

Výtah ze znaleckého posudku č. 55/2014

na ocenění práva používání kmitočtového pásma 880-915/925-960 MHz
a 1 710-1 785 / 1 805-1 880 MHz (pásma používaná operátory GSM)

Objednatel: Česká republika – Český telekomunikační úřad (ČTÚ),
Sokolovská 58/219, Praha 9 – Vysočany, IČ: 701 06 975

Zpracovatel: ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Technická 2, PRAHA 6
IČ: 68407700

Obsah zkráceného znění posudku

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Usnesení o ustanovení znalce | 2 |
| 2 | Úvodní list | 3 |
| 3 | Obecná charakteristika předmětu znaleckého posudku | 4 |
| 4 | Oceňování aktiv na základě očekávaného výnosu | 5 |
| 5 | Radiové spektrum jako omezený přírodní zdroj z ekonomického hlediska | 8 |
| 6 | Specifika oceňovaného spektra z technického hlediska | 13 |
| 7 | Specifika oceňovaného spektra z hlediska hospodářské soutěže na mobilním trhu z hlediska jeho rozsahu, stávajícímu využití i času, ve které se bude přidělovat a době na kterou se bude přidělovat | 23 |
| 8 | Postup ocenění práva použití daného kmitočtového pásma | 28 |
| 9 | Ocenění práva používání kmitočtového pásma 880-915/925-960 MHz a 1 710-1 785 / 1 805-1 880 MHz | 39 |
| 10 | Závěr | 46 |
| 11 | Použitá literatura a informační zdroje | 47 |

1. Usnesení o ustanovení znalce

ČVUT FEL v Praze uzavřela smlouvu s ČTÚ (Smlouva o zpracování znaleckého posudku na ocenění pásem GSM, označení ČTU Čj. ČTÚ-57 676/2014 ze dne 4. 11. 2014) na vypracování znaleckého posudku, jehož předmětem je ocenění práva používání kmitočtového pásma 880-915/925-960 MHz a 1 710-1 785 / 1 805-1 880 MHz.

Podrobnosti předmětu posudku definuje článek III uzavřené smlouvy, a to následovně:

- a) Stručný popis problematiky oceňování aktiv na základě očekávaného výnosu
- b) Radiové spektrum jako omezený přírodní zdroj z ekonomického hlediska
- c) Specifika oceňovaného spektra z technického hlediska vhodnosti použití k danému účelu
- d) Specifika oceňovaného spektra z hlediska hospodářské soutěže na mobilním trhu z hlediska jeho rozsahu, stávajícímu využití i času, ve které se bude přidělovat a době na kterou se bude přidělovat.
- e) Postup ocenění práva použití daného kmitočtového pásma
- f) Citlivostní analýza na změnu základních vstupních údajů

Znalec prohlašuje, že si je vědom následků vědomě nepravdivého znaleckého posudku. Toto prohlášení znalec činí ve smyslu § 127a občanského soudního řádu.

Vypracováním znaleckého posudku byli děkanem ČVUT FEL v Praze pověřeni pracovníci katedry ekonomiky, manažerství a humanitních věd ČVUT FEL a katedry telekomunikační techniky.

Tento znalecký posudek byl zpracován ve dvou vyhotoveních, které obdrží objednatel. Znalecký posudek byl také předán na datovém nosiči.

Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan FEL
odpovědná osoba

2. Úvodní list

Objednatel:

Česká republika – Český telekomunikační úřad (CTÚ), Sokolovská 58/219, Praha 9 – Vysočany,
IČ: 701 06 975

Předmět posudku:

Ocenění práva používání kmitočtového pásma 880-915/925-960 MHz a 1 710-1 785 / 1 805-1 880 MHz (pásma používaná operátory GSM)

Zpracovatel:

ČVUT v Praze

Fakulta elektrotechnická

Technická 2

166 27 PRAHA 6

IČ: 68407700, DIČ: CZ68407700

zastoupená prof. Ing. Pavlem Ripkou, CSc.

zřízená zákonem 111/1998 Sb.

zapsaná v seznamu znaleckých ústavů Ministerstva spravedlnosti České republiky, obory znalecké činnosti Ekonomika a Spoje (viz obory znalecké činnosti v kap. 5)

Vyhotovili:

prof. Ing. Oldřich Starý, CSc.

prof. Ing. Boris Šimák, CSc.

doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

doc. Ing. Jiří Vašíček, CSc.

doc. Ing. Jiří Vodrážka, PhD.

Ing. Zdeněk Brabec, CSc.

Ing. Ján Kučerák

Ing. Miroslav Vítek, CSc.

Tento znalecký posudek byl zpracován ve dvou vyhotoveních v tištěné podobě a v elektronické podobě (CD ROM).

V Praze dne 28. 1. 2015

3. Obecná charakteristika předmětu znaleckého posudku

Výše uvedená kmitočtová pásma představují omezený přírodní zdroj, jehož užitná hodnota spočívá v umožnění telekomunikačního provozu sítí mobilních komunikací standardu GSM, pro něž existuje provozovaná infrastruktura operátorskými firmami s miliony zákazníků vlastnícími koncová zařízení.

Na právo použití kmitočtového pásma je možno nahlížet jako na aktivum (nehmotný dlouhodobý majetek) poskytující periodické (každoroční) výnosy a na základě komparace těchto výnosů s výnosy jiných aktiv jej ocenit. Takové to „znalecké“ ocenění však nemůže nahradit cenu vzniklou na trhu, pokud by se s právy použití kmitočtů mohlo obchodovat, případně cenu jako výsledek standardní dražby. Cena vypočtená na základě znaleckého ocenění však může být použita jako např. cena vyvolávací pro uvedení práva na trh (radiospectrum trading), případně za tuto cenu právo použití příslušným státním regulačním orgánem (v tomto případě ČTÚ) poskytnout v dosavadním přidělovém systému hospodaření s kmitočtovým spektrem (command control).

3.1. Vstupní data pro zpracování znaleckého posudku

Pro zpracování znaleckého posudku byla využita veřejně dostupná data, a to zejména:

- Výroční zprávy s ročními účetními uzávěrkami mobilních operátorů a společnosti ČESKÝ TELECOM, a.s. z let 2002 až 2013
- „Otevřená data“ ČTÚ, Opatření obecné povahy
- Údaje z Českého statistického úřadu.

Z neveřejných dat byl zadavatelem poskytnut text licence pro společnost Eurotel Praha spol. s r.o. z roku 2002 a kmitočtový přiděl z roku 2005, dále pak text dopisu od společnosti O2 Czech Republic, a.s. (dále také O2) a právní rozbor rozdílné délky platnosti licence pro společnosti RadioMobil a Eurotel Praha od advokátní kanceláře Baker & McKenzie s.r.o., kterou se společnost O2 Czech Republic, a.s. cítí znevýhodněna v hospodářské soutěži oproti společnosti T-Mobile Czech Republic a.s., jejíž přiděl má platnost až do roku 2024.

4. Oceňování aktiv na základě očekávaného výnosu

Cílem podnikání, jak se píše ve všech obecných učebnicích a jak je vnímáno veřejností, je zisk. Zisk ve své správné účetní podobě je rozdílem výnosů a nákladů a představuje tak přírůstek vlastního kapitálu firmy za hodnocené období. Zisk ale nic nevypovídá o potřebě vynaložení peněz, investic na udržení resp. růst zisků v dalších letech. Zisk také nic nevypovídá o tom, jaké peněžní částky je možné z firmy odnímat v podobě podílů, dividend, aniž by byla narušena dlouhodobá udržitelnost podnikání.

Zisk a jeho součet za určité období proto nevypovídá přesně o hodnotě aktiv firmy, která závisí nejen na výsledcích hospodaření v minulých letech, ale i na výsledcích očekávaných v budoucích letech.

Základním měřítkem při hodnocení úspěšnosti podnikání, ať již firmy jako celku, nebo jednotlivých částí, nebo jednotlivých investic, je tržní hodnota firmy resp. jejího majetku. Tržní hodnota zajímá jak jednotlivé zúčastněné strany při transakci, převodu majetku, tak i akcionáře, vlastníky firmy, kteří by mohli držené podíly za tuto cenu prodat nebo naopak nakoupit.

Rozhodování o podnikání a zejména o zásadních investicích se proto musí řídit kritériem tržní hodnoty, tj. zda rozhodnutí přispívá k růstu tržní hodnoty nebo naopak k jejímu snížení. Majetek, který je pořízen jako dlouhodobá investice pro další podnikání je nutno posuzovat stejným měřítkem jeho tržní hodnoty. Stejně jako firma nebo podíl na firmě je tržní hodnota jedné položky majetku, investice, závislá na tom, jaký příspěvek z využívání tohoto majetku plyne pro tržní hodnotu firmy jako celku. Takto stanovenou reálnou, férovou tržní cenu by měl zaplatit případný nabyvatel majetku a naopak obdržet jeho současný držitel.

Rozhodnutí, které vede ke snížení tržní hodnoty firmy, případně např. pořízení investice za částku, která neodpovídá tržní hodnotě majetku, je možno označit za chybné. Problém reálného života je v tom, že zatímco pořizovací cena majetku v době uskutečnění transakce je známa, tak budoucí peněžní toky, spojené s využíváním tohoto majetku může každá ze zúčastněných stran odhadovat různě.

Pro stanovení tržní hodnoty aktiv se standardně používá model, založený na budoucích volných peněžních tocích (cash flow), které jsou diskontovaně sčítány za relevantní období (viz např. [11]). Podrobně tuto metodu definuje a rozvíjí např. i mezinárodní účetní standard IAS36 v části, týkající se oceňování majetku při stanovení tzv. zpětně ziskatelne částky z aktiva, resp. hodnoty z užívání aktiva.

Metodu, založenou na diskontování budoucích volných peněžních toků uvádí i zákon o oceňování majetku v ČR č. 151/1997 Sb. v platném znění a navazující vyhláška 441/2013 Sb. Oceňování majetkových práv se dle zákona má provést následovně:

- Majetková práva se oceňují výnosovým způsobem jako součet diskontovaných budoucích ročních čistých výnosů vyplývajících z užívání těchto práv.
- Způsob diskontování stanoví vyhláška.
- V § 17 vyhlášky je dále uvedeno, jak se zjistí roční čistý výnos a počet let užívání.

Dle mezinárodních oceňovacích standardů lze obecně pro určení hodnoty aktiv použít metody, založené na účetních datech, ocenění v reprodukční hodnotě, srovnávací nebo výnosovou metodu. Kromě výnosové metody ty ostatní nelze použít, neboť

- a) zůstatková hodnota přídělu jako nehmotného aktiva bude v okamžiku prodlužování nulová (plně odepsaná cena pořízení z roku 1996)
- b) radiové spektrum je přírodní zdroj, který není výsledkem lidské práce, takže o jeho reprodukční hodnotě nemá cenu hovořit
- c) použít srovnání s platbou, za které se obdobné právo udělovalo v některé ze sousední zemi nelze, protože nemáme k dispozici informace o **dostatečném množství srovnatelných** případů.

Jako jediná použitelná metoda tak zbývá **metoda tzv. výnosová**. Výše citovaný zákon hovoří poněkud nepřesně o „čistých výnosech“, ve skutečnosti jsou výnosové metody založeny na diskontovaném součtu budoucích peněžních toků, tedy rozdílu příjmů a výdajů.

Zisk jako rozdíl výnosů a nákladů je založen na tzv. akruálním principu, který nehodnotí reálný tok peněžních příjmů a výdajů, ale hodnotí, kdy byla daná transakce realizována. V účetnictví se tak např. objeví odpisy jako náklady během životnosti, ačkoli peněžní částka byla dodavatelům zaplacená v období výstavby, nebo bude placena později formou umořování úvěru. Naproti tomu investovat do podnikání lze pouze reálné peníze (a získávat z nich případně další výnosy), proto nelze založit stanovení hodnoty firmy na účetních výnosech a nákladech.

Jestliže se investuje, zaplatí se za pořízení nové investice v době její realizace, dochází tím současně ke ztrátě možnosti investovat tuto částku do jiných aktivit a z nich získat další výnos (opportunity cost, cena ztracené příležitosti). Proto nelze peněžní toky budoucích příjmů a výdajů počítat pouze aritmeticky, ale je nutné uvážit rozdílnou cenu peněz v čase.

Hodnocení podnikatelských záměrů je proto obecně založeno na výpočtu tzv. čisté současné hodnoty budoucích volných peněžních toků NPV, s uvážením veškerých příjmů za dobu životnosti, stejně tak veškerých výdajů, včetně výdajů na pořízení investic. Kladná hodnota NPV znamená, že je dosaženo většího výnosu vloženého kapitálu, než je cena ztracené příležitosti, a naopak. Správně vypočtená hodnota NPV je proto nejlepší aproximací ceny, kterou by měl případný kupující za projekt, firmu nebo majetková práva zaplatit.

Výnosovou metodou se tedy hodnota aktiv zjišťuje jako diskontovaný součet hotovostních toků (příjmů a výdajů) plynoucích z užívání těchto aktiv. Použitím diskontování se implicitně uvažuje dosažení výnosu ve výši použité diskontní míry (diskontu).

Vzorec pro výpočet čisté současné hodnoty NPV je následující:

$$NPV = \sum_{T=0}^{T_p} CF_T \cdot (1+r)^{-T} \quad (1)$$

kde

| | | |
|--------|---|-------|
| CF_T | hotovostní tok (čistý výnos) v roce T | [Kč] |
| T_p | doba využívání majetkových práv | [rok] |
| r | diskontní míra | |

Klíčovými faktory pro vyčíslení NPV jsou:

- hotovostní toky příjmů a výdajů
- diskontní míra

Hotovostní toky vycházejí z očekávaných hodnot v daném roce.

Diskontní míra odpovídá výnosu obdobných investic se shodným rizikem. Pro stanovení diskontní míry se nejčastěji využívá tzv. vážená cena kapitálu WACC, která je váženým průměrem výnosu vlastního kapitálu a cizího kapitálu (úvěrů) se zohledněním daňových aspektů. Výnos vlastního kapitálu je tam, kde funguje kapitálový trh, určován pomocí modelu CAPM. Takto stanovená diskontní míra udává, jaký výnos může investor realizovat z obdobných investic například investicemi na kapitálových trzích. Pro určení diskontu pro ocenění kmitočtového pásma proto vyjdeme z hodnot platných a používaných v ČR pro telekomunikační odvětví.

ČTÚ vydal dne 8. prosince 2011, s účinností od 1. ledna 2012 Opatření obecné povahy č. OOP/4/12.2011-19 – viz [5], kterým změnil opatření č. OOP/4/03.2006-3 tak, že v čl. 1 určuje náklady vloženého kapitálu:

„(2) Procento návratnosti vloženého kapitálu před zdaněním WACC činí pro stanovený podnik zajišťující síť elektronických komunikací nebo poskytující veřejně dostupnou službu elektronických komunikací 8,26 % .„

5. Radiové spektrum jako omezený přírodní zdroj z ekonomického hlediska

5.1. Omezenost přírodních zdrojů

Jeden ze základních úkolů ekonomie jako vědy je výzkum optimálního hospodaření s omezenými zdroji, tak aby byly co nejvíce uspokojeny rostoucí potřeby lidské společnosti. Potřeby lidí jsou ve své podstatě neomezené, nicméně prostředky k jejich uspokojení omezeny jsou, a proto je s nimi třeba racionálně hospodařit, aby bylo možno výše zmíněné potřeby uspokojovat postupně na stále vyšší úrovni.

Nejdůležitějším omezeným přírodním zdrojem pro operátory mobilních sítí je kmitočtové spektrum vlnění elektromagnetického pole, vymezené horní a dolní frekvencí daného pásma. Jeho omezenost tedy spočívá v maximální možné rychlosti přenosu informací v komunikačních kanálech, na něž lze tento kmitočtový interval rozdělit v určitém místě (na určitém území) a v určitém čase (časovém intervalu). Řízení komunikace v těchto kanálech umožňuje provozovat síť mobilních komunikací podobným způsobem jako je provoz pevné sítě, tzn. komunikace mezi dvojicemi koncových bodů, s tím rozdílem (který znamená zvýšení užitné hodnoty pro účastníky oproti pevné síti), že koncové body = účastníci, se mohou pohybovat bez přerušení komunikace po rozsáhlém území zemského povrchu neomezeným hranicemi států.

Omezenost využití spočívá v tom, že pokud je právo užití kmitočtového intervalu uděleno určitému podnikatelskému subjektu (operátorovi) pro zabezpečení provozu v jeho síti, nesmí jiné operátorské subjekty (ani nikdo jiný) do toho intervalu zasáhnout svým provozem, jinak dojde ke vzájemnému škodlivému rušení a komunikace tím bude znehodnocena.

Kmitočtové pásmo samo o sobě je přírodním zdrojem, jenž si nelze jako věc v právním smyslu přivlastnit, nelze se jej zmocnit, žádný subjekt jej nemůže ovládnout, protože pokud by se o to pokusil, kdokoli jiný to může narušit škodlivým rušením a užitek z komunikace nebude mít nikdo. Všeobecným zájmem tedy je jej prohlásit za všeužitečný přírodní zdroj a na jeho využívání se dohodnout.

Kmitočtové pásmo vlastnit tedy nelze, právo na jeho používání však vlastnit lze. Toto právo používání je třeba pro držitele zajistit a pro toto zajištění má nejlepší podmínky stát jako nástroj moci s donucovacími prostředky pro dodržování dohodnutých resp. stanovených pravidel. Orgánem, který má pověření dohlížet nad radiokomunikačním provozem je Státní inspekce radiokomunikací. Ta spadá pod gesci Českého telekomunikačního úřadu, jenž je pověřen správou kmitočtového spektra.

