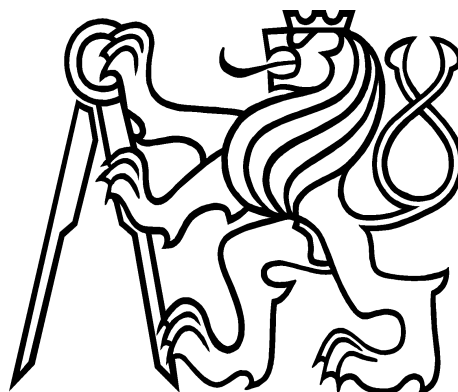


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE



Fakulta elektrotechnická

Leden 2015

Znalecký posudek 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 – Dejvice
IČ: 684 07 700

Obsah

1	USNESENÍ O USTANOVENÍ ZNALCE	4
2	ÚVODNÍ LIST	5
3	OBECNÉ PŘEDPOKLADY ZNALCE PRO VYPRACOVÁNÍ POSUDKU	6
4	OSVĚDČENÍ	7
5	ZNALECKÁ DOLOŽKA	8
6	OBECNÁ CHARAKTERISTIKA PŘEDMĚTU ZNALECKÉHO POSUDKU	9
6.1	VSTUPNÍ DATA PRO ZPRACOVÁNÍ ZNALECKÉHO POSUDKU	9
7	OCEŇOVÁNÍ AKTIV NA ZÁKLADĚ OČEKÁVANÉHO VÝNOSU	10
7.1	METODIKA VÝPOČTU ČISTÉ SOUČASNÉ HODNOTY	12
8	RADIOVÉ SPEKTRUM JAKO OMEZENÝ PŘÍRODNÍ ZDROJ Z EKONOMICKÉHO HLEDISKA	13
8.1	OMEZENOST PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ	13
8.2	NÁKLADY PŘÍLEŽITOSTI (OPPORTUNITY COST)	14
8.3	CENA PŘÍRODNÍHO ZDROJE.....	14
8.4	CENA RÁDIOVÉHO SPEKTRA	15
8.5	PROBLEMATIKA URČENÍ HODNOTY DALŠÍHO POUŽÍVANÉHO OMEZENÉHO PŘÍRODNÍHO ZDROJE – ČÍSELNÉHO PLÁNU (ADRES)	18
9	SPECIFIKA OCEŇOVANÉHO SPEKTRA Z TECHNICKÉHO HLEDISKA	21
9.1	TECHNOLOGICKÁ VÝCHODISKA K OCEŇENÍ SPEKTRA	21
9.2	OBECNÉ TECHNICKÉ ASPEKTY OVLIVŇUJÍCÍ VYUŽITELNOST KMITOČTOVÉHO SPEKTRA	21
9.3	POPIS SOUČASNÉHO STAVU – GSM	25
9.4	VYUŽITÍ SPEKTRA GSM VE VÝHLEDU 10 LET – LTE	28
9.5	VYUŽITÍ SPEKTRA GSM V DLOUHODOBĚJŠÍM VÝHLEDU	29
9.6	SHRNUTÍ TECHNOLOGICKÝCH VÝCHODISEK	30
9.7	ZPŮSOB VÝPOČTU HODNOTY PRÁVA POUŽITÍ PÁSMO 900 MHZ A 1800 MHZ.....	30
10	SPECIFIKA OCEŇOVANÉHO SPEKTRA Z HLEDISKA HOSPODÁŘSKÉ SOUTĚŽE NA MOBILNÍM TRHU Z HLEDISKA JEHO ROZSAHU, STÁVAJÍCÍMU VYUŽITÍ I ČASU, VE KTERÉM SE BUDE PŘIDĚLOVAT A DOBĚ NA KTEROU SE BUDE PŘIDĚLOVAT	33
10.1	ZÁVISLOST VÝŠE CENY NA POČTU LET DOBY UDĚLENÍ PRÁVA	33
10.2	URČENÍ BUDOUCÍCH VOLNÝCH PENĚŽNÍCH TOKŮ MOBILNÍCH OPERÁTORŮ	35
11	POSTUP OCEŇENÍ PRÁVA POUŽITÍ DANÉHO KMITOČTOVÉHO PÁSMO	39
11.1	VZOREC PRO VÝPOČET ČISTÉ SOUČASNÉ HODNOTY PENĚŽNÍCH TOKŮ	39
11.2	ODHAD POČTU ÚČASTNÍKŮ (KONCOVÝCH BODŮ MOBILNÍCH SÍTÍ)	41
11.3	SEGMENTY ÚČASTNÍKŮ V MODELU PROGNÓZY PENĚŽNÍCH TOKŮ	44
11.4	ARPU V JEDNOTLIVÝCH SEGMENTECH	57
11.5	PROVOZNÍ VÝDAJE NA NÁKUPY OD DODAVATELSKÝCH FIREM	58
11.6	VÝDAJE NA MZDY A OSTATNÍ OSOBNÍ NÁKLADY	58
11.7	VÝDAJE NA INVESTICE – POŘÍZENÍ DLOUHODOBÉHO MAJETKU	59
11.8	VÝSLEDNÉ PENĚŽNÍ TOKY VARIANT PROGNÓZY	58

12	CITLIVOSTNÍ ANALÝZA	61
13	OCENĚNÍ PRÁVA POUŽÍVÁNÍ KMITOČTOVÉHO PÁSMO 880-915/925-960 MHZ A 1 710-1 785 / 1 805-1 880 MHZ	63
14	ZÁVĚR.....	68
15	LITERATURA A DALŠÍ INFORMAČNÍ ZDROJE.....	69
16	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

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.

V Praze dne 28. 1. 2015

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

Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.

děkan

odpovědná osoba

3. Obecné předpoklady znalce pro vypracování posudku

Tento znalecký posudek byl zpracován v souladu s následujícími obecnými předpoklady:

1. Znalecký ústav vycházel z toho, že informace získané z předložených podkladů pro zpracování znaleckého posudku jsou věrohodné a správné a nebyly tudíž ve všech případech z hlediska jejich přesnosti a úplnosti ověřovány.
2. Tento znalecký posudek respektuje právní předpisy v oblasti cen, financování, účetnictví a daní, které měly platnost v době, ke které je posudek zpracován.

