polohy terminálů	5	
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

TP + MP

Název zařízení	Sepura SRG 3900	
Specifikace	vozidlová	
Stručný popis využití	vozidlový terminál	
Počet kusů	81	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		
Hovory do sítě GSM	1	nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Skupinové hovory	1	nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Poslech prostředí účastníka dispečerem	5	
Přímé volání mimo síť TETRA	1	
Data		
Download dat	1	
Upload dat	1	
SMS	1	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	
Sledování polohy terminálů	5	
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

HP HP J

Pro další zařízení využijte samostatné sešity

<b>Název zařízení</b>	MTH 500	
<b>Specifikace</b>	ruční radikostanice	
<b>Stručný popis využití</b>	vedení	
<b>Počet kusů</b>	30	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		2 nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Hovory do sítě GSM		1 nepoužívá se, pro výkon není potřebno
Skupinové hovory		5 běžná komunikace
Poslech prostředí účastníka dispečerem	1	
Přímé volání mimo síť TETRA		1 nevyužíváme
Data		
Download dat	1	
Upload dat	1	
SMS	1	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	
Sledování polohy terminálů	1	
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

HP HMP



## 6.5.4 Správa služeb hlavního města Prahy

*kuzel@sshmp.cz*

*SSHMP*

Hodnocení sítě TETRA (pro hodnocení zařízení využijte další listy)

Na škále 1-5 ohodnoťte daný parametr (5 = max)

	Hlasové služby	Datové služby	Hlasové služby	Datové služby
Jak vnímáte kvalitu (srozumitelnost hovoru) služeb?	Kvalitu hlasových služeb výborná.	Kvalita datových služeb velmi dobrá.	5	4
Jak vnímáte dostupnost (pokrytí) služeb?	Pokrytí služeb MRS TETRA v teritoriu hl. města Prahy vnímám jako výborné.	Pokrytí datových služeb MRS TETRA vnímám jako velmi dobré.	5	4
Jak vnímáte spolehlivost (výpadky) služeb?	Spolehlivost MRS TETRA považuji za vysokou v hlasových službách.	Spolehlivost MRS TETRA považuji za velmi dobrou v datových službách.	5	4
Jak vnímáte bezpečnost systému?	Systém vnímám jako bezpečný. Nevýhodou je absence autentifikace.	Systém vnímám jako bezpečný. Nevýhodou je absence autentifikace.	4	4
Jaké spatřujete výhody stávajícího systému?	Výhodu MRS TETRA spatřuji ve flexibilnosti radiového spojení. Výborná variabilnost zasílování vysílače a pokrytí prakticky celého teritoria hl. města Prahy.	Výhodou je také varibilnost provozu radiových terminálů. Možnost využívat skupinové TMO, privátní hovory, posílání SDS.		
Jaké spatřujete nevýhody stávajícího systému?	Nevýhodu MRS TETRA z hlediska provozu a pokrytí MRS TETRA nespatřuji. Z hlediska bezpečnosti systému je to absence autentifikace.			
	Hlasové služby	Datové služby		
Do jaké míry plánujete měnit využití stávajících služeb?	Stávající hlasové služby plánuji využít v budoucnosti prostřednictvím řídící radiové konzole na operačním středisku SSHMP. Hlasové služby plánuji využít i do pevné telefonní sítě SSHMP.	Datové služby plánuji i nadále využívat prostřednictvím AVL GPS serveru do podkladových GPS map. Spouštěných prostřednictvím aplikace ECCTV na operačním středisku SSHMP.		
	Hlasové služby	Datové služby		
Pro jaké další druhy služeb byste našli využití?	Rozvoj hlasových služeb s rozvojem infrastruktury MRS TETRA. Zvýšení počtu jednotlivých uživatelů, zvýšení počtu radiových hovorových kanálů, zvýšení počtu skupinové radiové komunikace v TMO, zvýšení počtu privátních hovorů, plně duplexních hovorů, hovorů do pevné tlf. sítě.	Rozvoj datových služeb z hlediska rozvoje infrastruktury. Zvýšení počtu přenosu poloh vozidel prostřednictvím GPS modulů do podkladových GPS map.		