V České republice se používá zatím světově nejrozšířenější systém správy spektra, tj. tzv. „command control system“, tedy systém přidělový, kdy ČTÚ přiděluje právo použití určitého pásma svým rozhodnutím, které respektuje mezinárodně přijatá pravidla a vnitrostátní zákony. Při tom má povinnost se snažit ze společenského hlediska o optimální využití spektra, tedy vybírá ze zájemců o právo na využití ty, kteří mají pro to nejlepší technicko-ekonomické předpoklady.

V určitém kmitočtovém intervalu je tedy omezený počet frekvenčních kanálů, které lze určitým subjektům přidělit. Operátorské subjekty přirozeně soutěží o právo užití, neboť toto právo jim umožňuje dosahovat ekonomického efektu. Na základě tohoto efektu lze právo použití spektra ocenit. Nejlepším způsobem, jak zjistit cenu práva je jeho dražba, protože jedině podnikatelské subjekty samy mají nejlepší informace, na jejichž základě jsou ochotny zaplatit určitou cenu za získání práva. Další možností jak určit hodnotu práva, je na základě dostupných ekonomických informací toto právo ocenit pomocí výpočtu kumulovaného diskontovaného peněžního toku – čisté současné hodnoty, který lze předpokládat s určitou pravděpodobností za určitý počet let budoucího období, na nějž je právo udělováno.

Výhodou kmitočtového spektra jako omezeného přírodního zdroje je to, že se používáním neopotřebovává, tedy právo použití lze udělit v určitém časovém intervalu jednomu subjektu a v následujícím intervalu jinému subjektu, který má lepší předpoklady toto právo zhodnotit. Užitečná hodnota radiového spektra pro určitou formu komunikace je dána jeho fyzikálními vlastnostmi (způsob šíření v terénu a rychlost přenosu informací), tedy vhodností pro ten který druh telekomunikační služby.

Opotřebením však podléhají zařízení sítí, které toto spektrum využívají ke svému provozu. Fyzické opotřebením přitom není tak důležité jako opotřebením morální, spočívající ve vývoji nových a účinnějších prostředků, které mohou dané spektrum zužitkovat efektivněji.

Radiové spektrum lze v tomto případě přirovnat k jinému základnímu přírodnímu zdroji, kterého lidstvo využívá, tj. k půdě na povrchu Země, ve smyslu jejího užití pro lov, zemědělství, těžbu surovin, stavbu budov, infrastrukturních sítí, rekreaci apod.

5.2. Náklady příležitosti (opportunity cost)

Náklady příležitosti jsou definovány jako výnos nejlepší nevyužití příležitosti, který je ztracen, dojde-li k rozhodnutí pro jednu ze vzájemně se vylučujících se alternativ.

Hodnotu spektra tedy můžeme odhadovat podobně jako hodnotu pozemku (např. zemědělské půdy), na základě výnosu, který nám využívání daného přírodního zdroje přináší.

Tento výnos lze porovnat se střední hodnotou výnosu investovaného kapitálu v ekonomice (s podobnou mírou rizika). Přisoudíme mu pak stejnou základní hodnotu.

5.3. Cena přírodního zdroje

Pokud zanedbáme rozdíl mezi přírodním zdrojem a kapitálem (přírodní zdroj je dlouhodobě omezený a na rozdíl od kapitálu není výsledkem lidské práce) a budeme jej považovat za určitý druh kapitálu, lze pomocí výsledného výnosu, který nám periodicky poskytuje, stanovit jeho základní hodnotu pomocí srovnání s výnosem peněžního vkladu do banky (či jiného druhu podnikání s odpovídající mírou rizika).

Např. jestliže víme, že vklad ve výši 1 000 000 Kč investovaný do nákupu obligace s roční mírou výnosu 5 % nám přinese každý rok 50 000 Kč, lze jiný výnos touto výnosovou mírou vydělit a získat příslušnou hodnotu kapitálu dle vzorce:

$$K = \frac{V}{r} \quad (2)$$

| | | |
|------------|------------------------------------|------------------------|
| kde K je | hodnota kapitálu základního vkladu | [PJ –peněžní jednotka] |
| V | roční výnos | [PJ] |
| r | střední míra výnosu | [-, %] |

5.4. Cena rádiového spektra

Firma působící na trhu služeb elektronických komunikací využívá pro svou činnost práci svých zaměstnanců, která je ohodnocena jejich mzdou resp. práci zaměstnanců jiných firem, která je ohodnocena platbami za poskytované služby. Dále pak používá kapitál v podobě zařízení sítě, prostřednictvím které poskytuje služby. Pokud je to síť mobilních komunikací, využívá ke své činnosti přírodní zdroj typu rádiového spektra.

Investorům (vlastníkům, akcionářům, společníkům, ale např. i financujícím bankám a investičním fondům...) jde především krátkodobě o zisk podniku a dlouhodobě o růst čistého obchodního jmění, neboli vlastního kapitálu firmy, do které investovali své peníze v podobě základního kapitálu podniku. Jde jim tedy o dostatečně vysokou hodnotu ukazatele *ROE* – rentability vlastního kapitálu jako poměru čistého zisku k vlastnímu kapitálu firmy, která umožní případně i vysokou hodnotu poměrné dividendy.

Pro náš účel – stanovení odhadu ceny práva užití rádiového spektra z celospolečenského hlediska, je však důležitější ukazatel *ROA*, tzn. poměr **provozního zisku** (hospodářského výsledku před zdaněním a před úroky známý pod anglickou zkratkou *EBIT*) a **celkových aktiv** resp. celkového kapitálu (celková aktiva = celková pasiva = bilanční suma) použitým k hospodářské činnosti firmy.

Pokud by bylo právo na použití určitého frekvenčního pásma „prodáváno na věčné časy“, tedy **na dobu neurčitou** a byl by nastolen **trh s právy** (radiospectrum trading) místo přidělového systému (command control), lze odvodit poměrně jednoduchou metodu odhadu ceny vycházející z principu nákladů příležitosti pomocí velikosti výnosu, který díky jeho používáním vzniká. Důležitým faktem přitom je neopotrebovatelnost pásma používáním, tedy neodepisovatelnost tohoto dlouhodobého nehmotného majetku. Je to **rozdíl od licence** či **přídělu**, který je udělován na určitou dobu, dle které se počítají odpisy, tudíž je nehmotným majetkem odepisovatelným. I jiná aktiva typu přírodních zdrojů se neodepisují, jako je tomu třeba v případě pozemků, protože se používáním neopotrebovávají.

Pokud by byl vydělen roční výnos operátorů¹ charakterizovaný např. provozním ziskem (součet *EBIT* mobilních operátorů) obvyklou výnosností aktiv podniků fungujících na území ČR, charakterizovaných jejich průměrnou hodnotou *ROA*, byla by vypočtena teoretická hodnota potřebného celkového kapitálu pro dosažení ekvivalentního výnosu u standardní průměrné firmy v ČR. Pokud se od této teoretické hodnoty kapitálu = aktiv pro daný výnos odečte skutečná účetní hodnota celkového kapitálu operátorů, obdrží se kladný rozdíl, který odpovídá maximální hodnotě přírodních zdrojů používaných pro podnikání, tedy v konkrétním případě u mobilního operátora – hodnotu práva používání rádiového spektra včetně dalšího přírodního zdroje a to jsou účastnická čísla (adresy) dle vzorce:

$$CKS = \frac{EBIT}{ROA_{\phi}} - A \quad (3)$$

| | | | |
|------------------------|----|--|------|
| kde <i>CKS</i> | je | hodnota práva použití rádiového spektra | [PJ] |
| <i>EBIT</i> | | roční provozní zisk operátorů | [PJ] |
| <i>ROA_φ</i> | | průměrná rentabilita aktiv podniků v ČR | [-] |
| <i>A</i> | | celkový kapitál = čistá aktiva operátorů | [PJ] |

Nevýhodou nastíněné metody je používání účetního provozního zisku místo peněžních toků a obtížnost oddělení přínosu kmitočtového spektra od přínosu jiných používaných přírodních zdrojů (čísel nebo adres) a know-how, které je používáno v sektoru mobilních komunikací a nerespektování očekávaného vývoje hospodaření v segmentu mobilních komunikací v budoucích letech. Výhodou by naopak bylo, že nebylo nutno v budoucnosti řešit problém ocenění přidělu kmitočtových pásem, protože operátoři by mohli tato svoje práva prodat či pronajmout dalším subjektům.

5.5. Problematika určení hodnoty dalšího používaného omezeného přírodního zdroje – číselného plánu (adres)

Mobilní operátoři používají ke své činnosti kromě frekvenčního pásma i další omezený přírodní zdroj a to jsou čísla pro účastníky telekomunikačního provozu, představující účastnickou adresu označující každý koncový bod sítě. Bez této adresy by nebylo možno vyhledat koncové body, které poptávají spojení za účelem přenosu informací mezi nimi. S rostoucím počtem účastníků v sítích elektronických komunikací na světě, roste i délka čísla (adresy) účastníků (počet cifer čísla či počet znaků adresy). S rostoucí délkou čísla (adresy) roste složitost řídicích systémů, tedy jejich nákladnost. Především pak ale roste spotřeba času pro volbu čísel a vyhledání cíle. Přitom omezenost času života každého jedince je ten základní omezený přírodní faktor, z jehož omezenosti plyne omezenost i dalších přírodních faktorů.

Otázkou je, v jakém poměru se podílí přírodní zdroj typu účastnických čísel (adres) na celkových ekonomických výsledcích mobilních operátorů a kolik zbývá na přírodní zdroj typu frekvence. Pro odhad tohoto podílu lze využít porovnání výsledků mobilních operátorů s operátory pevných sítí. Operátoři pevných sítí používají jako hlavní přírodní zdroj totiž pouze čísla. Tedy kromě

¹ Průměrný roční výnos za víceleté období.

přírodního zdroje typu pozemků, do kterých ukládají (či po kterých vedou) spojovací vedení. Za použití těchto pozemků ale platí v podobě platby za věcná břemena, anebo nájemné, takže odměnu za použití tohoto přírodního zdroje vlastníků mají v nákladech. Také mobilní operátoři používají pozemky a evidují náklady za jejich použití. Pro zjištění hodnoty přírodního zdroje typu čísla a frekvence zůstává diskontovaný součet volných peněžních toků. Pro účely ocenění spektra není třeba zjišťovat absolutní hodnotu čísel, jde jen o poměr, v jakém přispívají k tvorbě volného peněžního toku.

Tento poměr lze zjistit na základě prognózy volného peněžního toku obou segmentů elektronických komunikací viz kapitola 8. Volný peněžní tok bude počítán přímou metodou jako rozdíl příjmů a výdajů obou segmentů a bude vycházet z dosavadních trendů.

$$p_f = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T \frac{CF_{Ft}}{q_F^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{CF_{Mt}}{q_M^t}} \quad (4)$$

| | | | |
|-----|-----------|----|---|
| kde | p_f | je | podíl přírodního zdroje typu frekvenčního pásma na celkovém přínosu přírodních zdrojů pro mobilního operátora |
| | CF_{Ft} | | volný peněžní tok fixních operátorů v roce t [mil. Kč] |
| | CF_{Mt} | | provozní zisk mobilních operátorů v roce t [mil. Kč] |
| | q_F | | diskont před zdaněním ($q=1+r$) v segmentu fixních operátorů |
| | q_M | | diskont před zdaněním v segmentu mobilních operátorů |
| | T | | pořadové číslo posledního roku prognózovaného období |

Takto zjištěným poměrem lze vynásobit čistou současnou hodnotu budoucích peněžních toků mobilních operátorů a tento součin použít k ocenění používaného frekvenčního pásma. Na základě prognóz peněžních toků dle zásad uvedených v 8 kapitole od roku 2016 do roku 2025, poměr součtu provozních zisků fixních k mobilním operátorům při diskontu $q = 1,0826$ vychází **0,112**. Čistá současná hodnota volných peněžních toků mobilních operátorů jako základ pro ocenění nehmotného aktiva v podobě práva na použití frekvenčního spektra by se tedy měla snížit koeficientem:

$$1 - 0,112 = \mathbf{0,888}$$

tedy zhruba 11,2 % přisoudit ocenění čísel a 88,8 % pro ocenění používaných frekvencí.

6. Specifika oceňovaného spektra z technického hlediska

6.1. Technologická východiska k ocenění spektra

Předmětem ocenění jsou pásma GSM označovaná „900 MHz“ a „1 800 MHz“. Pásmo 900 MHz obsahuje 194 kanálů, každý o šířce 2 x 0,2 MHz. První část spektra 876 MHz – 915 MHz je vyhrazena pro vzestupný směr (Uplink), tj. pro komunikaci mobilní stanice se základovou stanicí a druhá část 921 MHz – 960 MHz pro sestupný směr (Downlink), tj. pro komunikaci základové jednotky s mobilní stanicí. Duplexní odstup mezi vzestupným a sestupným směrem je 45 MHz.

Pásmo 1 800 MHz obsahuje celkově 374 kanálů, každý kanál má šířku 2 x 0,2 MHz. První část spektra 1 710 – 1 785 MHz je vyhrazena pro vzestupný směr (Uplink) a druhá část 1 805 – 1 880 MHz pro sestupný směr (Downlink). Duplexní odstup mezi vzestupným a sestupným směrem je 95 MHz.

Současný stav odpovídá využití dotyčných pásem technologií GSM, tedy sítěmi 2. a 2,5. generace. Ve výhledu 10 let dojde k postupnému přechodu i v těchto pásmech na síť 4. generace (LTE a LTE-A). Na konci 10-letého období se předpokládá, že pro 2G/2G5 bude využita jen malá část kmitočtového přidělu nutná pro kompatibilitu s touto, v té době už dosluhující technologií. Podpora 2G/2G5 bude podle předpokladů zastavena v horizontu 15 let. Souběžně s tím se předpokládá v horizontu 15 let postupný nástup další generace - technologie 5G.

6.2. Obecné technické aspekty ovlivňující využitelnost kmitočtového spektra

Schopnost využít přidělené frekvenční spektrum závisí na mnoha technických okolnostech. Pásma GSM se využívají na daném území vícenásobně, a to na principu buňkových sítí, kdy základnová stanice obsluhuje vždy příslušnou buňku. Určitý frekvenční kanál se tak využívá vícenásobně na různých částech území a pro různé koncové uživatele.

V souladu s technologickými trendy i na základě [1] lze konstatovat, že efektivní využití pásma GSM v horizontu 15 let zajistí technologie 4. generace (E-UTRA, LTE-A), jejichž možnosti se prakticky přiblížily teoretickým fyzikálním limitům. V současnosti provozované systémy LTE mají v reálném provozu zhruba desetinásobně vyšší spektrální efektivitu oproti systémům 2G. Další zvyšování úhrnné kapacity v daném rádiovém kanálu na daném území se dosahuje zahušťováním sítě. Dalšími technikami k zajištění kapacity je agregace kanálů, sdílení spektra a rozvoj diverzifikačního příjmu (MIMO).

Přehled jednotlivých vlivů na využitelnost spektra.

Úroveň rušení a interferencí od jiných systémů (ovlivňuje odstup signálu od šumu – SNR). Zásadní rozdíl z tohoto pohledu je mezi individuálním oprávněním a všeobecným oprávněním (bezlicenční provoz) k využívání kmitočtového pásma. Poplatek za individuální oprávnění zaručuje poskytovateli nerušený provoz služeb s možností garance kvality služby.

Technologická vyspělost zařízení, tedy schopnost maximálně využít kmitočtové pásmo pro digitální přenos. Udává se pomocí **spektrální účinnosti** v bit/s/Hz. Závisí na kanálovém kódování (počet stavů modulace, zabezpečení proti chybám – kódovém poměru, režii přenosu – množství nezbytné služební komunikace).

Efektivita pokrytí území souvisí s problémem kmitočtového plánování, kdy je snaha o minimální počet rozdílných kmitočtových pásem nutných pro pokrytí území buňkovou sítí pro vyloučení interferencí mezi buňkami. Klíčovou charakteristikou buňkové sítě je možnost používat stejnou frekvenci v různých buňkách pro zvýšení jak pokrytí, tak kapacity. Faktor znovupoužití frekvence je poměr $1/K$, kde K je počet buněk, které nemohou používat stejné frekvence pro vysílání. Obvyklé hodnoty jsou $1/3$, $1/4$, $1/7$, $1/9$ a $1/12$. Při použití N sektorových antén na jedné základnové stanici, lze poměr zapsat jako N/K , který pak zároveň označuje rozdělení frekvence mezi N sektorů (např. $3/4$ u GSM). Systémy využívající kódový nebo ortogonální frekvenční multiplex (UMTS, LTE) používají jednofrekvenční síť a mezibuňkový management rádiových prostředků pro koordinaci přidělování prostředků mezi základnovými stanicemi a pro omezení mezibuňkového rušení.