4. Osvědčení

Znalecký ústav tímto osvědčuje, že:

1. V současné době ani v blízké budoucnosti nebude mít účast ani prospěch z podnikání, které je předmětem zpracovaného znaleckého posudku. Odměna za provedení znalecký posudek nezávisí na dosažených závěrech nebo odhadnutých hodnotách.
2. Zpracovaný znalecký posudek zohledňuje všechny nám známé skutečnosti, které by mohly ovlivnit dosažené závěry nebo posuzované hodnoty.
3. Při své činnosti jsme neshledali žádné skutečnosti, které by nasvědčovaly, že podklady a dokumenty předané ke znaleckému posudku nejsou pravdivé a správné.

V Praze dne 28. 1. 2015

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

5. Znalecká doložka

Znalecký posudek podal znalecký ústav ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, jmenovaný Ministerstvem spravedlnosti ČR podle ustanovení § 21 odst. 3 zákona 36/1967 Sb. o znalcích a tlumočnících a ustanovení § 6 odst. 1 vyhl. 37/1967 Sb., ve znění pozdějších předpisů, rozhodnutím ministra spravedlnosti M-1009/2002 ze dne 23. 7. 2002, s rozsahem znaleckého oprávnění pro:

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická	
Oddíl: II	IČO: 68407700
Adresa sídla	
	Technická 2 166 27 Praha 6 Hlavní město Praha
Kontakty	
Telefon	224362016, fax: 224310784
e-mail	rozkova@feld.cvut.cz
OBORY ZNALECKÉ ČINNOSTI Ekonomika, Elektronika, Elektrotechnika, Energetika, Kybernetika, Spojie	
Ekonomika Elektrotechnika a informatika, silnoproudá elektrotechnika, elektronika a sdělovací technika, telekomunikační technika, měření a přístrojová technika, letecké informační a řídicí systémy, technická kybernetika, ekonomie a řízení elektrotechniky a energetiky, elektroenergetika, radioelektronika, informační a výpočetní technika, řízení a ekonomika podniku.	Elektronika Elektrotechnika a informatika, silnoproudá elektrotechnika, elektronika a sdělovací technika, telekomunikační technika, měření a přístrojová technika, letecké informační a řídicí systémy, technická kybernetika, ekonomie a řízení elektrotechniky a energetiky, elektroenergetika, radioelektronika, informační a výpočetní technika, řízení a ekonomika podniku.
Elektrotechnika Elektrotechnika a informatika, silnoproudá elektrotechnika, elektronika a sdělovací technika, telekomunikační technika, měření a přístrojová technika, letecké informační a řídicí systémy, technická kybernetika, ekonomie a řízení elektrotechniky a energetiky, elektroenergetika, radioelektronika, informační a výpočetní technika, řízení a ekonomika podniku.	Energetika Elektrotechnika a informatika, silnoproudá elektrotechnika, elektronika a sdělovací technika, telekomunikační technika, měření a přístrojová technika, letecké informační a řídicí systémy, technická kybernetika, ekonomie a řízení elektrotechniky a energetiky, elektroenergetika, radioelektronika, informační a výpočetní technika, řízení a ekonomika podniku.
Kybernetika Elektrotechnika a informatika, silnoproudá elektrotechnika, elektronika a sdělovací technika, telekomunikační technika, měření a přístrojová technika, letecké informační a řídicí systémy, technická kybernetika, ekonomie a řízení elektrotechniky a energetiky, elektroenergetika, radioelektronika, informační a výpočetní technika, řízení a ekonomika podniku.	Spojie Elektrotechnika a informatika, silnoproudá elektrotechnika, elektronika a sdělovací technika, telekomunikační technika, měření a přístrojová technika, letecké informační a řídicí systémy, technická kybernetika, ekonomie a řízení elektrotechniky a energetiky, elektroenergetika, radioelektronika, informační a výpočetní technika, řízení a ekonomika podniku.
INFORMACE MINISTERSTVA SPRAVEDLNOSTI	

Zdroj: Databáze znaleckých ústavů Ministerstva spravedlnosti ČR.

Znalecký úkon je zapsán pod pořadovým číslem 55/2014 deníku znaleckého ústavu.

V Praze dne 28. 1. 2015

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

6. Obecná charakteristika předmětu znaleckého posudku

V souladu s uzavřenou smlouvou byl znalecký posudek zaměřen na ocenění práva používání kmitočtového pásma 880-915/925-960 MHz a 1 710-1 785 / 1 805-1 880 MHz s upřesněním předmětu plnění dle článku 3 uzavřené smlouvy:

- 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

Výše uvedená kmitočtová pásma představují omezený přírodní zdroj, jehož užitná hodnota spočívá v umožnění telekomunikačního provozu sítí mobilních komunikací standardu GSM, pro nějž 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).

6.1. 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 ČTÚ
- 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.

7. Oceňování aktiv na základě očekávaného výnosu

V této části jsou stručně rekapitulovány obecné ekonomické principy oceňování aktiv.

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 nevyovídá o potřebě vynaložení peněz, investic na udržení resp. růst zisků v dalších letech. Zisk také nic nevyovídá 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 nevyovídá 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, v našem případě 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 ziskatelné 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 pro některé případy.

Míra kapitalizace (pro výpočet diskontní sazby) pro majetková práva se ve vyhlášce uvádí bez dalšího zdůvodnění ve výši 12 %.

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 v našem případě nelze použít, neboť

- a) zůstatková hodnota přidělu 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) použití srovnání s platbou, za které se obdobné právo udělovalo v některé ze sousedních zemí 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. aktuálním 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 hodnot firmy na účetních výnosech a nákladech.

Jestliže investujeme, zaplatíme za pořízení nové investice v době její realizace, zbavujeme se tím současně možnosti investovat tuto částku do jiných podnikatelských aktivit a z nich získat další výnos (opportunity cost, cena ztracené příležitosti). Proto nelze peněžní toky budoucích příjmů a výdajů sčítat 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).

7.1. Metodika výpočtu čisté současné hodnoty

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 vyhlásil dne 28. srpna 2013 Opatření obecné povahy č. OOP/4/XX.2011-Y – 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 %**. „*

8. Radiové spektrum jako omezený přírodní zdroj z ekonomického hlediska

8.1. 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, 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. Organem, 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 jediné 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 něž 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. Užité 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.