*Kuzel*

Pro další zařízení využijte samostatné sešity

Název zařízení	Ruční radiová stanice Motorola MTH 500
Specifikace	
Stručný popis využití	Ruční radiová stanice Motorola MTH 500 je využívána pro hlasovou komunikaci při řešení problematiky zajištění čerpadel komořansko-modřanského koridoru. Další využití těchto ručních radiových stanic je při plnění úkolů údržby, výstavby prvků PPO, v době krizových situací v teritoriu hl. města Prahy. 7 spr. ručních rdst. MTH500 zapůjčeno na jednotlivé ÚMČ Prahy, pro krizové referenty.
Počet kusů	16

Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory	1	Individuální hovory jsou nevyužity.
Hovory do sítě GSM	1	Nevyužito
Skupinové hovory	5	Výhradně používaná komunikace.
Poslech prostředí účastníka dispečerem	5	Výhradně používaná komunikace.
Přímé volání mimo síť TETRA	1	Nevyužito
Data		
Download dat	1	Nevyužito
Upload dat	1	Nevyužito
SMS	4	Kontrolní hlášení při plnění úkolů.
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	Nevyužito
Sledování polohy terminálů	1	Nevyužito
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:	-	-
Ostatní 2 - popis:	-	-
Ostatní 3 - popis:	-	-
Ostatní 4 - popis:	-	-

Kužel

Název zařízení	Ruční radiová stanice Motorola MTP 700	
Specifikace	Ruční radiová stanice Motorola MTP 700 je využívána především u odtahové služby a smluvních odtahů SSHMP, výhradně v komunikaci s dispečery operačního střediska SSHMP, při řešení dopravní problematiky v teritoriu hl. města Prahy. Dále jako rezerva do krizových situací, výhradně se zvýšeným stupněm povodňové aktivity Vlatavy. Radiostanice k používání při výstavbě prvků PPO,	
Stručný popis využití		
Počet kusů	66	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory	1	Individuální hovory jsou nevyužity.
Hovory do sítě GSM	1	Nevyužito
Skupinové hovory	5	Výhradně používaná komunikace.
Poslech prostředí účastníka dispečerem	5	Výhradně používaná komunikace.
Přímé volání mimo síť TETRA	1	Nevyužito
Data		
Download dat	1	Nevyužito
Upload dat	1	Nevyužito
SMS	1	Nevyužito
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	Nevyužito
Sledování polohy terminálů	1	Nevyužito
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:	-	-
Ostatní 2 - popis:	-	-
Ostatní 3 - popis:	-	-
Ostatní 4 - popis:	-	-

Kužel

Název zařízení	Ruční radiová stanice Motorola MTP 850	
Specifikace		
Stručný popis využití	Ruční radiová stanice Motorola MTP 850 je využívána výhradně pro komunikaci techniků odtahové služby při řešení dopravní situace v teritoriu hl. města Prahy, s dispečery operačního střediska SSHMP.	
Počet kusů	21	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory	1	Nevyužito
Hovory do sítě GSM	1	Nevyužito
Skupinové hovory	5	Výhradně používaná komunikace.
Poslech prostředí účastníka dispečerem	5	Výhradně používaná komunikace.
Přímé volání mimo síť TETRA	1	Nevyužito
Data		
Download dat	1	Nevyužito
Upload dat	1	Nevyužito
SMS	1	Nevyužito
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	Nevyužito
Sledování polohy terminálů	5	Na podkladové GPS mapě u dispečerů opéračního střediska SSHMP.
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:	-	-
Ostatní 2 - popis:	-	-
Ostatní 3 - popis:	-	-
Ostatní 4 - popis:	-	-

Kaze (

Název zařízení	Ruční radiová stanice Motorola MTP 3150		
Specifikace	Ruční radiová stanice Motorola MTP 3150 je vyhrazena pro řídící management SSHMP, v době krizových situací na teritoriu hl. města Prahy, především však při zvýšených stupních povodňové aktivity. Řízení prvků výstavby PPO na teritoriu hl. měst Prahy, komunikace s Odborem PPO a dispečery operačního střediska SSHMP.		
Stručný popis využití			
Počet kusů	11		
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání	
Hlas			
Individuální hovory	3	Interní komunikace v rámci řídícího managementu SSHMP	
Hovory do sítě GSM	1	Nevyužito	
Skupinové hovory	5	Výhradně používaná komunikace.	
Poslech prostředí účastníka dispečerem	5	Výhradně používaná komunikace.	
Přímé volání mimo síť TETRA	1	Nevyužito	
Data			
Download dat			
Upload dat			
SMS	3	Hlášení plnění úkolů, Odbor PPO oproti řídícímu managementu SSHMP	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	Nevyužito	
Sledování polohy terminálů	1	Nevyužito	
Ostatní			
Ostatní 1 - popis:	-	-	-
Ostatní 2 - popis:	-	-	-
Ostatní 3 - popis:	-	-	-
Ostatní 4 - popis:	-	-	-