Velikost buňky

Dosah základnové stanice – souvisí jednak s použitým kmitočtem (nižší kmitočty umožňují vyšší dosah), a jednak s hustotou účastníků v dané oblasti. Ve městech je třeba vytvářet buňky s menším poloměrem, aby bylo možno obsloužit více uživatelů bez vyšších nároků na počty frekvenčních kanálů. Ze vztahu pro útlum šíření elektromagnetické vlny ve volném prostoru:

$$A_0 = 10 \log \left(\frac{4\pi \cdot d}{\lambda} \right)^2 = 20 \log \frac{4\pi \cdot d \cdot f}{c_0} \quad (5)$$

| | | | |
|-----|-----------|---------------------------------------|-------|
| kde | A_0 je | útlum vlnění elektromagnetického pole | [dB] |
| | d | vzdálenost od zdroje vlnění | [m] |
| | λ | délka vlny | [m] |
| | f | frekvence vlnění | [Hz] |
| | c_0 | rychlost světla ve vakuu | [m/s] |

platí přímá úměra mezi snižováním frekvence f a zvyšováním vzdálenosti d (při zajištění shodného útlumu). Nižší kmitočtová pásma tedy přinášejí vyšší užitnou hodnotu, protože umožňují budovat síť s nižší hustotou základnových stanic.

Tuto skutečnost lze zohlednit při výpočtu ceny C_f za práva používat spektrum dvěma následujícími způsoby. V prvním případě lze uvažovat nepřímou úměru, tedy zohledňovat míru vyššího dosahu komunikace (odpovídá spíše komunikaci bod-bod):

$$\frac{C_{f1}}{C_{f2}} = \frac{f_1}{f_2} \quad (6)$$

V druhém případě lze uvažovat nepřímou úměru v kvadrátu, tedy zohledňovat míru větší plochy pokrytého území, resp. nižší potřebnou hustotu základnových stanic (odpovídá spíše komunikaci

bod-mnoho bodů, tedy typicky buňkovým systémům):

$$\frac{C_{f_1}}{C_{f_2}} = \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^2 \quad (7)$$

V hustě obydlených oblastech se však této výhody nevyužije (velikost buňky bude menší z důvodu požadované kapacity - viz výše). Ve velké části případů má také daný operátor přiděleny kmitočty z nižší a vyšší části spektra, vhodně je v síti kombinuje (nižší kmitočtová pásma na venkově, vyšší ve městech), příp. využívá i v rámci jedné buňky (nižší kmitočty obsluhují širší okolí obce, vyšší kmitočty obsluhují vlastní obec). Z hlediska pokrytí určitého počtu účastníků (uspokojení služeb) tak ve výsledku vycházejí rozdílné kmitočtové oblasti pásma GSM v případě hustě a středně osídlených oblastí obdobně (při správném postupu kmitočtového plánování). Náročnější je pokrytí řídko osídlených oblastí, komunikací, dálnic a železničních koridorů. Obecně platí, že operátor s daným přidělením kmitočtů je schopen obsloužit dané území (pokryt požadovaný rozsah populace – typicky 90 až 95%) pomocí plánování pokrytí signálem s vyššími či nižšími investičními náklady podle výsledné hustoty základnových stanic.

Dále je nutno respektovat, že praktické situace se mohou výrazně lišit od situace šíření ve volném prostoru, zejména pokud jde o hustě zastavěnou oblast (obce, města). Zde se používají složitější modely, jak uvádí např. doporučení ITU-R P.1546-5 (Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz, 09/2013) a ITU-R P.1812 (A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the VHF and UHF bands, 09/2013).

Uvedená skutečnost se zohlední **vážením jednotlivých pásem koeficientem k_f** , jak bude uvedeno dále.

Pokrytí interiéru budov.

Základní výpočty pokrytí území obsluhovaného mobilní sítí se provádějí pro venkovní prostředí (outdoor). Pokud se uvažuje pokrytí uvnitř budov (indoor), je přídatný útlum šíření elektromagnetické vlny závislý na kmitočtu, materiálu stěn a celkové konfiguraci zastavěné oblasti. Doporučení ITU-R P.1812-3 [7] uvádí hodnoty útlumu při prostupu signálu do budovy tabulkou 3, která obsahuje následující hodnoty:

| Frekvence | Střední hodnota | Směrodatná odchylka |
|-----------|-----------------|---------------------|
| [GHz] | [dB] | [dB] |
| 0,2 | 9 | 3 |
| 0,6 | 11 | 6 |
| 1,5 | 11 | 6 |

Tab. 1 – Hodnoty útlumu při prostupu signálu do budovy [7]

Přitom se předpokládá postupné experimentální zpřesňování hodnot. Lze využít odkazu (<http://lte.ctu.cz/rk/vypocet-pokryti>), který se vztahuje k dokumentu „Metodický postup a

základní podmínky pro výpočet pokrytí a kontrolní měření dodržení podmínek stanovených držitelům přidělu rádiových kmitočtů“, který tvoří přílohu 3 „Vyhlášení výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné komunikační sítě v pásmech 800 MHz, 1 800 MHz a 2 600 MHz“ (zjednodušeně označovaný „Aukce LTE“).

Příloha 3 Vyhlášení stanovuje jako možné pro výpočet pokrytí modely šíření signálu podle doporučení ITU-R P.1546 a ITU-R P.1812. Český metrologický institut Praha provedl ve spolupráci s ČTÚ porovnání modelů šíření signálu s daty naměřenými v terénu při provozu zkušebních základnových stanic i s daty předloženými držiteli přidělu rádiových kmitočtů. Na základě těchto porovnání byl jako model poskytující přesnější výsledky vyhodnocen model podle doporučení ITU-R P.1812.

Porovnáním stanovených limitů pro pokrytí signálem outdoor a indoor lze dospět k následujícím hodnotám útlumu při prostupu signálu do budovy:

| Frekvence [MHz] | Útlum [dB] | koeficient k_i |
|--------------------|---------------|---------------------|
| 800 | 9 | 1 |
| 1800 | 11 | 0,8 |
| 2600 | 13 | 0,63 |

Tab. 2 – Hodnoty útlumu při prostupu signálu do budovy z měření ČMI

Pro přepočítání ceny bude použit koeficient reflektující rozdílnou hodnotu spektra (nižší kmitočty prostupují do budov lépe než vyšší). Pro pásma 800/1800 je rozdíl 2 dB, což odpovídá poměru 0,8 (přepočítáno na ekvivalentní nižší dosah bezdrátové komunikace – útlum je přepočítáván jako $20\log(d)$). Obdobně pro pásmo 2 600 MHz.

Uvedená skutečnost se zohlední **vážením jednotlivých pásem koeficientem k_i** , jak bude uvedeno dále.

Sektorizace

Rozdělení buňky do sektorů (kruhových výsečí) umožňuje vícenásobné využití frekvenčního kanálu v rámci jedné buňky. Typicky se používá 2 až 6 sektorů v jedné buňce. Díky směrovosti antén a jejich vyššímu zisku je díky sektorizaci rovněž možný i vyšší poloměr buněk.

Více paralelních cest (diverzitní příjem)

Jedná se o koncept MIMO (Multiple Input - Multiple Output) umožňuje stejný frekvenční kanál využít mezi základnovou stanicí a terminálem vícenásobně pomocí více anténních prvků a adaptivního potlačování interferencí. Typicky se využívají systémy 2x2 až 8x8. Na rozhraní více buněk lze příjem realizovat i paralelně z více základnových stanic.

Další aspekty, které se promítají do technické využitelnosti spektra:

- **Souvislost spektra** – spektrum rozdělené do velkého počtu subpásem, které na přeskáčku užívají různí operátoři není efektivně využitelné pro širokopásmové služby (je ovšem možno provést tzv. refarming - přeskupení přidělu tak, aby bylo po operátorech souvislé)
- **Šířka pásma** – pro širokopásmové služby má vyšší užitnou hodnotu větší šířka pásma – např. 20 MHz oproti 10, nebo 5 MHz

- **Nižší kvalita okraje pásma** (potenciální možnosti interferencí s jiným typem služeb – viz např. pásmo LTE 800 vs. DVB-T)

6.3. Popis současného stavu – GSM

Dotčená pásma jsou v současnosti využívána mobilním buňkovým systémem 2. resp. 2,5. generace (2G/2,5G) označovaného zkratkou GSM (Global System for Mobile Communication, dokument 3GPP TS 23.060 rel99). GSM využívá přístupovou metodu FDMA/TDMA (Frequency Division Multiple Access/Time Division Multiple Access). Radiový kanál šířky 200 kHz je tedy přidělen několika uživatelům, kteří využívají určený časový interval (jeden z 8). Základní využívanou modulací je GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) se dvěma stavy.

Hlasová komunikace

Primární službou mobilní sítě 2G/2,5G je hlasová komunikace. Radiový kanál šířky 200 kHz disponuje kapacitou 8 časově dělených hovorových kanálů (time-slot).

Přenosová rychlost zdrojově kódovaného hovorového signálu je 13 kbit/s (GSM Full Rate/EFR Enhanced Full-Rate) resp. 6,5 kbit/s (GSM Half-Rate). Jedná se o službu s přepojováním okruhů. Jeden časový kanál (time-slot) je schopen obsloužit jeden (Full Rate), resp. dva hovory (Half-Rate).

Praktické dimenzování rádiového rozhraní GSM sítě a z něj plynoucí kapacita pro hovorovou komunikaci je netriviální úlohou závislou na celé řadě faktorů, zejména:

- Celková šířka spektra, která je konkrétnímu operátorovi k dispozici.
- Zvolená metodika frekvenčního plánování, která je vždy kompromisem mezi efektivitou využití spektra a mírou interference. Je určena zejména **velikostí klastru $K=(1,3,7,9,12)$** , určuje se zvláště pro hovorové a pro služební broadcast kanály.
- Charakter pokrývané oblasti a použitých buněk různé velikosti (makro, mikro,...)
- Dovolенý/možný počet vysílačů (TRX) na buňku.
- Limitovaná využitelnost hovorových kanálů přidělováním pro náhodně vznikající požadavky v průběhu času. Z teorie systémů hromadné obsluhy vyplývá, že reálné vytížení hovorových kanálů bude vždy nižší než 100%.
- Předpokládané vytížení signalizačních kanálů. Jisté množství z celkového počtu fyzických kanálů je vždy nutno vyhradit pro přenos signalizace. V praxi je skutečný nárok na počet signalizačních kanálů o něco vyšší, kvůli zvýšeným nárokům na přenosy krátkých textových zpráv (SMS) oproti původním konceptům GSM sítě, které s využitím SMS pro účastnickou komunikaci prakticky nepočítaly.

Z technického pohledu nelze u technologie GSM předpokládat výrazné inovační snahy ani u výrobců technologií ani u provozovatelů sítí. Dominantním pro následující léta bude jen nejnutnější podpora uživatelů, jejichž koncová zařízení nepodporují 3/4G technologie. Celkově

se dá očekávat určitý tlak operátorů na ukončení podpory 2G ve prospěch využití uvolněného spektra pro 4G technologie.

Výchozí teoretická hovorová efektivita využití pásma je 40 hovorů/MHz. Tu je prakticky nutno korigovat faktorem znovupoužití frekvence $1/K$ (3 až 12), poměrem počtu hovorových a všech kanálů včetně signalizačních a dále faktorem vytížitelnosti kanálů z pohledu maximálního provozního zatížení. Praktická hovorová efektivita využití pásma je pak v rozsahu 2,3 až 12 hovorů/MHz.

Datová komunikace

Sítě 2G jsou zaměřeny na hlasové služby, umožňují však i datové přenosy. Datové přenosy jsou založeny na principu přepojování okruhu CSD (Circuit Switched Data) a umožňují dosahovat rychlostí 9,6 kbit/s, která byla později navýšena na 14,4 kbit/s. K dalšímu zrychlení došlo při nasazení systému HS-CSD (High Speed-Circuit Switched Data), který umožňoval použití více časových intervalů, kde rychlost 14,4 kbit/s připadá na jeden interval.

Sítě 2,5G rozšířily datovou komunikaci o možnost paketového přenosu GPRS (General Packet Radio Service). Na rádiovém rozhraní je dispozici fyzický kanál s přenosovou rychlostí 22,8 kbit/s. Výsledná přenosová rychlost závisí na způsobu kódování dat CS a počtu alokovaných kanálových intervalů. V GPRS jsou definovány čtyři typy kódování dat na rádiovém rozhraní. Jednotlivá kódování se liší úrovní zabezpečení dat.

Další navýšení umožňuje technologie EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution). Zvyšuje dosažitelné přenosové rychlosti díky vícecestavové modulaci 8-PSK. Přenášený symbol je vyjádřen 3 bity, přenosová rychlost tak vzroste 3x. Stejně jako u GPRS, jsou zde definována kódová schémata.

Spektrální efektivita pro datové přenosy tak vychází pro různá kódová schémata pro síť 2G5 od 0,32 do 2,4 Mbit/s/MHz. Tu je prakticky nutno korigovat faktorem znovupoužití frekvence $1/K$, což znamená spektrální efektivitu v rozsahu **0,03 až 0,8 Mbit/s/MHz**.

6.4. Využití spektra GSM ve výhledu 10 let – LTE

Přenos dat

Nově uvolněná pásma tzv. digitální dividendy (800 MHz) využívají technologii LTE (Long Term Evolution). Dle zásady efektivního využívání spektra bude tato technologie postupně adaptována i na pásma v současnosti využívaná technologií GSM. Rádiové rozhraní LTE je založeno na přístupových metodách OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) pro sestupný směr a SC-FDMA (Single-carrier FDMA) pro vzestupný směr. Hlavními znaky je využití kombinace systému MIMO (Multiple-input multiple-output) s mnohastavovou digitální modulací 64-QAM. Vedle nárůstu přenosové rychlosti je výrazným přínosem LTE výrazné snížení času odezvy na požadavek při přenosu dat (typicky 5 až 10 ms, což je cca stokrát méně oproti 2G5 a cca desetkrát méně oproti 2G).

Již v roce 2009 byla koncipovaná rozšířená specifikace LTE-Advanced, která již splňuje požadavky pro 4. generaci mobilních sítí (4G). Tyto požadavky se řeší přidáním následujících funkcí do LTE:

- Agregace nosných – umožňuje zvětšení šířky pásma (podporuje agregaci až pěti bloků po 20 MHz)
- Rozšíření přenosu ve vztupném směru pomocí MIMO 8x8 a doplnění Multi-site MIMO – prostorový multiplex složený z různých základnových stanic (spolupráce několika základnových stanic při přenosu jednoho datového toku, jednomu terminálu).

Spektrální efektivita pro datové přenosy vychází pro různá kódová schémata pro síť LTE od **1,3 do 5 Mbit/s/MHz**, pro MIMO 4x4 pak až **16,3 Mbit/s/MHz**.

Hlasová komunikace ve výhledu 10 let

Cílovou technologií pro hlasovou komunikaci v sítích LTE je standardizovaná paketová technologie VoLTE (Voice over LTE), zajišťující přenos hlasu v garantované kvalitě. Příchod VoLTE bude jedním z nejvýznamnějších příspěvků k funkční efektivitě využití spektra (odkaz - dle dokumentu ČTU 2014).

Hlasové služby jsou LTE síti poskytovány výhradně s využitím přepojování paketů, to v kombinaci s použitím efektivnějších kodeků a celkově vyšší spektrální účinnosti technologie LTE přináší znatelný nárůst kapacity systému. Jednoduché porovnání není vzhledem k celkové odlišnosti obou technologií (GSM/LTE) jednoduše možné, ale orientačně lze mluvit o nárůstu cca 15x oproti GSM EFR [9].

Přenosová rychlost zdrojově kódovaného hovorového signálu (úzkopásmový kodek AMR-NB) je 4,75 až 12,2 kbit/s podle požadované kvality. Prakticky se uvažuje nejnižší rychlost (nejhorší přípustnou kvalitu) 7,4 kbit/s.

Kapacita buňky je teoreticky 1,3 do 5 Mbit/s/MHz. Prakticky je nutno dostupnou rychlost korigovat poměrem kapacity vyhrazenou hovorovým a všem tokům kanálů včetně toků signalizačních a datových a dále faktorem vytižitelnosti kanálů z pohledu maximálního provozního zatížení (1:4 až 6). Z toho vyplývá **hovorová efektivita 17,8 až 167 hovorů/MHz**.

6.5. Využití spektra GSM v dlouhodobějším výhledu

V dlouhodobějším výhledu se počítá s vytvořením specifikace a postupnou implementací mobilních sítí 5. generace (5G). Rozšíření bude ve flexibilnějším využívání agregace nosných. V jedné síti a buňce bude možno kombinovat kmitočtová pásma původních systémů GSM (900, 1800 MHz) s pásmem LTE získaných z digitální dividendy (800 MHz), pásmem LTE získaných v budoucnu z digitální dividendy 2 (700 MHz) i s pásmo postupně opouštěnými technologiemi 3G (UMTS) ve prospěch pokročilejších systémů.

Dojde k dalšímu rozšíření techniky MIMO, jak Single-site MIMO, tak Multi-site MIMO. To bude podporováno systémem koordinované mnohabodové vysílání (Coordinated Multipoint),

který umožňuje koordinaci vysílání a přijímání přes různé základnové stanice s cílem zlepšení kapacity, kvality přenosu a pokrytí okrajů buněk.

Předpokládané vlastnosti sítí 5G (oproti sítím LTE):

- až 1000 násobný nárůst přenosové rychlosti na sektor (značně závisí na uvolnění dalších kmitočtů pro mobilní služby, počítá se s kanály širokými až v násobcích 100 MHz a dále s podstatným rozšířením technologie MIMO založené na tvarování vyzařovacích charakteristik anténních systémů);
- 10 až 100 násobný počet zařízení na sektor;
- 10 až 100 násobný nárůst rychlosti na terminál (až 10 Gbit/s, na okraji buňky 500 Mbit/s);
- 5 krát nižší zpoždění při přenosu;
- 10 krát vyšší výdrž baterie.
- snížení energetické náročnosti infrastruktury.