Opotřebení však podléhají zařízení sítě, které toto spektrum využívají ke svému provozu. Fyzické opotřebení přitom není tak důležité jako opotřebení 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.

8.2. Náklady příležitosti (opportunity cost)

Náklady příležitosti jsou definovány jako výnos nejlepší nevyužitá příležitosti, který ztrácíme, rozhodneme-li se 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.

8.3. 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	[-, %]

8.4. 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 účel posudku – 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.

Bilanční hodnotu kapitálu firem lze zjistit díky zveřejňovaným účetním uzávěrkám ve výročních zprávách. Z těchto výročních zpráv lze zjistit i hodnoty provozního výsledku hospodaření. Pokud vydělíme provozní zisk firmy střední hodnotou bezrizikového výnosu v podobě úrokové míry u státních dluhopisů nebo diskontní mírou, která je vyhlášovaná centrální bankou, můžeme zjistit teoretickou hodnotu potřebného kapitálu dané firmy, pokud by pracovala v bezrizikovém prostředí. Účetní hodnota vlastního kapitálu firmy je však menší, což ukazuje jednak atraktivnost investice, míru rizika a i to, že např. cena používaného přírodního zdroje není uvažovaná, resp. je podhodnocená.

Cenu spektra simulují licenční poplatky, za které stát **prodal právo poskytovat mobilní telefonní službu** a **přidělil** k tomu¹ *právo používání potřebných kmitočtových pásem*. Nicméně na licenční poplatky by se mělo pohlížet spíše jako na platbu firmy státu za poskytnutí

¹ Přidělil, tzn. „poskytl zdarma“

ochrany před konkurencí. Licence opravňuje určitého podnikatele provozovat určitou výdělečnou činnost – ti, kdož ji nemají, by se dopouštěli nedovoleného podnikání. V dřívější době (cca rok 2000) se spolu s licenci na poskytování služeb prostřednictvím mobilní telekomunikační sítě poskytovalo „automaticky“ právo na používání vyhrazeného frekvenčního pásma. V dnešní době může i bez přiděleného pásma fungovat virtuální operátor. Největší hodnotou v tomto druhu podnikání jsou totiž smlouvy se zákazníky o poskytování služeb. Čím více je zákazníků ochotných platit za mobilní služby určité firmě, tím víc je ta firma hodnotnější i bez kmitočtového přidělu.

Další úlohou licenčního řízení je ověření, zda firma, která získá licenci, dokáže splnit také určitá kvalifikační kritéria, což lze označit jako státní ochranu zákazníků před nekvalifikovanými poskytovateli bez dostatečného zázemí.

Periodické poplatky za užívání frekvenčních pásem pak fungují jako platba za ochranu před rušením těchto frekvencí cizími zařízeními. Je to určitá forma daně (podobně jako je třeba pozemková daň), prostřednictvím kteréžto zdaňovaný poskytuje finanční zdroje státu, aby mu byl zajišťován nerušený výkon jeho práva. Placením těchto poplatků si zajišťuje držitel licence fungující ochrannou ruku státu a tyto poplatky by měly být použity na financování státního orgánu toto právo jemu zajišťující.

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 neopotřebovatelnost pásma používáním, tedy neodepisovatelnost tohoto dlouhodobého nehmotného majetku. Je to **rozdíl od licence či přidělu**, 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 neopotřebovávají.

Pokud bychom tedy vydělili roční výnos operátorů² charakterizovaný např. provozním ziskem (součet *EBIT* mobilních operátorů) obvyklou výnosností aktiv podniků fungujících na území ČR, charakterizovaných jejich průměrnou hodnotou *ROA*, vypočetli bychom teoretickou hodnotu 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 rozdíl³, který odpovídá maximální hodnotě přírodních zdrojů používaných pro podnikání, tedy v našem konkrétním případě u mobilního operátora – hodnotu práva používání rádiového spektra⁴ dle vzorce:

² Průměrný roční výnos za víceleté období.

⁴ Včetně hodnoty používaných čísel účastníků (adres), kterážto jsou také omezeným přírodním zdrojem.

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

kde CKS	je	hodnota práva použití rádiového spektra	[PJ]
$EBIT$		roční provozní zisk operátorů	[PJ]
ROA_{ϕ}		průměrná rentabilita aktiv podniků v ČR	[-]
A		celkový kapitál = čistá aktiva operátorů	[PJ]

V následující tabulce Tab. 1 jsou uvedeny výsledné hodnoty v případě tří českých plnohodnotných mobilních operátorů.

Z tabulky je zřejmá odhadovaná hodnota celého spektra používaného mobilními operátory v ČR, a to ve výši cca 191 mld. Kč, což je při kursu 27 Kč/EUR **7,1 mld. EUR**. Tabulka ukazuje kolísavou hodnotu spektra v návaznosti na rentabilitu mobilních operátorů oproti průměrné rentabilitě firem v ČR.

Pozn.: Tato hodnota je vztažena na **celé využívané spektrum** a současně se předpokládá i to, že **operátoři by měli práva na používání spektra trvale ve vlastnictví**.

Nevýhodou nastíněné metody je používání účetního provozního zisku místo peněžních toků (viz kapitola 7) 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. Dále pak musí být **výhled hospodaření** podniků sektoru mobilních komunikací **stabilní** a předpokládané výsledky **standardní v dlouhodobém výhledu**, což bohužel není možné v nejbližší budoucnosti očekávat, neboť hospodářské výsledky mobilních operátorů v posledních letech stále klesají.