Kužel

Název zařízení	Vozidlová radiová stanice Motorola MTM 700		
Specifikace	Vozidlová rdst. MTM700 je výhradně zapojena v odtahových vozidlech SSHMP. Tato vozidlová rdst. je propojena z hlediska funkčnosti datové služby s GPS modulem. Radiový provoz výhradně souvisí s dopravní situací v teritoriu hl. města Prahy. Komunikace výhradně probíhá mezi řidiči OV a dispečery operačního střediska. Komunikace je regulována a usměrňována odborem odtahů SSHMP.		
Stručný popis využití			
Počet kusů	20		
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání	
Has			
Individuální hovory	1	Nevyužito	
Hovory do sítě GSM	1	Nevyužito	
Skupinové hovory	5	Výhradně používaná komunikace.	
Poslech prostředí účastníka dispečerem	5	Výhradně používaná komunikace.	
Přímé volání mimo síť TETRA	1	Nevyužito	
Data			
Download dat			
Upload dat			
SMS	1	Nevyužito	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	Nevyužito	
Sledování polohy terminálů	5	Výhradně používané podkladové GPS mapy, spouštěné přes ECCTV u dispečerů operačního střediska SSHMP.	
Ostatní			
Ostatní 1 - popis:	-	-	
Ostatní 2 - popis:	-	-	
Ostatní 3 - popis:	-	-	
Ostatní 4 - popis:	-	-	

Kužel

<b>Název zařízení</b>	<b>Základová radiová stanice Enhanced Motorola MTM 800</b>	
<b>Specifikace</b>		
<b>Stručný popis využití</b>	<p>Základová radiová stanice Enhanced Motorola MTM 800 je používána výhradně dispečery operačního střediska a oddělením odtahů a vraků. Celá radiová komunikace v mírovém stavu se týká oblasti řešení dopravní situace v teritoriu hl. města Prahy a tím související DIRY, blokové čištění, havarijní stavu komunikaci, řešení překážek v silničním provozu, provoz odtahové služby. V době krizového stavu jde především o komunikaci dispečerů operačního střediska SSHMP s řídícím managementem SSHMP, odborem výstavby prvků PPO a příslušnými ÚMČ v Praze.</p>	
<b>Počet kusů</b>	5	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
<b>Hlas</b>		
Individuální hovory	3	Ověřování kontrolních hlášení
Hovory do sítě GSM	1	Nevyužito
Skupinové hovory	5	Výhradně používaná komunikace.
Poslech prostředí účastníka dispečerem	5	Výhradně používaná komunikace.
Přímé volání mimo síť TETRA	1	Nevyužito
<b>Data</b>		
Download dat		
Upload dat		
SMS	3	Ověřování kontrolních hlášení
Sdílení informací o zařízení (IoT)	1	Nevyužito
Sledování polohy terminálů	1	Nevyužito
<b>Ostatní</b>		
Ostatní 1 - popis:	-	-
Ostatní 2 - popis:	-	-
Ostatní 3 - popis:	-	-
Ostatní 4 - popis:	-	-

kužel

## 6.5.5 Technická správa komunikací

Hodnocení sítě TETRA (pro hodnocení zařízení využijte další listy)		Na škále 1-5 ohodnoťte daný parametr (5 = max.)			
		Hlasové služby	Datové služby	Hlasové služby	Datové služby
Jak vnímáte kvalitu (srozumitelnost hovoru) služeb?	Velmi spolehlivý provoz	Datové přenosy s dostatečnou kapacitou		5	4-5
Jak vnímáte dostupnost (pokrytí) služeb?	Bez výhrad	dtto jako hlasové služby		5	5
Jak vnímáte spolehlivost (výpadky) služeb?	Kvalitní systém s minimálními výpadky	dtto jako hlasové služby		5	5
Jak vnímáte bezpečnost systému?	Uspokojivá	dtto jako hlasové služby		4	4

Jaké spatřujete výhody stávajícího systému?	Zdávěný signál do technologických celků silničních tunelů v Praze	dtto jako hlasové služby
Jaké spatřujete nevýhody stávajícího systému?	Požadujeme zavedení AuC.	dtto jako hlasové služby
Do jaké míry plánujete měnit využití stávajících služeb?	<b>Hlasové služby</b> počet RDST hlas/ data v závislosti na počtu provozovaných technologií	<b>Datové služby</b> dtto jako hlasové služby
Pro jaké další druhy služeb byste našli využití?	<b>Hlasové služby</b>	<b>Datové služby</b>