6.6. Shrnutí technologických východisek

Obecně se efektivita využití spektra zvyšuje, na druhou stranu se zvyšují nároky datových služeb na přenosovou rychlost (stejný užitek při vyšších požadavcích na přenosovou rychlost). Schopnost plateb za datové služby se při stoupající přenosové rychlosti zvyšuje pouze nepatrně. Z toho vyplývá klesající zhodnocení kapacity mobilní sítě, tedy pokles platby v Kč za KB přenesených dat a také Kč/kbit/s. Z hlediska platby za datové služby je relevantní objem přenesených dat (vzhledem k němu jsou také stanovovány datové limity k jednotlivým tarifům) spíše než dostupná přenosová rychlost.

6.7. Způsob výpočtu hodnoty práva použití pásma 900 MHz a 1800 MHz

Jde o rozdělení disponibilního volného peněžního toku v jednotlivých letech budoucího období do kmitočtových pásem dle jejich přínosu k jeho tvorbě.

Vstupní data a uvažované vlivy:

- Tržby v segmentech mobilních komunikací
 - Hovorové služby
 - Datové služby
- Pásmo využívaná pro mobilní komunikaci
 - Pásmo LTE 800
 - Pásmo GSM 900/1800
 - Pásmo UMTS 2100
 - Pásmo LTE 2600

- Vlivy
 - Frekvenční závislost dosahu a prostupnosti
 - Různá míra využití jednotlivých pásem
 - Nárůst klasických služeb nepatrný
 - Nárůst provozu pevných bezdrátových přípojek
 - Významný nárůst provozu M2M
- Časové měřítko
 - Výchozí stav hodnocení 2016, poslední známé údaje roku 2013
 - hovorový provoz 2G
 - datový provoz v kombinaci 2G/3G, začínající 4G
 - Koncový stav (2035)
 - hovorový provoz VoLTE
 - datový provoz LTE/LTE-A

Rozložení hodnoty spektra do kmitočtových pásem

Na základě kapitoly “Obecné technické aspekty ovlivňující využitelnost kmitočtového spektra“ byl navržen postup rozpočtu ceny spektra do jednotlivých kmitočtových pásem. Výpočet je proveden s ohledem na střední kmitočet pásma a šířku pásma a výslednou hodnotu přepočítává na jednotku kmitočtu 1 MHz. Uvnitř daného pásma se uvažuje konstantní hodnota na 1 MHz.

Pro každý rok budoucího období jsou prognózovány hodnoty jednotlivých koeficientů, z nichž nejvíce proměnlivým se jeví **korekční koeficient** k_a respektující využití kmitočtů, vzájemné poměry mezi soutěžiteli na trhu a další konsekvence. V následující tabulce je uveden přehled koeficientů v cílovém roce prognózovaného období, kdy se předpokládá cílové využití všech pásem pro mobilní technologie LTE-A (potenciálně mobilní sítě 5G) a vyrovnaný stav mezi soutěžícími operátory na trhu.

| Pořadí | Pásmo | Aktuální využití | Střední kmitočet | Šířka pásma | Koeficient kmitočtu | Koeficient indoor | Koeficient využití | |
|--------|-------|------------------|---|-------------|---------------------|-------------------|--------------------|--|
| n | [MHz] | | [MHz] | B_n | k_f | k_i | k_a | |
| 1 | 800 | LTE-A/5G | 826,5 | 60 | 1 | 1 | 1 | |
| 2 | 900 | LTE-A/5G | 917,5 | 70 | 0,81 | 0,98 | 1 | |
| 3 | 1 800 | LTE-A/5G | 1 794,5 | 150 | 0,21 | 0,8 | 1 | |
| 4 | 2 100 | LTE-A/5G | 2 045 | 120 | 0,16 | 0,75 | 1 | |
| 5 | 2 600 | LTE-A/5G | 2 595 | 140 | 0,1 | 0,63 | 1 | |
| 0 | 700 | LTE-A/5G | Tzv. digitální dividenda 2 – podmíněno přechodem na digitální TV 2 generace (DVBT-T2) | | | | | |

Tab. 11 Návrh koeficientů – koncový stav

Výpočet rozložení celkové hodnoty práva použití spektra $C=NPV$ pro n-té pásmo z celkem N pásem (zde N=5):

$$C_n = \frac{k_{fn} k_{im} k_{an} B_n C}{\sum_{m=1}^N k_{fm} k_{im} k_{am} B_m} \quad (8)$$

Přepočet ceny na jednotku spektra MHz

$$C_n^{MHz} = \frac{C_n}{B_n} = \frac{k_{fn}k_{in}k_{an}C}{\sum_{m=1}^N k_{fm}k_{im}k_{am}B_m} \quad (9)$$

Cena je kalkulována za prostý kmitočtový kanál. V případě duplexního páru kanálů FDD je cena dvojnásobná.

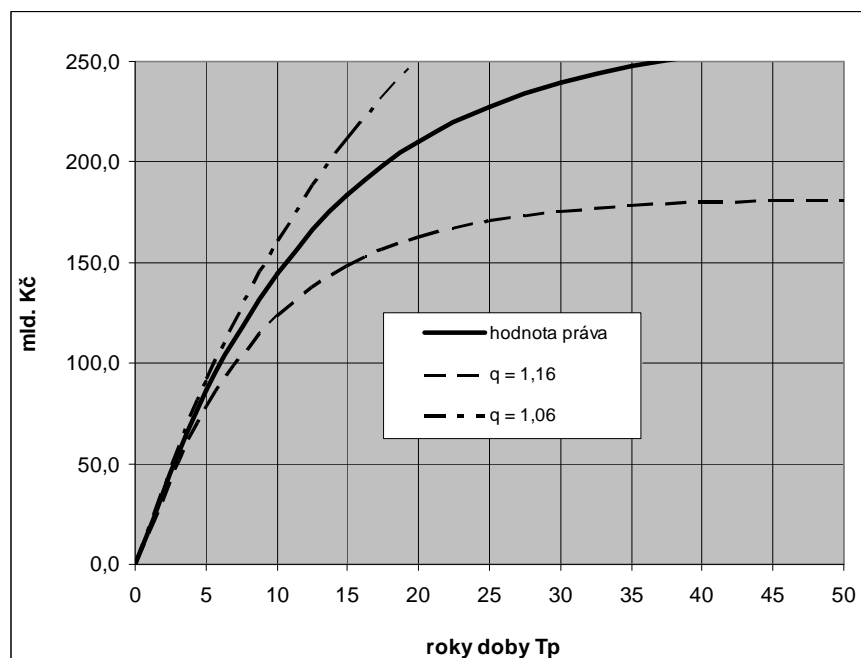
V závěru výpočtu je případně možno ještě uplatnit přepočet ceny okrajových pásem (snížení ceny s ohledem na potenciální interference), případně zvýhodnit souvislá pásma s vyšší šířkou, která mají lepší využitelnost pro širokopásmové služby.

7. Specifika oceňovaného spektra z hlediska hospodářské soutěže na mobilním trhu z hlediska jeho rozsahu, stávajícímu využití i času, ve které se bude přidělovat a době na kterou se bude přidělovat

Úkolem je ocenit právo použití radiového spektra poskytované na dobu určitou. Toto ocenění je podstatně složitější než oceňovat právo na dobu neurčitou. Dle kapitoly 4 lze cenu práva určit jako součet diskontovaných ročních volných peněžních toků podnikatelského subjektu za počet let, na které je mu právo uděleno a díky němuž může ty peněžní toky dosáhnout.

7.1. Závislost výše ceny na počtu let doby udělení práva

Výše odhadu ceny práva je úměrná délce doby, na kterou se právo uděluje, ale nikoliv lineárně. Jde o to, že současná hodnota peněžních toků je tím menší, čím tento peněžní tok nastane ve vzdálenější budoucnosti. Intenzita snížení hodnoty závisí na výši uvažované diskontní míry. Diskontní míra je měřítkem požadované výnosnosti investovaného kapitálu a obecně závisí na velikosti rizika podnikání v daném oboru činnosti. Riziko chápeme jako pravděpodobnost toho, že se nedostaví očekávané výsledky hospodaření, v tom smyslu, že budou nižší než očekávané. V tomto dokumentu se uvažuje s výší diskontní míry v telekomunikačním odvětví v současné době v ČR 8,26 %, tzn. diskont ve výši $q = 1,0826$



Obr. 1 – Závislost ocenění práva na počtu let jeho trvání pro různé diskontní míry za předpokladu každoročního peněžního toku $CF=21,8$ mld. Kč

Je zřejmé, že hodnota práva není přímo úměrná délce jeho trvání. Přírůstky hodnoty práva vzhledem k přírůstku doby trvání práva klesají díky velikosti diskontu. Čím vyšší bude uvažovaný diskont, tím rychlejší bude pokles těchto přírůstků.

Určení optimální doby, na kterou se právo uděluje, by mohlo být samostatnou kapitolou. Obecně platí, že doba udělení by měla odpovídat době životnosti aktivních prvků sítě. Pokud je delší, může docházet ke zbytečně dlouhé konzervaci stavu, tedy jakémusi status quo, který nerespektuje technologický pokrok a komunikační potřeby společnosti. Kratší volba doby může nadměrně finančně vyčerpávat podnikatelské subjekty, kterým je právo udělováno. Může tím docházet k zbytečné ne hospodárnosti díky nevyužití ani morální doby životnosti prvků, také hodnota pásma se jeví poměrně (přepočtena na rok) vyšší než v delším období.

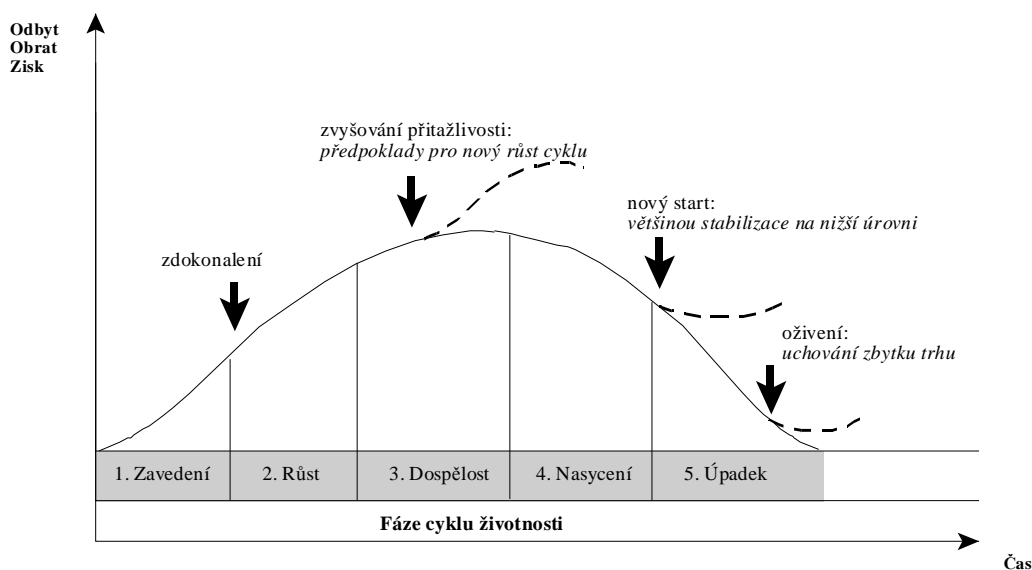
Z hlediska zachování a podpory konkurenčního prostředí na trhu mobilních komunikací je třeba důsledně dbát na rovný přístup k poskytovatelům telekomunikačních služeb jako účastníkům trhu ze strany regulačního orgánu, který práva na použití kmitočtů přiděluje. Z tohoto důvodu by bylo účelné stanovovat periody trvání práv pokud možno pro všechny operátory shodně. Bylo by tedy vhodné z praktického hlediska **sjednotit periody udělování práv tak, aby ve stejném roce práva končila a začínala všem soutěžitelům**, a tím bylo zamezeno stížnostem na nerovný přístup a možné zvýhodnění jednoho oproti jinému díky rozdílné délce trvání práv.

7.2. Určení budoucích volných peněžních toků mobilních operátorů

Určení budoucích volných peněžních toků podnikatelských subjektů používajících ke svému podnikání daná kmitočtová pásma je nejsložitějším a nejproblematičtější úkolem nutným pro posouzení ceny práva.

Pro odhad jejich budoucího vývoje lze vyjít z vývoje v minulosti, přičemž vývoj v méně vzdálené minulosti je důležitější (má vyšší váhu v prognóze) než vývoj v minulosti vzdálenější. Podobně odhad vývoje v bližší budoucnosti je zatížen menší pravděpodobnou chybou, než je vývoj v budoucnosti vzdálenější.

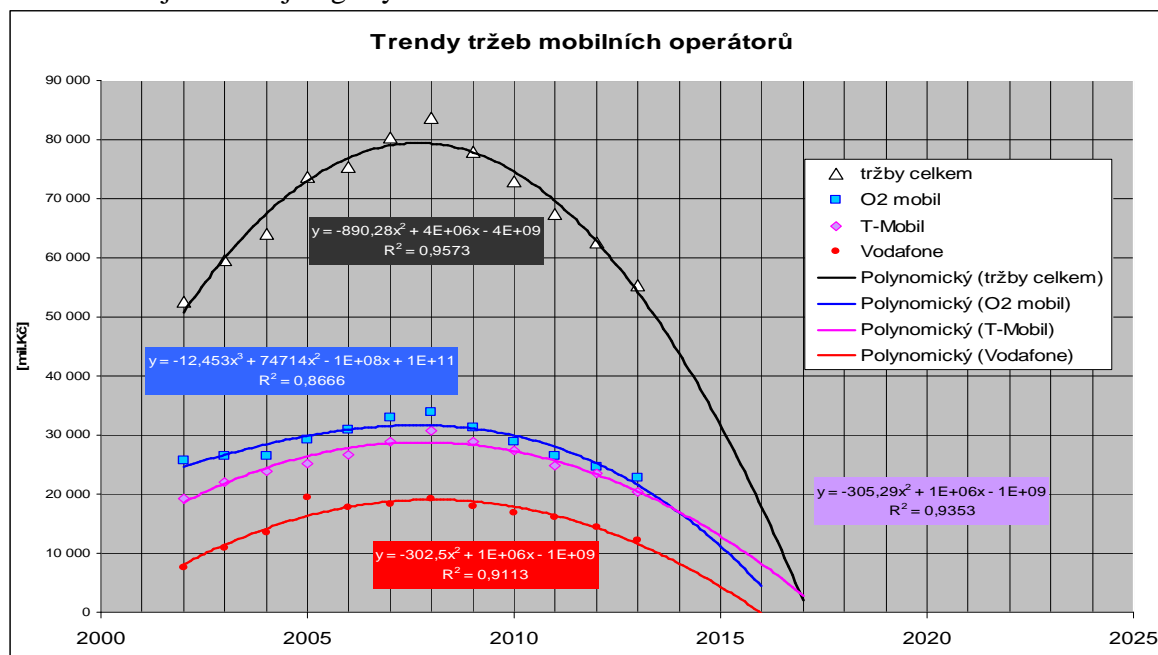
Vývoj hospodářských výsledků mobilního telekomunikačního sektoru za posledních dvacet let je podobný křivce života standardního produktu z marketingového hlediska viz následující obrázek.



Obr. 2 – Křivka života produktu z marketingového hlediska [14]

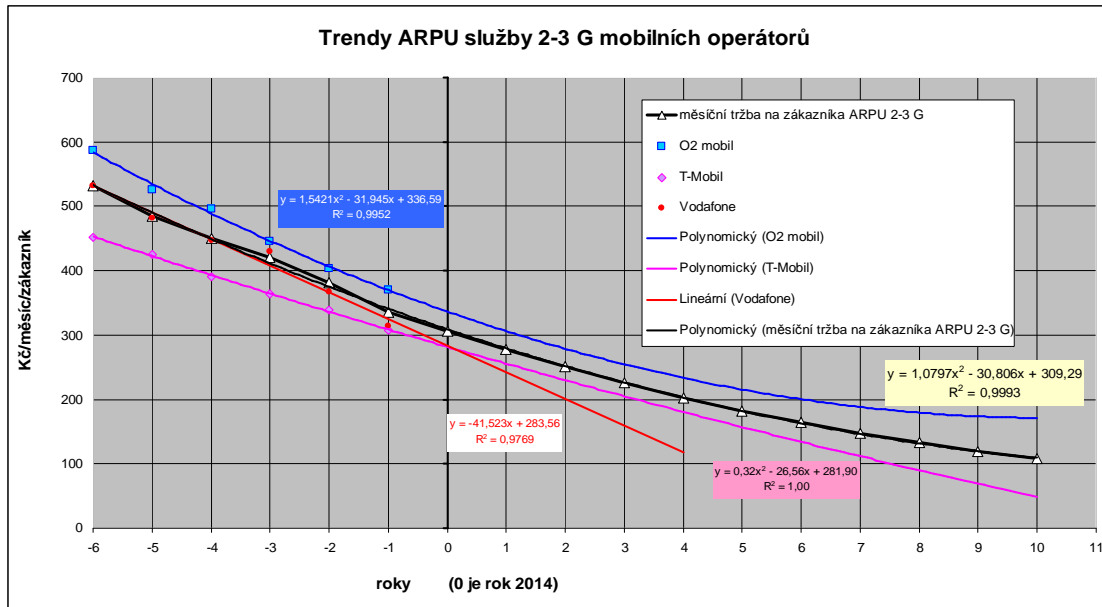
Po počátečním pomalém, ale stále se zrychlujícím růstu v devadesátých letech 20. století došlo v průběhu první dekády 21. století k nasycení spotřebitelů. Vrchol hospodářských výsledků mobilního sektoru nastal v roce 2008, kdy k nám dorazila světová finanční krize. Od tohoto roku pokračuje v podstatě lineární pokles hospodářských výsledků, přičemž pokles tržeb z poskytování služeb je dokonce zrychlený, ale je kompenzován o něco pomalejším poklesem provozních nákladů, takže provozní peněžní tok anebo *EBITDA* klesají lineárním způsobem od roku 2008 do posledního roku – 2013, kdy jsou známé ucelené roční ukazatele.