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

Rok	2008	2009	2010	2011	2012	průměr
ROA podniků v ČR [%]	8,11	6,23	9,65	7,16	6,08	7,45
EBIT [mld.Kč]						
O2 mobilní síť	11,5	10,5	9,4	9,0	5,9	9,3
T-Mobile	10,9	11,3	10,5	9,0	8,6	10,1
Vodafone	3,0	2,7	2,6	2,2	1,5	2,4
celkem EBIT	25,5	24,6	22,6	20,2	16,0	21,8
Aktiva [mld.Kč]						
O2 mobilní síť	64,1	43,6	43,7	50,6	42,4	48,9
T-Mobile	32,8	32,9	33,3	33,2	32,9	33,0
Vodafone	31,7	16,7	18,5	14,4	14,4	19,1
celkem Aktiva	128,5	93,1	95,4	98,2	89,8	101
ROA mob. operátorů [%]	19,82	26,36	23,70	20,52	17,81	21,54
teoretická velikost potřebných aktiv [mld.Kč]	314	394	234	281	263	292
rozdíl=max.možný odhad ceny přírodních zdrojů [mld.Kč]	186	301	139	183	173	191

Tab. 1 – Stanovení maximální hodnoty ocenění práva používání přírodních zdrojů pro české mobilní operátory na dobu neurčitou pomocí průměrné výnosnosti aktiv podniků v ČR

8.5. 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 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 naše účely nepotřebujeme 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}		volný peněžní tok 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

Tímto poměrem vynásobíme čistou současnou hodnotu budoucích peněžních toků a tento součin použijeme k ocenění používaného frekvenčního pásma mobilními operátory. Na základě prognóz peněžních toků dle zásad uvedených v 10. kapitole od roku 2016 do roku 2025 poměr součtu diskontovaných volných peněžních toků fixních k mobilním operátorům při diskontu $q = 1,0826$ vychází **0,112**. Lze tedy říci, že by se rozdíl teoretické hodnoty a skutečné hodnoty aktiv mobilních operátorů z předchozí podkapitoly ve výši 191 mld. Kč měl pro účely ocenění hodnoty spektra mobilními operátory snížit koeficientem:

$$1 - 0,112 = 0,888$$

tedy zhruba 11,2% použít pro ocenění čísel a zbytek pro ocenění používaných frekvencí.

V tomto případě vychází hodnota (celého) spektra $191 \cdot 0,888 = 170$ mld. Kč, což je při kursu 27 Kč/Euro zhruba **6,3 mld. EUR**⁵.

Při výpočtu byla srovnávána rentabilita celkového kapitálu mobilních operátorů ve výši 21,5 % s průměrnou výnosností celkových čistých aktiv nefinančních podniků v ČR ve výši 7,5 %. Vidíme, že výnosnost sektoru mobilních telekomunikací byla téměř třikrát vyšší, než průměr českých podniků. To mohlo být způsobeno např. i nedocenením hodnoty přírodního zdroje typu rádiového spektra a čísel v roli adres účastníků.

⁵ Opět při předpokladu „prodeje“ spektra na neomezenou dobu.

Pro detailnější přehled o pravděpodobných úrovních tržních hodnot dalších částí rádiového spektra v ČR by mohlo posloužit komparační odvození na základě poměrných údajů dostupných z Velké Británie:

<i>Hodnota spektra v ČR</i>	<i>hodnota</i>	<i>Podíl z VB</i>
Mobilní komunikace	6.3	0.52
TV a rozhlasové vysílání	2.5	0.21
Ostatní	3.3	0.27
Celkem [mld.EUR]	12.1	1.00

Tab. 2 – Odhad hodnoty spektra v ČR komparací [12, 13]

Tímto kombinovaným způsobem lze tedy přibližně určit celkovou hodnotu spektra v ČR (tedy ne jen tu část, kterou používají mobilní operátoři) na cca 12,1 mld. EUR oproti 37,05 mld. EUR v případě Velké Británie.

9. Specifika oceňovaného spektra z technického hlediska

9.1. 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 základnovou 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 předpokládáme, 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 našich předpokladů zastavena v horizontu 15 let. Souběžně s tím předpokládáme v horizontu 15 let postupný nástup další generace - technologie 5G.

9.2. 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 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 uvažujeme nepřímou úměru, tedy zohledňujeme míru vyššího dosahu komunikace (odpovídá spíše komunikaci bod-bod):

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

V druhém případě uvažujeme nepřímou úměru v kvadrátu, tedy zohledňujeme míru větší plochy pokrytého území, resp. nižší potřebnou hustotu základnových stanic (odpovídá spíše komunikaci bod-mnoho bodů, tedy typicky buňkovým systémům):

$$\frac{C_{f1}}{C_{f2}} = \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^2 \quad (7)$$

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 řídky osídlených oblastí, komunikací, dálnic a železničních koridorů. Obecně platí, že operátor s daným přidělem 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 interiérů budov.

Základní výpočty pokrytí území obsluhovaného mobilní sítí se provádějí pro venkovní prostředí (outdoor). Pokud uvažujeme pokrytí uvnitř budov (indoor), je přídavný 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. 3 – Hodnoty útlumu při prostupu signálu do budov [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 přiděľů 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 přiděľů 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	Útlum	koeficient
[MHz]	[dB]	k_i
800	9	1
1800	11	0,8
2600	13	0,63

Tab. 4 – 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 napřeskáčku užívají různí operátoři není efektivně využitelné pro širokopásmové služby (je ovšem možno provést tzv. refarming - přeskupení přidělů 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)

9.3. 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,...)
- Dovolený/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. Přehled minimálních konfigurací z technického hlediska ukazuje následující tabulka:

TRX	TCH	SCH
1	7	1
2	15	1
3	22	2
4	30	2
5	37	3
6	45	3
7	52	4
8	60	4
9	67	5
10	75	5

Tab. 5 - Poměr počtu hovorových a signalizačních kanálů v GSM. (TRX-počet frekvencí, TCH-počet hovorových kanálů, SCH – počet signalizačních kanálů)

Spektrální účinnost mobilní sítě pro hovorové služby nejlépe vyjadřuje parametr EFR (Effective Frequency load). Reálné možnosti GSM systémů na základě simulací i reálných měření jsou někde okolo hodnoty $EFR = 8\%$, (tedy $8\% \times 8\text{slotů}/200\text{ kHz} = 3,2$ hovoru na MHz) [9]. Tuto hodnotu lze teoreticky navyšovat:

- Optimalizací sítě a použitím AMR kodeku – až na 20% EFR
- Použitím technologií SAIC (Single Antenna Interference Cancellation), DARP (Downlink Advanced Receiver Performance) teoreticky až na 35%

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 nejnútnejší 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.