Ing. Luboš Čábelá 602144337

TSK

Název zařízení	Řízení provozu	
Specifikace	Řídící systém zajištění spojení mezi dispečinky a pohotovostními pracovníky	
Stručný popis využití		
Počet kusů	cca 40 ks ručních a základnových radiostanic (hlas/data)	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		5 komunikace mezi jednotlivými pracovníky a dispečinky
Hovory do sítě GSM		
Skupinové hovory		5 komunikace mezi jednotlivými pracovníky a dispečinky
Poslech prostředí účastníka dispečerem		
Přímé volání mimo síť TETRA		
Data		
Download dat		
Upload dat		
SMS	2	
Sdílení informací o zařízení (IoT)		
Sledování polohy terminálů		
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

Pro další zařízení využijte samostatné sešity

Název zařízení	Telemetrické zařízení
Specifikace	Řídící systém řízení provozu, přenos informací
Stručný popis využití	
Počet kusů	cca 400 ks radiomodemů (data)

Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory		
Hovory do sítě GSM		
Skupinové hovory		
Poslech prostředí účastníka dispečerem		
Přímé volání mimo síť TETRA		
Data		
Download dat		5 informace o telemetrických datech
Upload dat		5 dotazy na stav
SMS		
Sdílení informací o zařízení (IoT)		
Sledování polohy terminálů		
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		



## 6.5.6 Zdravotnická záchranná služba

ZDRAVOTNICKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA

Hodnocení sítě TETRA (pro hodnocení zařízení využijte další listy)

	Hlasové služby	Datové služby	Na škále 1-5 ohodnoťte daný parametr (5 = max)	
	Hlasové služby	Datové služby	Hlasové služby	Datové služby
Jak vnímáte kvalitu (srozumitelnost hovoru) služeb?	Bez problémů	Nevyužíváme	5	0
Jak vnímáte dostupnost (pokrytí) služeb?	Bez zásadních problémů	Nevyužíváme	4	0
Jak vnímáte spolehlivost (výpadky) služeb?	Bez problémů	Nevyužíváme	5	0
Jak vnímáte bezpečnost systému?	Chybí autentifikace pro oprávněné stanice Chybí kryptování přenosových tras	Nevyužíváme	3	0

Jaké spatřujete výhody stávajícího systému?

Systém ve vlastnictví hl. m. Prahy

Jaké spatřujete nevýhody stávajícího systému?

Malé investice do systému

Hlasové služby	Datové služby
Do jaké míry plánujete měnit využití stávajících služeb?	Neplánujeme

Hlasové služby	Datové služby
Pro jaké další druhy služeb byste našli využití?	Není známo

Pro další zařízení využijte samostatné sešity

<b>Název zařízení</b>	MTH500
<b>Specifikace</b>	Ruční radiostanice
<b>Stručný popis využití</b>	Komunikace v případě MU
<b>Počet kusů</b>	5

Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory	1	
Hovory do sítě GSM	0	
Skupinové hovory	1	
Poslech prostředí účastníka dispečerem	0	
Přímé volání mimo síť TETRA	0	
Data		
Download dat	0	
Upload dat	0	
SMS	0	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	0	
Sledování polohy terminálů	0	
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

<b>Název zařízení</b>	MTH800	
<b>Specifikace</b>	Ruční terminál	
<b>Stručný popis využití</b>	Komunikace v případě MU	
<b>Počet kusů</b>	1	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
Hlas		
Individuální hovory	1	
Hovory do sítě GSM	0	
Skupinové hovory	1	
Poslech prostředí účastníka dispečerem	0	
Přímé volání mimo síť TETRA	0	
Data		
Download dat	0	
Upload dat	0	
SMS	0	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	0	
Sledování polohy terminálů	0	
Ostatní		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		

Název zařízení	MTM700	
Specifikace	Vozidlová radiostanice	
Stručný popis využití	Komunikace v případě MU	
Počet kusů	1	
Hodnocení využívaných služeb	Na škále 1-5, jak často využíváte danou službu (5 = max)	Konkrétní příklad využití / důvod pro nevyužívání
<b>Hlas</b>		
Individuální hovory	1	
Hovory do sítě GSM	0	
Skupinové hovory	1	
Poslech prostředí účastníka dispečerem	0	
Přímé volání mimo síť TETRA	0	
<b>Data</b>		
Download dat	0	
Upload dat	0	
SMS	0	
Sdílení informací o zařízení (IoT)	0	
Sledování polohy terminálů	0	
<b>Ostatní</b>		
Ostatní 1 - popis:		
Ostatní 2 - popis:		
Ostatní 3 - popis:		
Ostatní 4 - popis:		