Situaci znázorňují následující grafy:



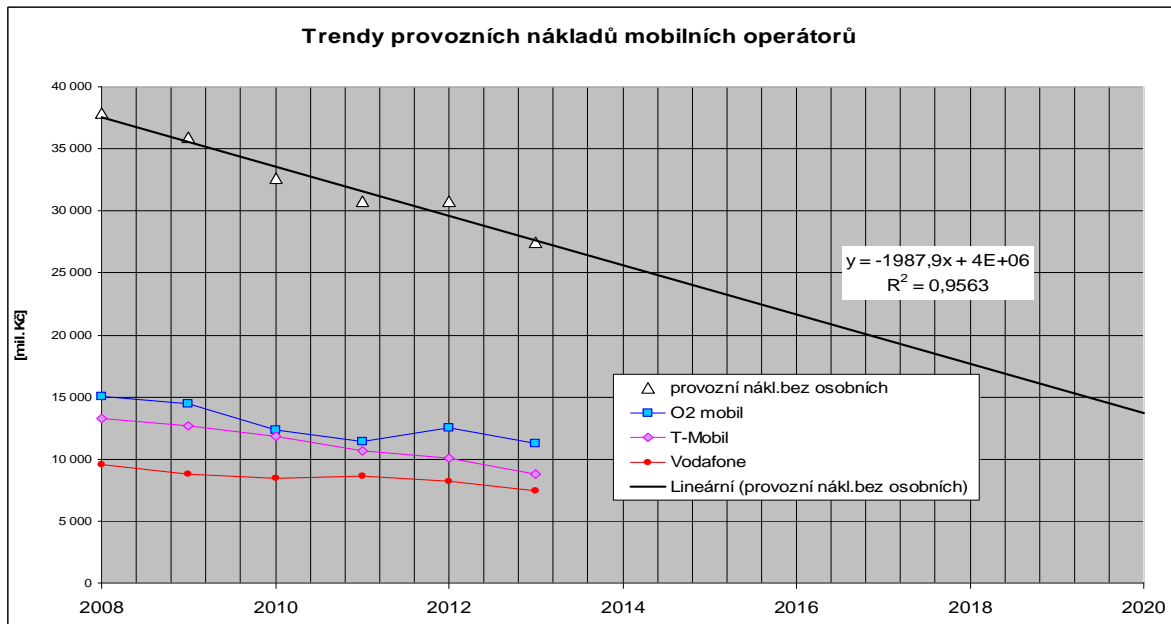
Obr. 3 – Trendy tržeb mobilních operátorů (včetně záporné obchodní marže)

Pokles tržeb je způsoben především poklesem cen služeb a tedy i poklesem ukazatele ARPU, tedy průměrných měsíčních tržeb na jednoho zákazníka. Tento pokles je výsledkem jednak regulace ceny jednotky terminačního volání a dále pak především konkurencí na trhu mobilních telekomunikačních služeb



Obr. 4 – Trendy ARPU mobilních operátorů

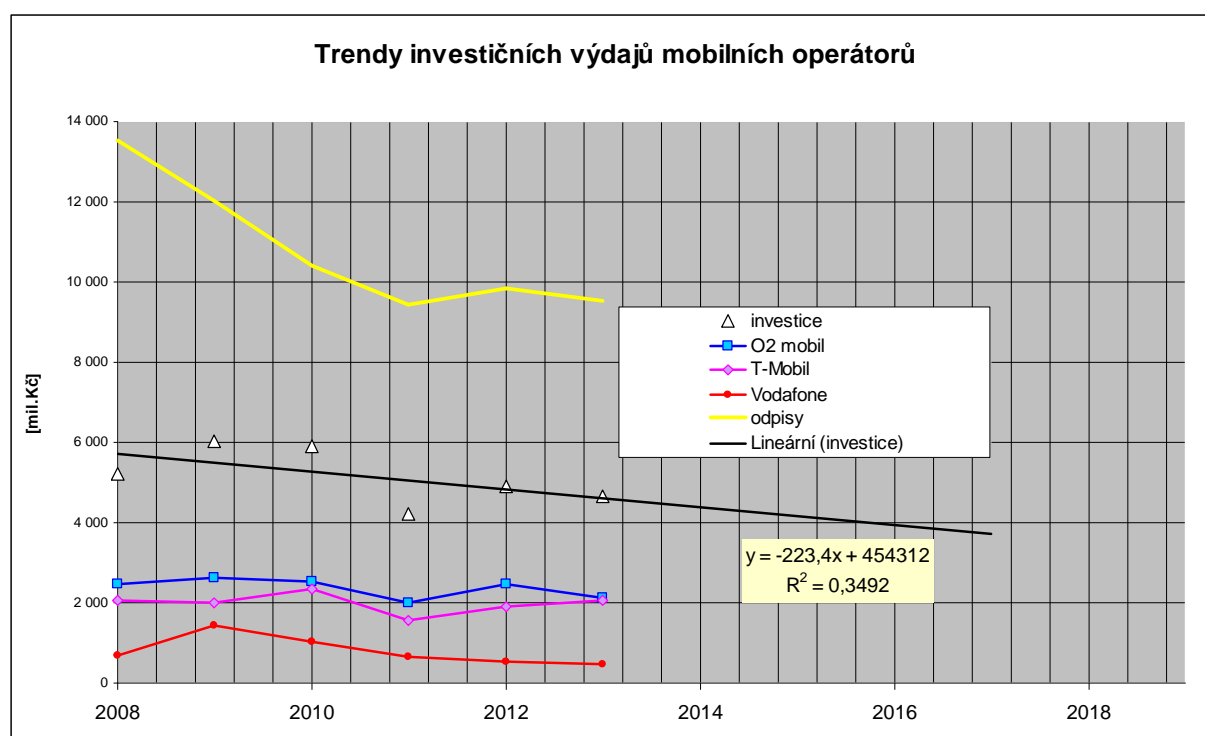
Dobrou zprávou pro operátory naopak je, že se jim daří také snižovat provozní výdaje, ale jejich pokles není tak rychlý jako pokles příjmů.



Obr. 5 – Trendy provozních nákladů mobilních operátorů

Důležitou roli mezi výdaji hrají investice do dlouhodobého nehmotného a hmotného majetku, tedy aktivních a pasivních prvků sítě včetně SW vybavení a ocenitelných práv. Obecně lze investiční výdaje dělit na obnovovací a rozvojové. Co se týče pružnosti, jsou investiční výdaje nejpružnějším výdajem, který lze do značné míry z roku na rok měnit dle vývoje hospodářského výsledku a potřeb rozvoje produkčního systému. V telekomunikačním odvětví je doba výstavby prvků poměrně krátká, rozšiřování kapacity systému lze provádět v závislosti na okolnostech poměrně rychle a nyní již i s poměrně nízkými výdaji na rozdíl od jiných síťových odvětví (doprava, energetika, apod.).

Již řadu let jsou investice u mobilních operátorů hluboce pod úrovní odpisů dlouhodobého majetku. Do budoucna můžeme přijmout předpoklad, že investice ve výši odpisů dlouhodobého majetku lze považovat za dostatečné nejenom pro prostou obnovu prvků systému, ale zároveň i rozvoj systému. Je to zdůvodnitelné tím, že **ceny nových především aktivních prvků sítě klesají**, přičemž zároveň s tím **roste jejich výkon díky technologickému pokroku**. Také zvyšování přenosové kapacity základní infrastruktury lze provádět snadno zafukováním dalších optických vláken do volných PE trubek v dosavadních trasách. Problematická, časově a investičně náročná je ovšem výstavba nových tras, které však pro účely mobilních sítí již nejsou tolik potřeba.



Obr. 6 – Odpisy a trendy investičních výdajů mobilních operátorů

Z celkového pohledu je zřejmé, že sektor mobilních telekomunikací se bude svou rentabilitou postupně přibližovat k průměru podniků národního hospodářství. Tím pomine hlavní lákadlo pro investory a může namísto vstupu nového plnohodnotného operátora spíše dojít i ke koncentraci kapitálu v tomto odvětví (na počátku dvacátých let 21. století).

8. Postup ocenění práva použití daného kmitočtového pásma

8.1. Vzorec pro výpočet čisté současné hodnoty peněžních toků

Cílem je vyjádřit cenu práva používání kmitočtového pásma v jednoduché formě, tedy v Kč/MHz na dobu udělení práva. Dle zadání počítáme s tím, že právo se bude udělovat na devět, patnáct či dvacet let, přičemž první rok sledovaného období je rok 2016 a posledním 2035. K vyjádření hodnoty lze použít výpočet čisté současné hodnoty součtu předpokládaných peněžních toků plnohodnotných mobilních operátorských firem v telekomunikačním sektoru držící práva na použití kmitočtů v uvažovaném období.

Předpokládané peněžní toky jsou odhadnuty na základě znalosti dosavadního průběhu ve třech úrovních prognostického vějíře:

- 1) vysoká
- 2) střední – pravděpodobná
- 3) nízká.

Tento přístup zajišťuje větší spolehlivost finálního doporučení pro posouzení co nejobjektivnějšího ocenění práva.

Ocenění je provedeno pomocí vzorce:

$$CP = \sum_{T=2016}^{2035} CFO_T (1+r)^{-T} \quad (12)$$

kde CP je celková hodnota práva uděleného na dobu T_p [mil. Kč]
 CFO_T peněžní tok v roce T budoucího období snížený o investiční výdaje do výše odpisů v tomto roce [mil. Kč]
 r diskontní sazba na úrovni vážené hodnoty kapitálu obvyklé v telekomunikačním sektoru

Odhadovaný peněžní tok v každém roce je pak vypočten:

$$CFO = 12 \sum_{i=1}^p n_i \cdot ARPU_i - N_p - M - N_i \quad (13)$$

kde CFO je roční hodnota peněžního toku sníženého o reinvestované odpisy [mil. Kč]
 p počet služeb, za kterých operátor vybírá tržby od zákazníků ($p=3$)
 n_i počet zákazníků využívající i -tou službu v daném roce
 $ARPU_i$ průměrná měsíční tržba od zákazníka za poskytování i -té služby [Kč]
 N_p výdaje na nákupy zboží, materiálu, energie a služeb v daném roce sledovaného období [mil. Kč]
 M osobní náklady = výdaje na zaměstnance v daném roce [mil. Kč]
 N_i investiční výdaje do výše odpisů dlouhodobého majetku v daném roce [mil. Kč]

Pro prognózu peněžních toků je použit zpomalně klesající trend ARPU a pokles zákazníků využívající služby 2-3G, při rostoucím počtu zákazníků využívající služby 4-5G. V modelu je

k odhadu počtů zákazníků využita funkce **hyperbolický tangens** (S-křivka). Tato funkce používá pro aproximaci časového vývoje penetrace produktem (viz obr. 3 – křivka životnosti produktu), protože dobře vystihuje postupně zrychlující se rozvoj a po té zpomalení růstu až do postupného nasycení produktem do vrcholu. Obrácená hyperbolická tangenta se pak dá použít pro charakteristiku úpadku a pokles penetrace při jeho nahrazení novým produktem.

8.2. Odhad počtu účastníků (koncových bodů mobilních sítí)

Funkce hyperbolické tangenty je křivka definovaná pro hodnoty nezávisle proměnné $x \in (-\infty, +\infty)$, přičemž závisle proměnná se pohybuje v intervalu $y \in (-1, +1)$. Chceme-li tedy použít hyperbolický tangens pro vystižení časového vývoje počtu účastníků mobilní sítě (při předpokladu poměrně stálého celkového počtu obyvatel) za použití kladných čísel označující roky jako argumentů x funkce $tgh(x)$, jež by měla nabývat ve sledovaném období jen kladných hodnot Y označující počet účastníků, musíme hodnoty $tgh(x)$ násobit určitým koeficientem A odhadnutým na základě např. maximálního počtu obyvatelstva, navýšeného koeficientem vyjadřujícím navýšení počtu aktivních SIM karet o služební mobilní telefony a více-SIMkové telefony dle dosavadních statistik či jiným hodnověrným způsobem.

Pro použití v tabulkovém procesoru lze tedy k odhadu budoucího počtu účastníků mobilních účastníků pro určitý segment služeb využít následující vzorec:

$$Y_t = a\{1 + tgh[b(t - c)]\} \quad (15)$$

kde Y_t je výsledný odhad počtu účastníků služby v roce t uvažovaného období
 a převrácená hodnota $a = 1/A$ koeficientu určujícího poloviční hodnotu hladiny nasycení počtu účastníků dané služby, tzn. $2a = Y_{max}$ je tedy hladina nasycení
 b rychlost růstu počtu účastníků (směrnici tečny v inflexním bodě funkce)
 c rok inflexe, tj. rok dosažení poloviční hodnoty nasycení ve výši a

Konstanty a , b , c jsou tři důležité charakteristiky, které je třeba určit ze známého průběhu v minulosti či předpokladů učiněných jiným způsobem.

Pro „doladění“ velikosti koeficientů je vhodné vyjádřit součet čtverců vzdáleností vyrovnaných hodnot Y_t a skutečných hodnot známých z minulého průběhu y_t v tabulkovém procesoru a hledat jeho minimální hodnotu dle zásady vyrovnání metodou nejmenších čtverců:

$$\sum_{t=1}^{T_m} (Y_t - y_t)^2 = \text{MIN} \quad (16)$$

kde T_m je počet let minulého období se známými hodnotami y_t

Proces ladění v tabulkovém procesoru lze považovat za tzv. „heuristickou iteraci“ postupného zpřesňování koeficientů a , b , c , tak, aby křivka hyperbolické tangenty, která prokládá skutečné hodnoty časového vývoje, byla co nejméně odlišná. Zároveň lze při tom sledovat měnící se křivku v grafickém vyjádření pomocí bodového typu grafu a kontrolovat i opticky kvalitu proložení.

Období 2009 – 2013 dle [15]. Období 2015 – 2030 dle [16], střední varianta, Uvedeny pouze údaje v rocích 2020 a 2030. Údaje v mezidobích dopočítány pomocí rovnoměrného rozdělení vzestupu či poklesu za období.

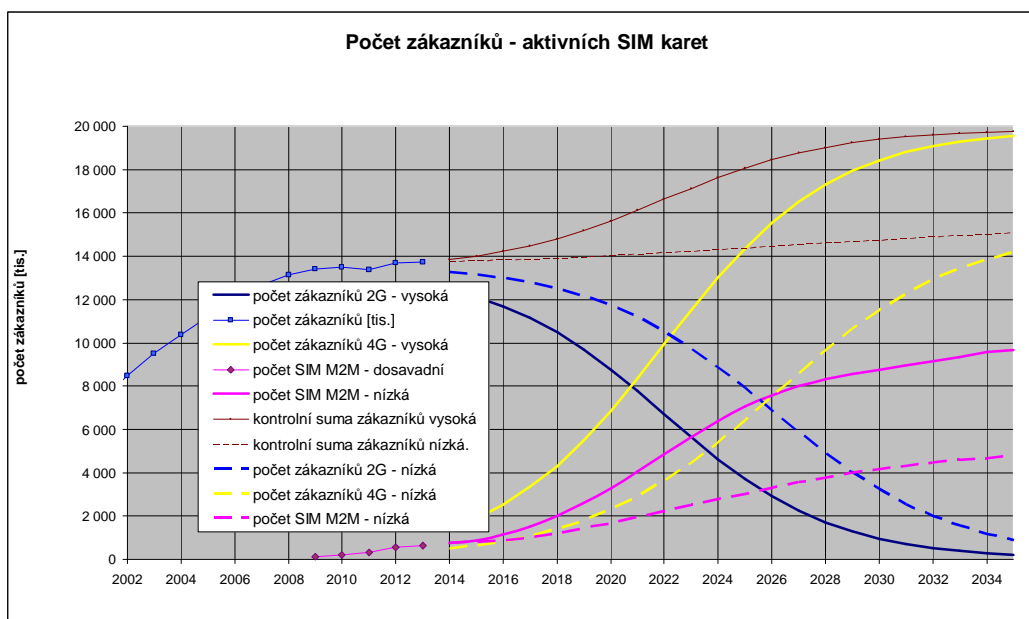
8.3. Segmenty účastníků v modelu prognózy peněžních toků

Pro výpočet příjmů bylo uvažováno s třemi základními segmenty, pro které byl prognózován vývoj jejich počtu v jednotlivých letech uvažovaného období:

- 1) segment zákazníků využívající služby 2. až 3. generace mobilních sítí (GSM+UMTS), označený zkratkou 2G
- 2) segment zákazníků využívající služeb 4. až 5. generace (LTE), označený zkratkou 4G
- 3) segment komunikace, kdy komunikují spolu zařízení bez přímého lidského zasahování označený zkratkou M2M.

První dva segmenty jsou „lidské“, tedy jedná se především o komunikaci mezi lidmi pomocí hlasu či textu, případně brouzdání po internetu pomocí mobilních telefonů. Zvláštním případem LTE terminálů je pak náhrada pevné linky v odlehlých oblastech. V modelu se předpokládá, že během sledovaného období dojde k postupnému přechodu zákazníků využívajících služby 2G do množiny zákazníků využívajících služby 4G. Důležitý je kontrolní součet, který by měl mírně růst.