Kódové schéma	CS-1	CS-2	CS-3	CS-4
Přenosová rychlost [kbit/s]	8	12	14	20
Poměr C/I [dB]	6	9	12	17

Tab. 6 - Kódová schémata pro GPRS

Počet alokovaných kanálových intervalů je přidělován podle požadavků uživatele a podle aktuálního vytížení sítě. Možné kombinace určuje parametr Multislot Class, který určuje, kolik kanálových intervalů v jakém směru je možno přenášet.

Multislot Class	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Downlink	1	2	2	3	2	3	3	4	3	4	4	4
Uplink	1	1	2	1	2	2	3	1	2	2	3	4
Suma	2	3	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8

Tab. 7 - Multislot Class pro GPRS a EDGE

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

Kódové schéma pro EDGE: MCS-X	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Přenosová rychlost [kbit/s]	9	11	14	18	22	30	45	54	59

Tab. 8 – Kódové schéma pro EDGE

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**.

9.4. 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. Radiové 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).

Přenosové rychlosti při použití kanálu o šířce pásma 20 MHz při použití modulace 64-QAM a kódovém poměru 5/4 uvádí tabulka pro různé varianty diverzifikačního příjmu (SISO/MIMO).

ANTÉNNÍ KONFIGURACE	RYCHLOST [Mbit/s]
SISO	100
2x2 MIMO	172
4x4 MIMO	326

Tab. 9 - Teoretická přenosová rychlost pro sestupný směr v závislosti na anténní konfiguraci

MODULACE	RYCHLOST [Mbit/s]
QPSK	33
16-QAM	67
64-QAM	100

Tab. 10 - Teoretická přenosová rychlost pro sestupný směr (SISO) v závislosti na použité modulaci

Pro vzestupný směr je rychlost typicky poloviční. Pokud je nižší odstup signálu od interferencí, použije se vedle nižšího počtu stavů i vyšší kódový poměr, čímž ovšem klesá spektrální efektivita.

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 bloku po 20 MHz)
- Rozšíření přenosu ve vzestupném 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

V současné době je cílovou technologií pro hlasovou komunikaci v sítích LTE 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 uvažujeme 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**.

9.5. 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.

9.6. Shrnutí technologických výhodisek

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.

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

Rozdělení disponibilního volného peněžního toku do kmitočtových pásem

Vstupní data a uvažované vlivy:

- Tržby v segmentech mobilních komunikací:
 - hovorové služby;
 - datové služby.
- Pásma 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 (odhad 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 síť 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):

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

Přepočítání 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 přepočítání ceny okrajových pásem (snížení ceny s ohledem na potenciální interference), případně zvýhodnit souvislá pásma s vyšší šířkou, která mají lepší využitelnost pro širokopásmové služby.

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

V kapitole 8 byl naznačen jednoduchý postup pro zjištění maximální hodnoty radiového spektra (horní odhad ceny) v případě, kdy by bylo právo použití poskytováno podnikatelskému subjektu na neomezenou dobu, a byl by ustanoven trh s těmito právy. Vlastník práva by tedy měl možnost s právy standardně nakládat jako se svým vlastnictvím, tedy právo např. prodat, či pronajmout podobně, jako je v současnosti nakládáno s pozemky.

Naším úkolem je však ocenit právo použití radiového spektra, které je poskytováno na dobu určitou. V tomto případě je ocenění podstatně složitější než oceňovat právo na dobu neurčitou. Dle kapitoly 7 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.

10.1. Závislost výše ceny na počtu let doby udělení práva

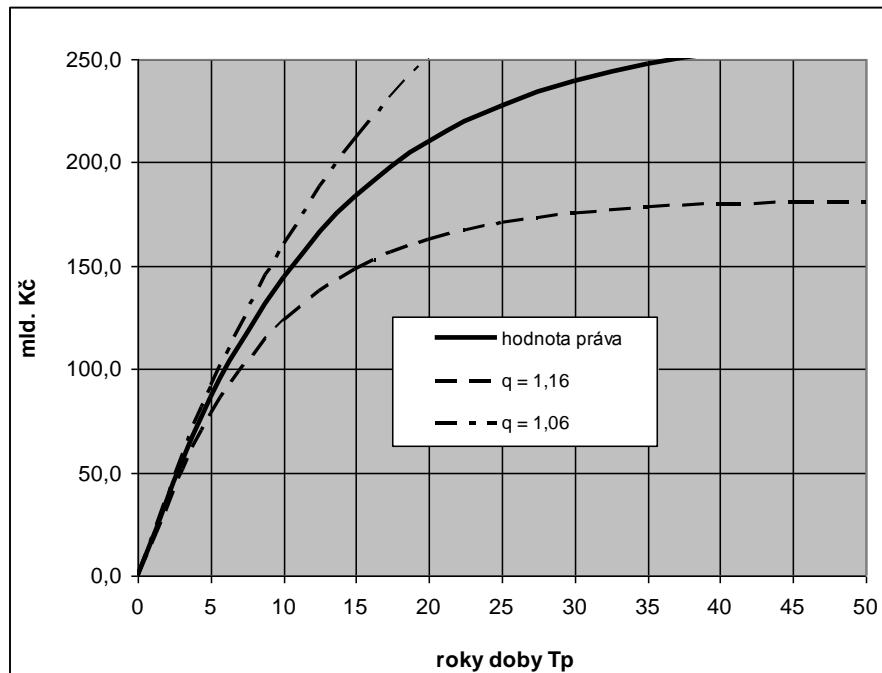
Výše odhadu ceny práva je úměrná délce doby, na kterou se právo uděluje, ale nikoliv lineárně. Jde o to, že současná hodnota peněžních toků je tím menší, čím tento peněžní tok nastane ve vzdálenější budoucnosti. Intenzita snížení hodnoty závisí na výši uvažované diskontní míry. Diskontní míra je měřítkem 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 posudku uvažujeme s výší diskontní míry v telekomunikačním odvětví 8,26 % (viz kapitola 7.), tzn. diskont ve výši $q = 1,0826$. Závislost ocenění na zvoleném diskontu pak je uvedena v poslední kapitole týkající se citlivostní analýzy na změnu vstupních údajů výpočtu ceny práva.