Segment M2M je velmi široký a lze v něm nalézt řadu subsegmentů, dle typu zařízení, které má komunikovat. Zde je rozpětí mezi variantami prognózy velmi široké. Nicméně tento segment neznamena příliš velký příspěvek k příjmům díky pouze malému ARPU (50 – 60 Kč/měsíc) i z důvodu jen malého zatížení sítě generovaného tímto typem komunikace.



Obr. 7 - Predikce počtu zákazníků a SIM karet M2M v období 2014 – 2035

Členění zákazníků a predikce vývoje

Členění vychází z členění, které poskytnul Český telekomunikační úřad – viz Tab. 15. Toto členění bylo využíváno jako základní členění pro predikci vývoje telekomunikačních služeb.

| Ukazatel | jednotka | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---------------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| aktivní SIM karty | | 13 181 081 | 13 112 654 | 13 490 493 | 13 862 845 | 13 978 510 |
| M2M SIM karty | | 106 499 | 178 596 | 322 837 | 533 200 | 613 853 |
| post-paid SIM karty | | 7 082 015 | 7 395 999 | 7 759 201 | 8 164 059 | 8 523 666 |
| pre-paid SIM karty | | 5 992 567 | 5 538 059 | 5 408 455 | 5 357 842 | 5 454 844 |

Tab. 12 – Vývoj počtu jednotek mobilních telekomunikačních služeb v členění dle ČTÚ [33]

Členění aktivních SIM karet dle užívaných terminálů

Pro členění aktivních SIM karet dle užívaných terminálů použitý postup, vycházející z metodiky ITU-R M.2243:

- Osobní terminály
- Mobilní modemy (do notebooku)
- Přípojná zařízení (tablety / čtečky)
- M2M (Machine to Machine) SIM karet

Členění M2M SIM karet

Aplikace M2M zajišťují výměnu informací mezi technologickými jednotkami prostřednictvím veřejných elektronických sítí mobilních komunikací. Aplikace M2M jsou v současné době odděleně ČTÚ sledovány – viz Tab. 12 a v nadcházejícím období se očekává jejich intenzivní rozvoj. Pro lepší uchopení byly M2M aplikace kategorizovány.

Členění do kategorií je následující:

- M2M Fleet Management – systémy dohledu a řízení flotil (služebních) vozů.
- M2M Smart Metering – systémy pro dálkový odečet odebrané energie a správu energetických sítí.
- M2M Zabezpečení domů a bytů
- M2M v bankovníctví – pro připojení platebních terminálů a dalších zařízení
- M2M Networked Cars – využívání mobilních technologií pro komunikaci mezi vozidly (nejedná se o tzv. eCall systémy – viz dále).
- M2M eCall – samočinné nouzové volání z vozidel. Potenciál rozvoje v této kategorii bude vyhodnocován odděleně, jelikož je stanoven harmonogram implementace a služba bude mít charakter nouzového volání (mj. není jasné, kdo ponese náklady na tuto službu).
- M2M Ostatní – kategorie zavedena pro kompenzování nejistot predikce rozvoje v ostatních kategoriích.

Pevný širokopásmový přístup k internetu.

LTE technologie primárně určená pro vysokorychlostní připojení k síti internet v mobilních sítích má potenciál využití pro pevné připojení k síti internet a stát se substitutem připojení k pevným sítím pomocí jiných technologií (primárně WiFi). Je započteno do počtu zákazníků 4G.

Popis metodiky Predikce vývoje v jednotlivých kategoriích

Odhad počtu uživatelů mobilních telekomunikačních služeb v České republice do roku 2030 byl proveden následujícím způsobem:

- Uživatelé byli rozděleni do kategorií a do podkategorií
- Pro období do roku 2013 (resp. do roku 2012) byly počty jednotek získané ze statistik přiřazovány do podkategorií a následně do hlavních kategorií. Na základě vývoje historických řady byly dopočítány údaje do současnosti (konec 2014).
- Pro jednotlivé podkategorie byla provedena predikce vývoje na období 2015 – 2030 a to ve dvou variantách. Predikován byl minimální odhadovaný nárůst / pokles a maximální odhadovaný / pokles. Predikce byla prováděna v návaznosti na disponibilní metriky.
- Predikce vývoje v podkategoriích byla sumarizována ve třech následujících hlavních kategoriích:
 - a) Aktivní SIM karty (mimo M2M)
 - b) M2M (Machine to Machine) mimo e Call
 - c) M2M (Machine to Machine) pouze e Call

ad a) Hlavní kategorie „Aktivní SIM karty (mimo M2M)“

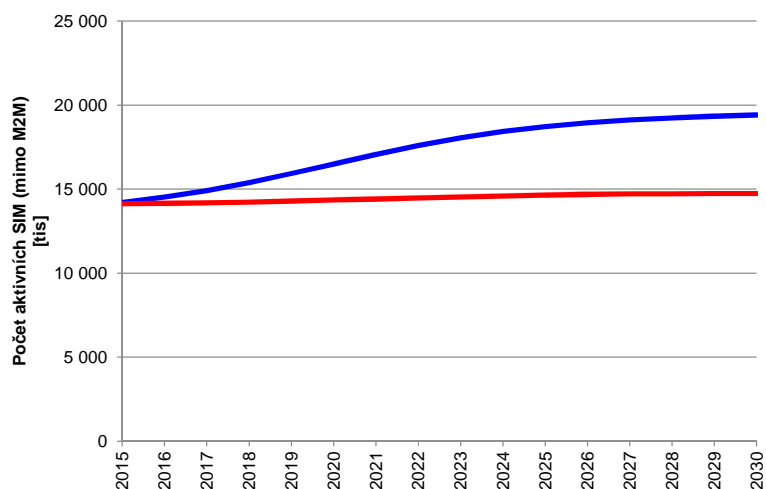
Tato kategorie byla dále členěna do následujících podkategorií:

- Aktivní SIM - Osobní terminály (Telefony + Smartfony)
- Aktivní SIM - Mobilní modemy (do notebooků)
- Aktivní SIM - Přípojná zařízení (tablety / čtečky)
- Aktivní SIM - "fixní LTE"

Jelikož „Aktivní SIM - "fixní LTE"“ je technologií širokopásmového přístupu k internetu, tak pro predikci vývoje v této kategorii bylo nutné predikovat vývoj i pro další technologie širokopásmového přístupu k internetu a to pro:

- xDSL vedení (ADSL)
- Bezdrátový přístup (FWA, WiFi)
- TV kabel (CATV)
- Optické vlákno (FTTx)
- Aktivní SIM - "fixní LTE"

Celková predikce vývoje hlavní kategorie „Aktivní SIM karty (mimo M2M)“ je na následujícím obrázku:



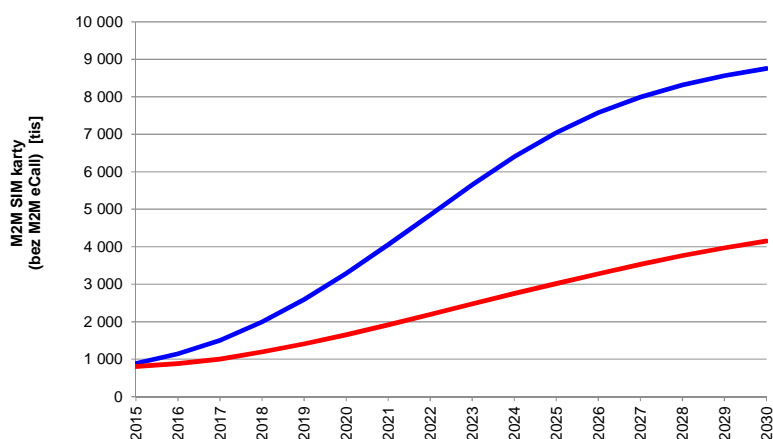
Obr. 8 – Odhad rozmezí vývoje počtu jednotek hlavní kategorie „aktivní SIM karty (mimo M2M)“ v období 2015 – 2030

ad. b) Hlavní kategorie „(Machine to Machine) mimo e Call“

Tato hlavní kategorie byla dále členěna do následujících podkategorií:

- M2M Fleet Management
- M2M Smart Metering
- M2M Zabezpečení domů a bytů
- M2M v bankovníctví
- M2M Networked Cars
- M2M Ostatní

Celková predikce vývoje hlavní kategorie „(Machine to Machine) mimo e Call“ je na následujícím obrázku:



Obr. 9 – Odhad rozmezí vývoje počtu jednotek hlavní kategorie „(Machine to Machine) mimo e Call“ v období 2015 – 2030

ad. c) Hlavní kategorie M2M (Machine to Machine) pouze e Call

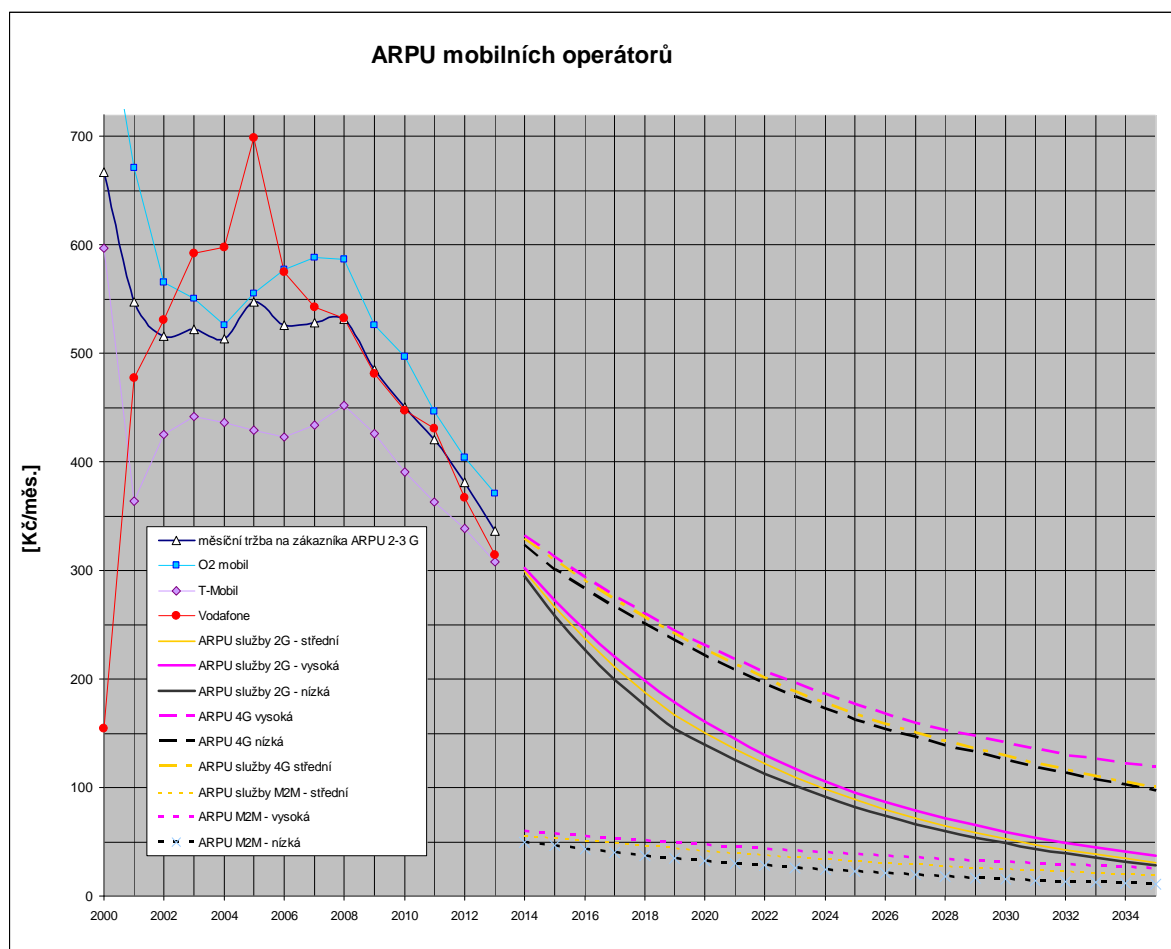
E-call je samočinné nouzové volání z vozidel. Potenciál rozvoje v této kategorii byl vyhodnocován odděleně, jelikož je stanoven harmonogram implementace a služba bude mít charakter nouzového volání (mj. není jasné, kdo ponese náklady na tuto službu). Systém eCall bude spuštěn od října roku 2017. Systémy budou instalovány do všech nových vozidel. Dle statistik Svazu Dvozců Automobilů je v ČR průměrně ročně (průměr 2004 – 2014) registrováno 190 tis. vozidel (osobní automobily, lehká užitková vozidla, autobusy a nákladní vozy). Při průměrném meziročním nárůstu 2.9% by v roce 2030 mělo být provozováno 3 mil. M2M eCall jednotek.

8.3. ARPU v jednotlivých segmentech

Klesající trend průměrné tržby na zákazníka v dosavadním segmentu 2G navazuje na dosavadní trend z minulých let a liší se tempem poklesu v jednotlivých variantách prognózy.

U segmentu 4G se uvažuje s ARPU zpočátku o přibližně 10% vyšším než u zákazníků 2G a také s pomalejším poklesem během sledovaného období.

Segment M2M je charakterizován zhruba pětinným ARPU ve srovnání s předchozími „lidskými“ segmenty.



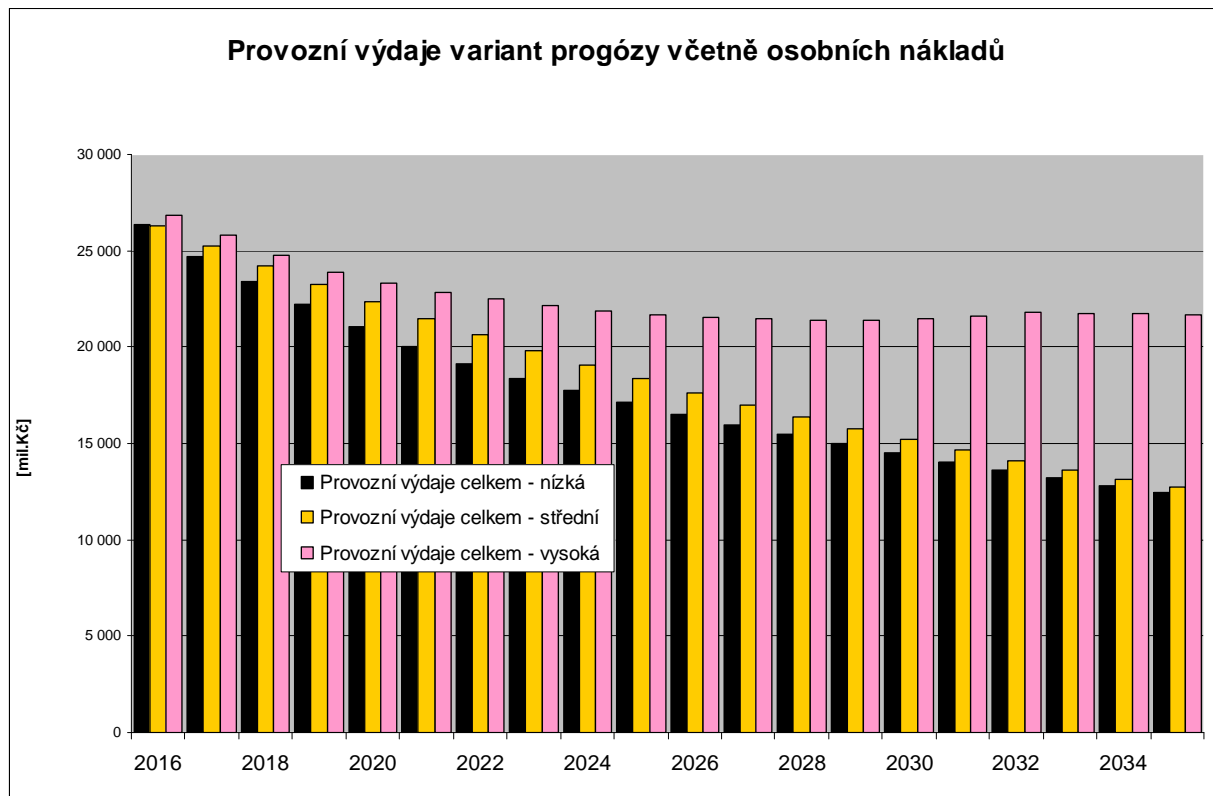
Obr. 10 – Odhad vývoje ARPU mobilních operátorů

8.5. Provozní výdaje na nákupy od dodavatelských firem

Jedná se o výdaje, které jsou většinou zároveň i náklady netvořícími přidanou hodnotu. Jsou především nákupy spotřebního materiálu, různých forem energie a služeb jako je nájemné, terminační poplatky apod. V modelu je uvažováno s poklesem během celého období v různé intenzitě dle varianty prognózy.

8.6. Výdaje na mzdy a ostatní osobní náklady

V modelu jsou počítány jako součin počtu zaměstnanců a průměrného měsíčního nákladu na zaměstnance včetně sociálního a zdravotního pojištění a dalších benefitů pro zaměstnance, které se započítávají do nákladů operátora mobilní sítě.



Obr. 11 – Varianty prognózy provozních výdajů

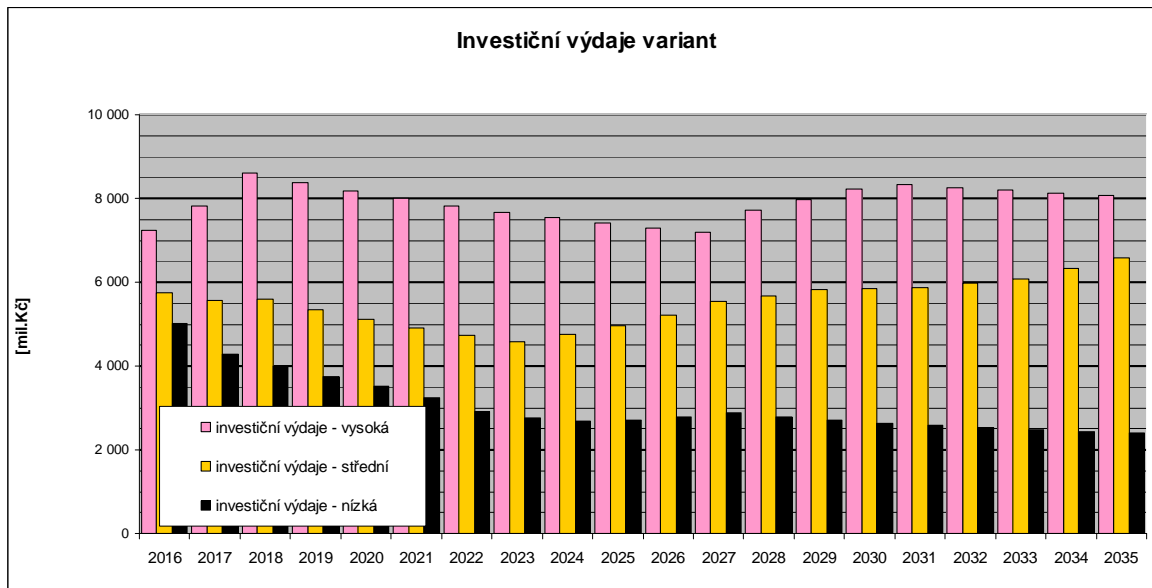
Z grafu je vidět, že ve vysoké variantě provozní výdaje v druhé polovině dvacátých let příliš neklesají díky rostoucím osobním nákladům, které by si mobilní operátoři v této variantě mohli dovolit, protože tržní příjmy za poskytované služby.

8.7. Výdaje na investice – pořízení dlouhodobého majetku

V modelu jsou rozlišovány investiční výdaje zvláště na obnovu zařízení sítí a jejich rozvoj. Jejich výše je závislá na variantě prognózy a nikdy nepřevyšuje velikost odpisů, které budou plynule klesat podobně jako zůstatková hodnota odepisovaných aktiv.

V prvních letech období budou ještě poměrně vysoké díky zavádění LTE, ale pak budou klesat s možným mírným vzrůstem na konci uvažovaného období.

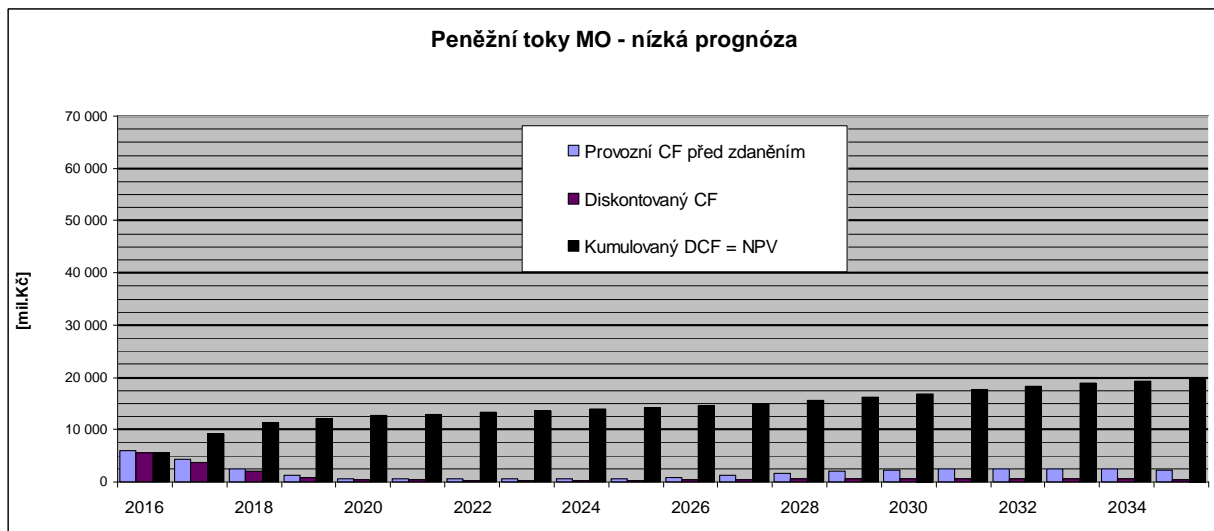
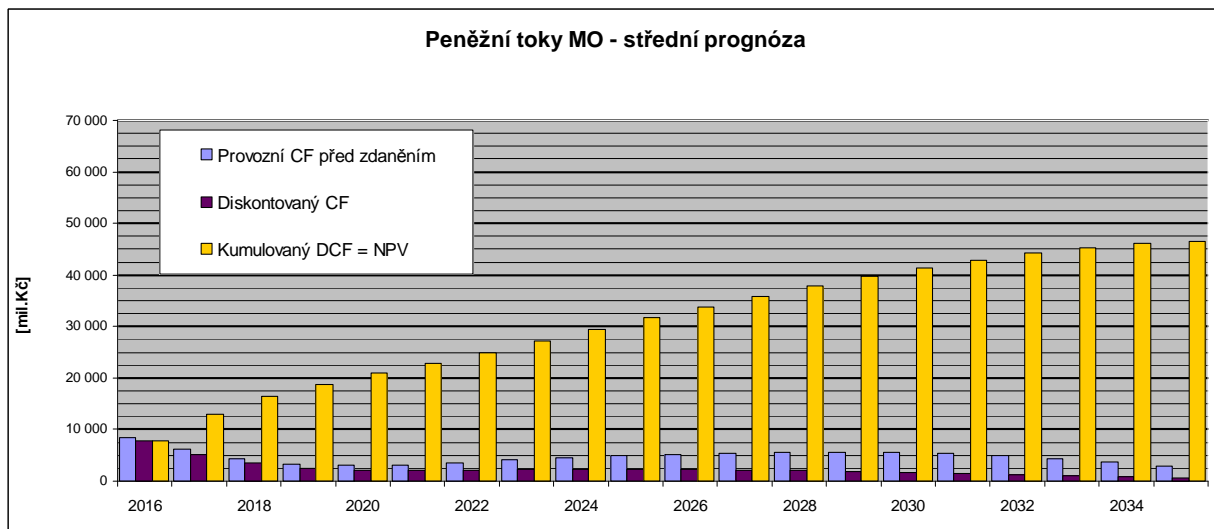
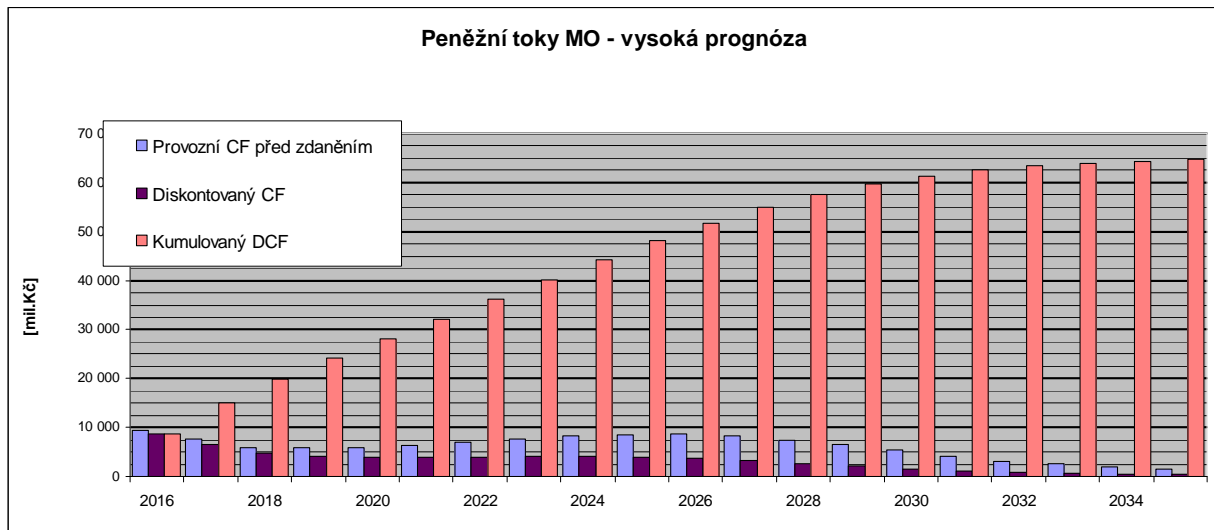
Výše investic je na úrovni odpisů pouze ve vysoké variantě scénáře, ve zbylých dvou jsou pod odpisy, zvláště pak v nízké variantě je díky tomu dosahován kladný peněžní tok v první polovině dvacátých let, i když hospodářský výsledek v té době může jít do červených čísel.



Obr. 12 – Varianty vývoje investičních výdajů

8.8. Výsledné peněžní toky variant prognózy

Rozdíl příjmů a výdajů v každém roce budoucího období je peněžní tok počítaný přímou metodou před zdaněním. Tento peněžní tok je diskontován k počátku roku 2016 a kumulován až do roku 2035. Kumulovaný diskontovaný peněžní tok v roce 2030 je čistou současnou hodnotou mobilních operátorů, kterou pro účely ocenění práva použití kmitočtů (kmitočtového přidělu) snížíme pomocí koeficientu 0,888 vyjadřujícího podíl kmitočtů na používaných omezených přírodních zdrojích. Následující grafy dokumentují předpokládané peněžní toky.



Obr. 13 – Peněžní toky variant

9. Ocenění práva používání kmitočtového pásma 880-915/925-960 MHz a 1 710-1 785 / 1 805-1 880 MHz

Následující tabulka přehledně udává výsledné hodnoty ocenění spektra ve vysoké variantě prognózy CF na 20 let:

| | | | | | NPV: | 64 746 | mil. Kč | |
|------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------|---------------|------------|
| | | | | | podíl kmitočtů: | | 0,888 | |
| Aktuální využití | Střední kmitočť [MHz] | Šířka pásma B _n [MHz] | Koeficient kmitočtu k _f | Koeficient indoor k _i | Koeficient korekce k _a | celkem | Cena pásem | na MHz |
| | | | | | | 164 | 57 494 | mil.Kč/MHz |
| LTE-A | 826,5 | 60 | 1 | 1 | 1 | 60 | 21 036 | 351 |
| GSM | 917,5 | 70 | 0,81 | 0,98 | 1 | 56 | 19 482 | 278 |
| LTE-A | 1 794,5 | 150 | 0,21 | 0,8 | 1 | 25 | 8 835 | 59 |
| LTE-A | 2 045,0 | 120 | 0,16 | 0,75 | 1 | 14 | 5 049 | 42 |
| LTE-A | 2 595,0 | 140 | 0,1 | 0,63 | 1 | 9 | 3 092 | 22 |
| | celkem | 540 | | | | | | |

Tab. 13 – Výsledky ocenění ve vysoké variantě prognózy

V této pro mobilní operátory velmi příznivé variantě by vycházela cena práva použití jednoho MHz na období 2016-2035 pásma 900 MHz ve výši 278 mil. Kč/MHz. V pásmu 1 800 MHz vychází cena nižší, pouze 59 mil. Kč/MHz.

Ve střední, tzn. nejpravděpodobnější variantě, jsou výsledky následující:

| | | | | | NPV: | 46 614 | mil. Kč. | |
|------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------|------------|------------|
| | | | | | podíl kmitočtů: | | 0,888 | |
| Aktuální využití | Střední kmitočť [MHz] | Šířka pásma B _n [MHz] | Koeficient kmitočtu k _f | Koeficient indoor k _i | Koeficient korekce k _a | celkem | Cena pásem | na MHz |
| | | | | | | 164 | 41 393 | mil.Kč/MHz |
| LTE-A | 826,5 | 60 | 1 | 1 | 1 | 60 | 15 145 | 252 |
| GSM | 917,5 | 70 | 0,81 | 0,98 | 1 | 56 | 14 026 | 200 |
| LTE-A | 1 794,5 | 150 | 0,21 | 0,8 | 1 | 25 | 6 361 | 42 |
| LTE-A | 2 045,0 | 120 | 0,16 | 0,75 | 1 | 14 | 3 635 | 30 |
| LTE-A | 2 595,0 | 140 | 0,1 | 0,63 | 1 | 9 | 2 226 | 16 |
| | celkem | 540 | | | | | | |

Tab. 14 – Výsledky ocenění ve střední variantě prognózy

Zde je cena jednoho MHz na úrovni 200 mil.Kč/MHz v pásmu 900 MHz a 42 mil.Kč/MHz v pásmu 1800 MHz na příštích 20 let.

V nízké variantě prognózy vychází cena MHz pásem GSM na 20 let takto:

| | | | | | NPV: | 19 839 | tis Kč. | |
|------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------|------------|------------|
| | | | | | podíl kmitočtů: | | 0,888 | |
| Aktuální využití | Střední kmitočet [MHz] | Šířka pásma B_n [MHz] | Koeficient kmitočtu k_f | Koeficient indoor k_i | Koeficient korekce k_a | celkem | Cena pásem | na MHz |
| | | | | | | 164 | 17 617 | mil.Kč/MHz |
| LTE-A | 826,5 | 60 | 1 | 1 | 1 | 60 | 6 446 | 107 |
| GSM | 917,5 | 70 | 0,81 | 0,98 | 1 | 56 | 5 969 | 85 |
| LTE-A | 1 794,5 | 150 | 0,21 | 0,8 | 1 | 25 | 2 707 | 18 |
| LTE-A | 2 045,0 | 120 | 0,16 | 0,75 | 1 | 14 | 1 547 | 13 |
| LTE-A | 2 595,0 | 140 | 0,1 | 0,63 | 1 | 9 | 948 | 7 |
| | celkem | 540 | | | | | | |

Tab. 15 – Výsledky ocenění v nízké variantě prognózy

Cena práva použití jednoho MHz v pásmu 900 MHz je tedy v této pro mobilní operátory nejméně příznivé variantě 85 mil.Kč/MHz a v pásmu 1 800 MHz je to 18 mil.Kč/MHz.

I když je predikace budoucího vývoje trhu obtížná, a to jak z hlediska stavu hospodářského, právně-regulačního, ale i politického prostředí, je při vědomí **zásady opatrnosti** doporučeno jako podklad pro výslednou cenu práva použití kmitočtového pásma 900 a 1 800 MHz nepoužívat **hodnot ocenění podle vysoké varianty prognózy** peněžních toků. **Jako nejpravděpodobnější lze označit variantu střední prognózy peněžních toků.**

Ocenění přidělu O2 Czech Republic, a.s.

| Frekvence používané O2 | | | | | | | | |
|------------------------|-------|-----------------|--------------------------|---------|-------------|-----------------|--|--|
| od | do | šířka pásma | od | do | šířka pásma | | | |
| 880.1 | 881.9 | 1.8 | 1 711.3 | 1 721.9 | 10.6 | MHz | | |
| 885.5 | 886.9 | 1.4 | 1 723.9 | 1 727.3 | 3.4 | MHz | | |
| 897.1 | 899.9 | 2.8 | | | | | | |
| 902.1 | 904.1 | 2 | 1 806.3 | 1 816.9 | 10.6 | MHz | | |
| 906.1 | 909.3 | 3.2 | 1 818.9 | 1 822.3 | 3.4 | MHz | | |
| 911.7 | 912.9 | 1.2 | | | | | | |
| 925.1 | 926.9 | 1.8 | v pásmu 1 800 MHz | | | | | |
| 930.5 | 931.9 | 1.4 | | | | | | |
| 942.1 | 944.9 | 2.8 | | | | | | |
| 947.1 | 949.1 | 2 | | | | | | |
| 951.1 | 954.3 | 3.2 | | | | | | |
| 956.7 | 957.9 | 1.2 | Celkem | | 28 MHz | | | |
| v pásmu 900 MHz | | 24,8 MHz | | Celkem | | 52,8 MHz | | |

Tab. 16 – Přidělené frekvence pro společnost O2 Czech Republic, a.s. (dále O2)

Vzhledem k doporučení na sjednocení délek trvání práv pro všechny operátory bylo vypočteno ocenění v dalších dvou variantách délky trvání prodloužení práv výše zmíněné společnosti:

- a) na dobu 9 let (do roku 2024), kdy je možno poprvé sjednotit periody udělování práv vzhledem k tomu, že v tomto roce končí práva společnosti T-Mobile ČR a.s. (dále TM)
- b) na dobu 15 let (do roku 2030)
- c) na dobu 20 let (do roku 2035).