Následující tabulka udává velikost kumulovaného diskontovaného peněžního toku za dobu T_p , na kterou je právo udělováno, za předpokladu **konstantních každoročních kladných peněžních toků** (tedy „přítoků“) ve výši **21,8 mld. Kč** (průměrný celkový *EBIT* operátorů z tabulky č.1)

Roční peněžní tok CF = 21,8 mld.Kč		Diskont q = 1,0826					
		počet let na které je právo udělováno					
doba trvání práva T_p	5	10	15	20	30	50	100
Zásobitel $z(q, T_p)$	3,965	6,632	8,425	9,631	10,987	11,878	12,102
hodnota práva [mld.Kč]	86,4	144,6	183,7	210,0	239,5	258,9	263,8

Tab. 12 – Závislost ocenění práva na počtu let jeho trvání

Grafické vyjádření závislosti ocenění práva na počtu let doby jeho udělení poskytuje následující obrázek.



Obr. 1 – Závislost ocenění práva na počtu let jeho trvání

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.

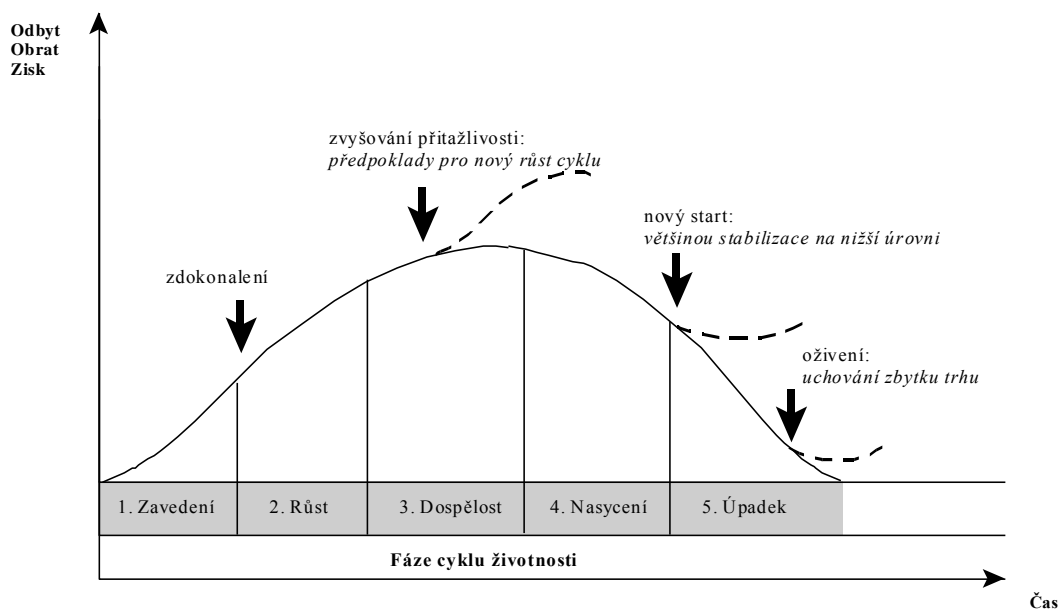
Z hlediska zachování a podpory konkurenčního prostředí na trhu mobilních komunikací je třeba důsledně dbát na rovný přístup k poskytovatelům telekomunikačních služeb jako účastníkům trhu ze strany regulačního orgánu, který práva na použití kmitočtů přiděluje. Z tohoto důvodu doporučujeme stanovovat periody 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.

10.2. Určení budoucích volných peněžních toků mobilních operátorů

Určení budoucích volných peněžních toků podnikatelských subjektů používajících ke svému podnikání daná kmitočtová pásma je nejsložitějším a nejproblematictější 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.

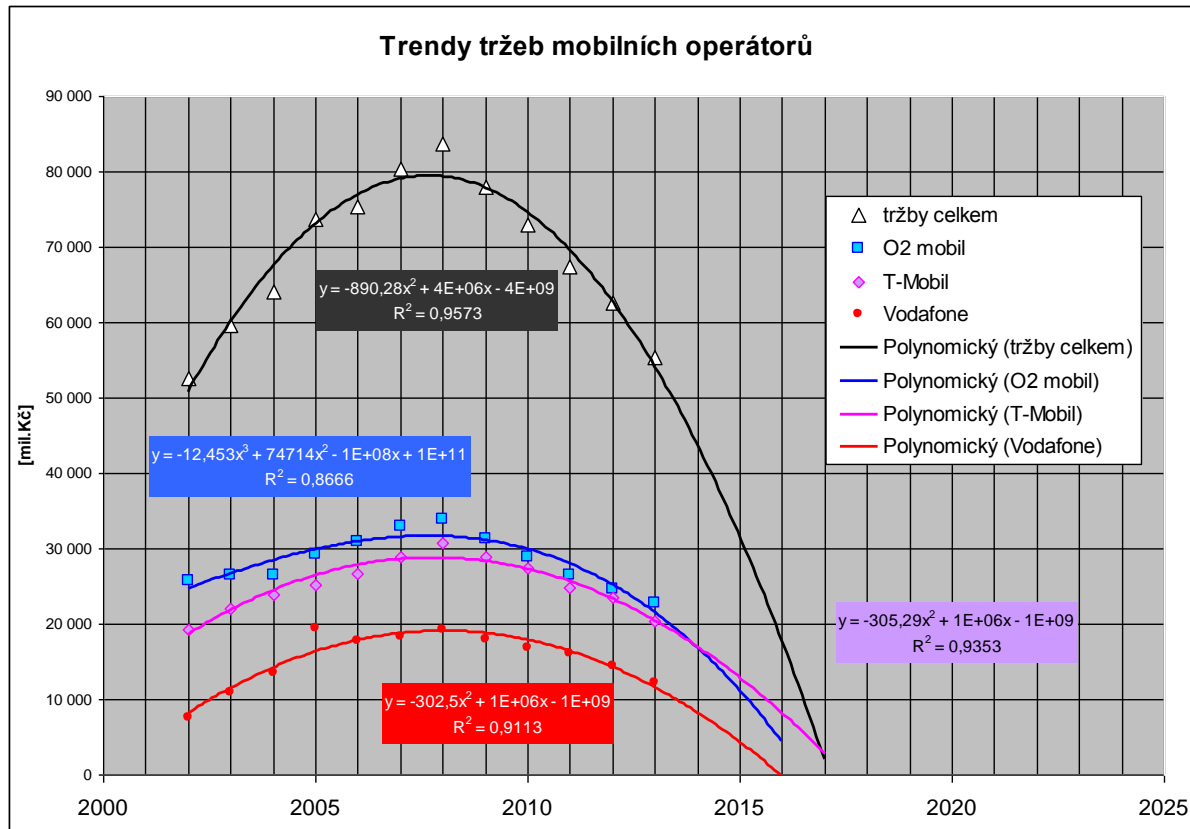
Vývoj hospodářských výsledků mobilního telekomunikačního sektoru za posledních dvacet let je podobný křivce života standardního produktu z marketingového hlediska viz následující obrázek.