Pro výsledné ocenění je třeba upřesnit šířky pásma a koeficienty dle tabulky č.11 z kapitoly 9.7. v každém roce uvažovaného období:

| | roky | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| pásmo | celková šířka pásem | 488 | 520 | 520 | 520 | 520 | 520 | 540 | 540 | 540 |
| 800 | MHz | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 900 | MHz | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| 1 800 | MHz | 118 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 2 100 | MHz | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| 2 600 | MHz | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 140 | 140 | 140 |

Tab. 17 – Používané šířky pásem v jednotlivých letech sledovaného období

Koeficienty kmitočtu k_f a prostupu do budov k_i se předpokládá konstantní po celou dobu trvání přidělu (tedy např. až do roku 2035 a dále). Pouze korekční koeficient využití kmitočtu upravíme tak, aby respektoval tržní nevýhodu O2 jako soutěžitele z hlediska rozdílné doby trvání práv z pohledu doby trvání obdobných práv společnosti T-Mobile. O2 svá práva k předmětným kmitočtům bude obnovovat o cca 9 let dříve, i když původní Pověření získaly obě společnosti stejně v roce 1996.

| | roky | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| pásmo | | koeficient korekce tržní nevýhody k_a | | | | | | | | |
| 800 | MHz | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 900 | MHz | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.043 | 0.044 | 0.044 | 0.044 | 0.043 | 0.044 |
| 1 800 | MHz | 0.045 | 0.044 | 0.043 | 0.043 | 0.044 | 0.044 | 0.044 | 0.043 | 0.044 |
| 2 100 | MHz | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 600 | MHz | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tab. 18 – Hodnota korekčních koeficientů k_a v jednotlivých letech sledovaného období

Dále byla předpokládána hodnota koeficientů korekce ve výši 1 ve všech pásmech až do konce prognózovaného období (2035).

Ve střední variantě prognózy peněžního toku hodnota prodloužení kmitočtového přidělu společnosti O2 vyšla následovně:

| roky | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| DCF v mil.Kč | | 7 725 | 5 234 | 3 419 | 2 447 | 2 081 | 1 982 | 2 054 | 2 211 | 2 221 |
| hodnota pásem (0,888) v mil.Kč | | 6 860 | 4 648 | 3 036 | 2 173 | 1 847 | 1 760 | 1 824 | 1 963 | 1 972 |
| podíl hodnoty pásma v % | | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 800 | MHz | 70.3 | 70.2 | 70.2 | 70.2 | 70.2 | 70.2 | 69.1 | 69.2 | 69.2 |
| 900 | MHz | 2.9 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| 1 800 | MHz | 1.0 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.3 |
| 2 100 | MHz | 16.9 | 16.8 | 16.9 | 16.9 | 16.8 | 16.8 | 16.6 | 16.6 | 16.6 |
| 2 600 | MHz | 8.9 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| cena pásem v daném roce v mil. Kč/rok diskontovaně z hlediska roku 2016 | | | | | | | | | | |
| 800 | MHz | 4 823 | 3 263 | 2 132 | 1 525 | 1 297 | 1 235 | 1 261 | 1 359 | 1 364 |
| 900 | MHz | 200 | 131 | 85 | 61 | 52 | 50 | 51 | 54 | 55 |
| 1 800 | MHz | 71 | 60 | 39 | 28 | 24 | 23 | 23 | 25 | 25 |
| 2 100 | MHz | 1 158 | 783 | 512 | 366 | 311 | 296 | 303 | 326 | 327 |
| 2 600 | MHz | 608 | 411 | 269 | 192 | 163 | 156 | 185 | 200 | 200 |
| přepočet na jeden MHz a rok [mil. Kč/MHz/rok] | | | | | | | | | | |
| 800 | MHz | 80.4 | 54.4 | 35.5 | 25.4 | 21.6 | 21.0 | 21.0 | 22.6 | 22.7 |
| 900 | MHz | 2.9 | 1.9 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.8 |
| 1 800 | MHz | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 2 100 | MHz | 9.6 | 6.5 | 4.3 | 3.1 | 2.6 | 2.5 | 2.5 | 2.7 | 2.7 |
| 2 600 | MHz | 5.1 | 3.4 | 2.2 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |
| <i>Cena prodloužení přidělu O2 v mil. Kč</i> | | | | | | | | | | |
| 24.8 | MHz 900 | 71 | 47 | 30 | 22 | 19 | 18 | 18 | 19 | 20 |
| 28 | MHz 1 800 | 17 | 11 | 7 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 52.8 | MHz | 88 | 58 | 38 | 27 | 23 | 22 | 23 | 24 | 24 |
| kumulovaně | | 88 | 146 | 183 | 210 | 233 | 255 | 277 | 301 | 325 |

Tab. 19 – Cena prodloužení přidělu O2 na 9 let ve střední variantě prognózy (pokr.na další straně)

| roky | | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 |
|---|-----------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| DCF v mil.Kč | | 2 240 | 2 187 | 2 096 | 2 003 | 1 841 | 1 677 | 1 484 | 1 264 | 1 046 | 811 | 593 |
| hodnota pásem (0,888) v mil.Kč | | 1 989 | 1 942 | 1 861 | 1 779 | 1 635 | 1 489 | 1 318 | 1 122 | 929 | 721 | 526 |
| podíl hodnoty pásma v % | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 800 | MHz | 36.6 | 36.6 | 36.6 | 36.6 | 36.6 | 36.6 | 36.6 | 36.6 | 36.6 | 36.6 | 36.6 |
| 900 | MHz | 33.9 | 33.9 | 33.9 | 33.9 | 33.9 | 33.9 | 33.9 | 33.9 | 33.9 | 33.9 | 33.9 |
| 1 800 | MHz | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 |
| 2 100 | MHz | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| 2 600 | MHz | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 |
| cena pásem v daném roce v mil. Kč/rok diskontované z hlediska roku 2016 | | | | | | | | | | | | |
| 800 | MHz | 667 | 718 | 722 | 728 | 711 | 681 | 651 | 598 | 545 | 482 | 411 |
| 900 | MHz | 617 | 665 | 668 | 674 | 658 | 631 | 603 | 554 | 505 | 446 | 380 |
| 1 800 | MHz | 280 | 302 | 303 | 306 | 298 | 286 | 273 | 251 | 229 | 202 | 172 |
| 2 100 | MHz | 160 | 172 | 173 | 175 | 171 | 163 | 156 | 144 | 131 | 116 | 99 |
| 2 600 | MHz | 98 | 106 | 106 | 107 | 104 | 100 | 96 | 88 | 80 | 71 | 60 |
| přepočet na jeden MHz a rok [mil. Kč/MHz/rok] | | | | | | | | | | | | |
| 800 | MHz | 11.1 | 12.0 | 12.0 | 12.1 | 11.8 | 11.3 | 10.8 | 10.0 | 9.1 | 8.0 | 6.8 |
| 900 | MHz | 8.8 | 9.5 | 9.5 | 9.6 | 9.4 | 9.0 | 8.6 | 7.9 | 7.2 | 6.4 | 5.4 |
| 1 800 | MHz | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 1.5 | 1.3 | 1.1 |
| 2 100 | MHz | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.8 |
| 2 600 | MHz | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| <i>Cena prodloužení přidělu O2 v mil. Kč</i> | | | | | | | | | | | | |
| 24.8 | MHz 900 | 239 | 233 | 223 | 214 | 196 | 179 | 158 | 135 | 112 | 86 | 63 |
| 28 | MHz 1 800 | 57 | 56 | 53 | 51 | 47 | 43 | 38 | 32 | 27 | 21 | 15 |
| 52.8 | MHz | 296 | 289 | 277 | 265 | 243 | 221 | 196 | 167 | 138 | 107 | 78 |
| kumulovaně | | 621 | 910 | 1 187 | 1 452 | 1 695 | 1 916 | 2 112 | 2 279 | 2 417 | 2 524 | 2 603 |

Tab. 19 (pokrač) – Cena prodloužení přidělu O2 na 15 a 20 let ve střední variantě prognózy)

Díky největší pravděpodobnosti střední varianty prognózy peněžních toků bylo doporučeno ocenění prodloužení práva použití přidělených kmitočtů v pásmu 900 a 1 800 MHz pro společnost **O2** stanovit v případě:

- prodloužení přidělu o 9 let do roku 2024 na hodnotu **325 mil. Kč**
- prodloužení přidělu o 15 let do roku 2030 na hodnotu **1 916 mil. Kč**
- prodloužení přidělu o 20 let do roku 2035 na hodnotu **2 630 mil. Kč**.

10. Závěr

Zpracovatelé posudku vyjádřili hodnotu práva na použití kmitočtů (kmitočtových přidělů) mobilními operátory působícími v České republice v období od roku 2016 do 2035 v rozpětí 85 až 278 mil. Kč/MHz v pásmu 900 MHz a 18 až 59 mil. Kč/MHz v pásmu 1 800 MHz, přičemž nedoporučili používat hodnot nad variantou simulace středního scénáře budoucích peněžních toků. K tomuto závěru dospěli použitím výnosové metody ocenění práva jako nehmotného aktiva výpočtem čisté současné hodnoty předpokládaných volných peněžních toků mobilních operátorů před zdaněním v uvažovaném období diskontovaném k počátku roku 2016 diskontem 1,0826 (resp. diskontní mírou 8,26 %). Ve svém posudku vycházeli především z veřejně dostupných účetních dat uvedených ve výročních zprávách mobilních operátorů, ze statistických údajů uveřejňovaných Českým statistickým úřadem a Českým telekomunikačním úřadem. Pro účely výpočtu čisté současné hodnoty vytvořili model v tabulkovém procesoru, v němž prognózovali peněžní toky mobilních operátorů ve třech variantách vývoje – vysoké, střední a nízké. Peněžní toky počítali přímou metodou jako rozdíl příjmů od zákazníků za poskytované služby a provozních a investičních výdajů mobilních operátorů. Výslednou čistou současnou hodnotu snížili podílem kmitočtů na celkových omezených přírodních zdrojích používanými mobilními operátory ve výši 0,888.

Účelem, pro který zadavatel posudek nechal zpracovat (i když to nebylo explicitně v zadání vyjádřeno), bylo zjistit cenu práva použití kmitočtů k prodloužení kmitočtového přidělu společnosti O2 Czech Republic, a.s. (zkráceně O2), jehož platnost vyprší 7. 2. 2016.

Zpracovatelé posudku měli k dispozici některé neveřejné dokumenty, z jejichž obsahu zjistili **rozdíl** v době trvání kmitočtových přidělů společností O2 a TM, původně udělených na stejnou dobu, který vznikl při přechodu z režimu **Pověření** do režimu **Licence** po nabytí platnosti nového telekomunikačního zákona č. 151/2000. Tento **rozdíl** byl identifikován v délce téměř 9 let. To, že O2 nyní musí zaplatit za prodloužení přidělu, kdežto platba TM za prodloužení ekvivalentního práva dle původního Pověření nastane až budoucnosti, považují zpracovatelé za **konkurenční nevýhodu** společnosti O2. Tuto nevýhodu, která se však netýká části kmitočtů v pásmu 1 800 MHz, získaných společností TM v rámci udělení přidělu UMTS, zpracovatel zohlednil zařazením korekčního koeficientu, kterým došlo k přiměřenému snížení ceny za prodloužení práv k využívání kmitočtů společnosti O2.

Zpracovatelé do budoucna doporučují v rámci možností zajistit rovné podmínky pro všechny soutěžitele nejlépe tím, že se sjednotí okamžik startu a délka periodického prodlužování práv (přidělů) pro všechny soutěžící subjekty.

11. Použitá literatura a informační zdroje

- [1] Strategie správy rádiového spektra, ČTÚ, Praha, září 2014.
- [2] Chodounský J., Brejchová E., Kříž J.: Plánování místních telefonních sítí. Nakl. dopravy a spojů, Praha 1974.
- [3] Zákon č. 151/1997 Sb. o oceňování majetku v ČR.
- [4] Vyhláška 441/2013 Sb. k provedení zákona 151/1997 o oceňování majetku.
- [5] Opatření obecné povahy ČTÚ č. OOP/4/12.2011-19, kterým se mění OOP/4/03.2006-3, http://www.ctu.cz/cs/download/oop/oop_04/oop_04-12_2011-19.pdf.
- [6] Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz, 09/2013. Doporučení ITU-R P.1546-5.
- [7] A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the VHF and UHF bands, 09/2013. Doporučení ITU-R P.1812.
- [8] Metodický postup a základní podmínky pro výpočet pokrytí a kontrolní měření dodržení podmínek stanovených držitelům přidělů rádiových kmitočtů. Příloha č.3 dokumentu: „Vyhlášení výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné komunikační sítě v pásmech 800 MHz, 1 800 MHz a 2 600 MHz“. Přístupné na www.ltu.ctu.cz
- [9] Harri Holma, Antti Toskala: LTE for UMTS – OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access ISBN: 978-0-470-74547-2
- [10] Snášel, J: Antény systému GSM. On-line článek <http://www.elektrorevue.cz/clanky/04031>
- [11] Mařík M. a kol.: Metody oceňování podniku, Ekopress, Praha, 2007, ISBN: 978-80-86929-67-5
- [12] Vítek, M.: Možnosti oceňování rádiového spektra. In *Teleinformatika 2007*. Praha: Technology&Prosperity, 2007, s. 25-29. ISBN 978-80-254-0798-1.
- [13] Vítek, M. - Kramosil, J. - Šebek, F. - Srp, R.: Valuation of radio spectrum as a limited natural source. In *The 2nd Annual European Spectrum Management Conference*. London : Policy Tracker Publishing Ltd., 2007, p. 193-200.
- [14] Vítek, M.: *Ekonomika telekomunikací*. 2. vyd. Praha: vydavatelství ČVUT v Praze, 2009. 209 s. ISBN 978-80-01-04424-7.
- [15] http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislatab=DEM9010PC_OR&&kapitola_id=19
- [16] [http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/A6003061F5/\\$File/40201301.pdf](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/A6003061F5/$File/40201301.pdf)
- [17] Ministerstvo dopravy ČR Ročenka dopravy 2013. https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2013/rocenka/htm_cz/cz13_420100.html
- [18] Sdružení automobilového průmyslu. Tisková informace č. 19/2010. K 30. červnu 2010 bylo v ČR registrováno téměř 4,5 milionu osobních automobilů <http://www.autosap.cz/archiv-tiskove-informace/>
- [19] Český M2M trh poroste. Trn z paty to povytáhne především operátorům <http://www.lupa.cz/clanky/cesky-m2m-trh-poroste-trn-z-paty-to-povytahne-predevsim-operatorum/>
- [20] ČSÚ Domovní a bytový fond podle výsledků sčítání lidu. Sčítání lidu, domů a bytů Kód publikace: 170216-14. http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/publ/170216-14-n_2014
- [21] Češi zůstali národem chatařů a chalupářů, nově i kvůli byznysu. <http://www.novinky.cz/finance/272586-cesi-zustali-narodem-chataru-a-chaluparu-nove-i-kvuli-byznysu.html>
- [22] VISA Europe: Tisková zpráva z 18. června 2014: Mobilní terminály jsou pro menší

- obchodníky katalyzátorem pro přijímání plateb kartou - See more at: <http://www.visa.cz/o-nas/tisk-media/tiskove-zpravy/mobiln-termin-ly-jsou-pro-men-obchodn-ky-katalyz-torem-pro-p-ij-m-n-plateb-kartou#sthash.oDaVe2K0.dpuf>
- [23] Tisková zpráva Ministerstva dopravy ČR: Evropský parlament schválil nasazení systému pro automatické tísňové volání z paluby vozidla „eCall“
http://www.mdcr.cz/cs/Media/Tiskove_zpravy/evropsky_parlament_schvalil_tisnove_volani_ecall.htm
- [24] Svaz Dvozců Automobilů Registrace nových vozidel v ČR, <http://portal.sda.cia.cz/stat.php?m#rok=2014&mesic=12&kat=OA&vyb=cel&upr=&obd=m&jine=false&lang=CZ&str=nova>
- [25] OECD Broadband statistics <http://oecd.org/internet/broadband/oecdbroadbandportal.htm>
- [26] Výroční zprávy společnosti O2 Czech Republic, a.s. za roky 2013 – 2006. Dostupné na <http://www.o2.cz/spolecnost/vyrocni-a-pololetni-zpravy/> nebo ve sbírce listin Obchodního rejstříku [https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-\\$firma?ico=60193336](https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-$firma?ico=60193336)
- [27] Pololetní zpráva společnosti O2 Czech Republic a.s. za 1. pololetí 2014. Dostupná viz výše.
- [28] Výroční zprávy společnosti ČESKÝ (SPT) TELECOM, a.s. za roky 2005 – 1998. Dostupné na <http://www.o2.cz/spolecnost/vyrocni-a-pololetni-zpravy/>
- [29] Výroční zprávy společnosti Eurotel Praha, spol.s r.o. za roky 2004 – 2002. Dostupné na <http://www.o2.cz/spolecnost/vyrocni-a-pololetni-zpravy/>
- [30] Výroční zprávy společnosti T-Mobile Czech Republic a.s. za roky 2013 – 2003 a RadioMobil, a.s. v letech 1998 - 2002. Dostupné na <http://www.t-mobile.cz/osobni/o-t-mobile/o-spolecnosti-t-mobile/vyrocni-zpravy-a-ucetni-zaverky> nebo ve sbírce listin OR, [...?ico= 64949681](https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-$firma?ico=64949681)
- [31] Výroční zprávy společnosti Vodafone Czech Republic a.s. za roky 2013/14 – 2006/7 a Český Mobil a.s. za roky 2005 - 2002. Dostupné na <http://www.vodafone.cz/o-vodafone/o-spolecnosti/historie-a-fakta/vyrocni-zpravy/> nebo na OR [...?ico=25788001](https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-$firma?ico=25788001)
- [32] Bílý, V.: Přehled kanálů GSM na webu. Dostupné na <http://www.gsmweb.cz/clanky/freq2.htm>
- [33] Otevřená data ČTÚ. Dostupné na <https://www.ctu.cz/cs/otevrena-data/o-otevrenych-datech-ctu.html>