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. Ani pololetní výsledky nejsou lepší a potvrzují dosavadní, pro mobilní operátory, resp. jejich vlastníky a zaměstnance, nepříznivý trend.

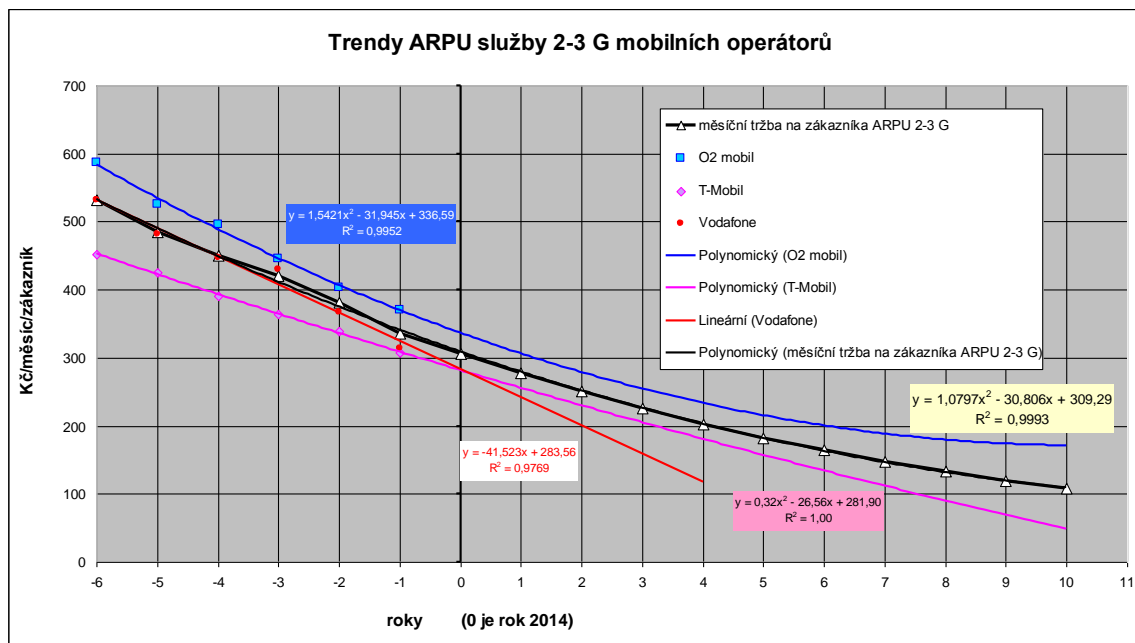
Situaci znázorňují následující grafy:



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

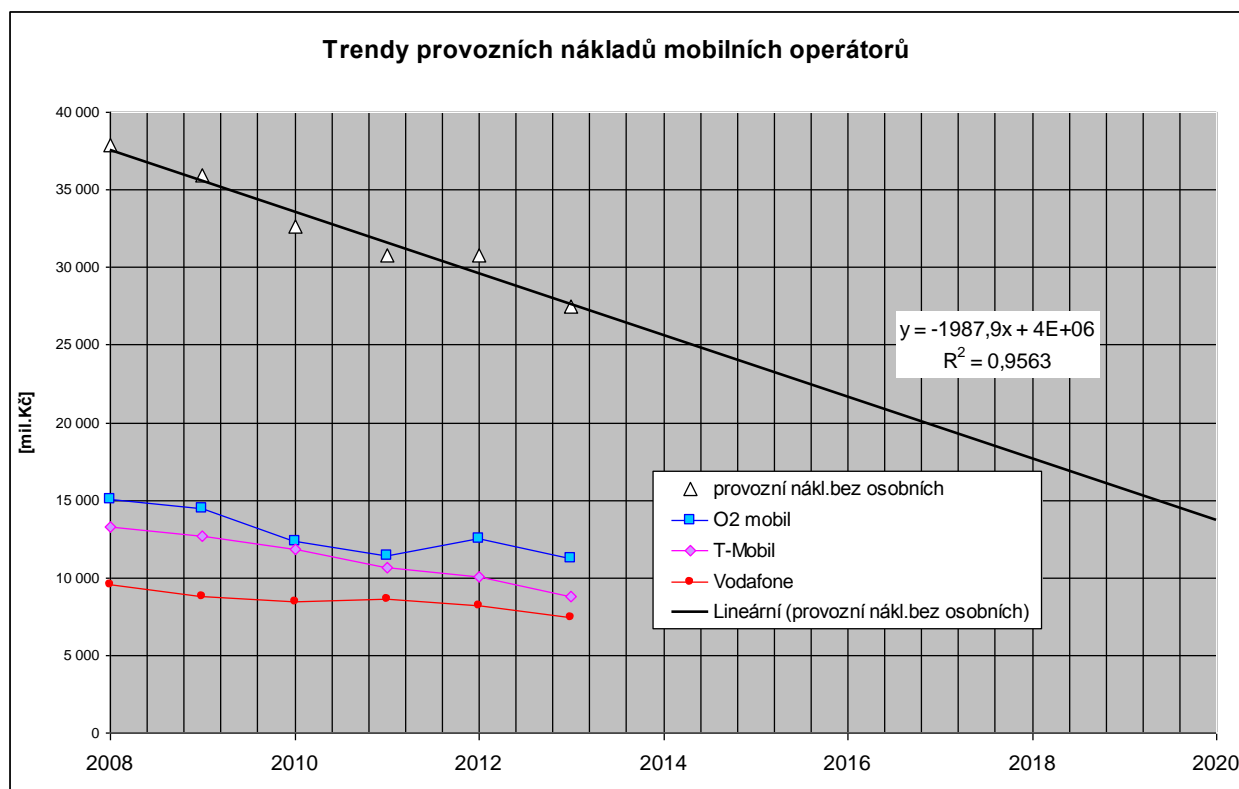
Pokles tržeb je způsoben především poklesem cen služeb a tedy i poklesem ukazatele ARPU, tedy průměrných měsíčních tržeb na jednoho zákazníka. Tento pokles je výsledkem jednak regulace ceny jednotky terminačního volání a dále pak především konkurencí na trhu mobilních telekomunikačních služeb. Určitou roli hrají i nepříznivá spotřebitelská očekávání v době deprese národního hospodářství, takže zákazníci se snaží snižovat své výdaje⁶, neboť očekávají pokles či výpadek svého příjmu.

⁶ Tedy především zbytné výdaje. Výdaje spotřebitelů za telekomunikační služby jsou zbytnější než např. výdaje za potraviny či bydlení.



Obr. 4 – Trendy ARPU mobilních operátorů

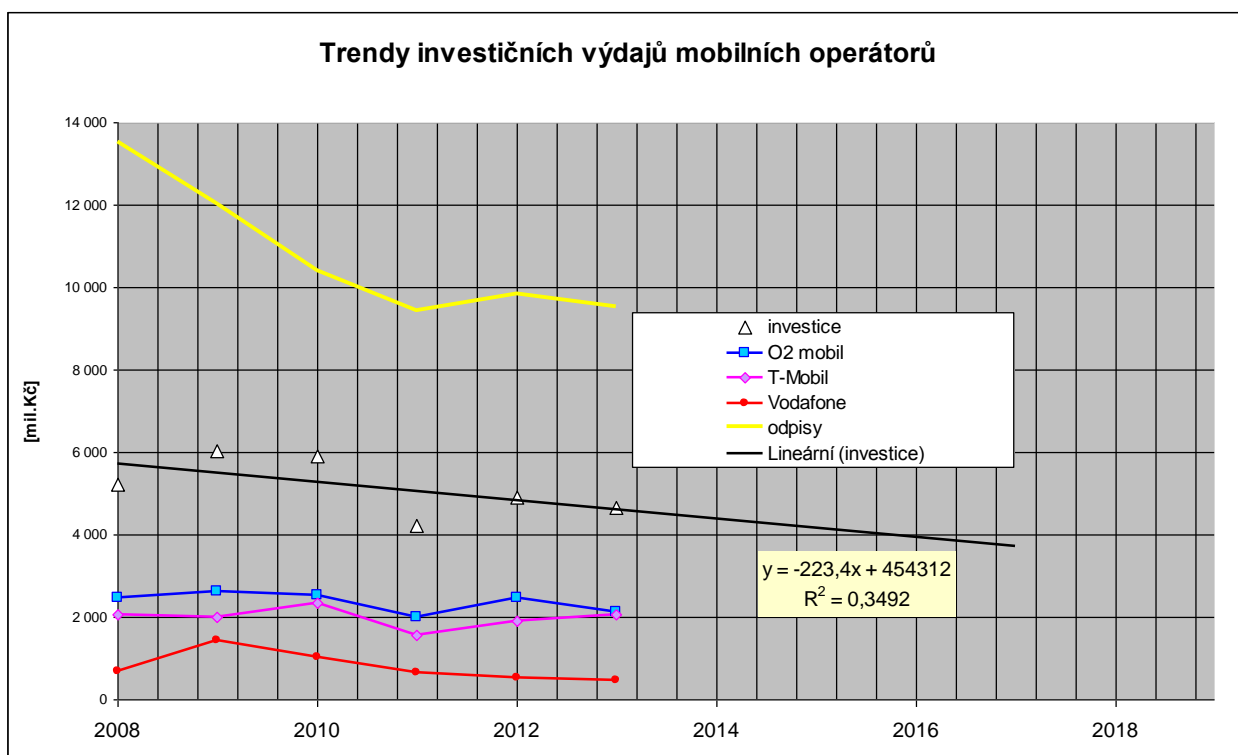
Dobrou zprávou pro operátory naopak je, že se jim daří také snižovat provozní výdaje, ale jejich pokles není tak rychlý jako pokles příjmů.



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).

11. Postup ocenění práva použití daného kmitočtového pásma

11.1. 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. NPV tedy bude počítána za 20 let budoucího období uvedeného výše.

Předpokládané peněžní toky odhadneme 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

$$CP = \sum_{T=1}^{T_p} CF_T (1+r)^{-T} - DOA \quad (10)$$

kde **CP** je celková hodnota práva uděleného na dobu T_p [mil. Kč]
DOA počáteční hodnota vložených aktiv v podobě zůstatkové hodnoty dlouhodobého odepisovaného majetku [mil. Kč]
CF_T peněžní tok v roce T budoucího období [mil. Kč]
r diskontní sazba na úrovni vážené hodnoty kapitálu obvyklé v telekomunikačním sektoru

Odhadovaný peněžní tok v každém roce je vypočten takto:

$$CF = 12 \sum_{i=1}^p n_i \cdot ARPU_i - N_p - M \quad (11)$$

- kde CF je roční hodnota peněžního toku [mil.Kč]
 p počet služeb, za které operátor vybírá tržby od zákazníků
 n_i počet zákazníků využívající i -tou službu v daném roce
 $ARPU_i$ průměrná měsíční tržba od zákazníka za poskytování i -té služby [Kč/měs.]
 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]

Lepší možností výpočtu čisté současné hodnoty jako ceny práva je snížení budoucích očekávaných volných peněžních toků v jednotlivých letech uvažovaného období o výdaje na nezbytné obnovovací a rozvojové investice do dožívajících prvků telekomunikačního systému. Tyto investice navrhuje uvažovat maximálně ve výši prognózovaných odpisů dlouhodobého majetku operátorů. V dnešní době (a tím spíše i v blízké budoucnosti) lze přijmout předpoklad, že výše dosavadních odpisů v telekomunikačním odvětví, postačuje nejenom na obnovu, ale i na rozvoj telekomunikačního systému. Je to umožněno faktem klesajících cen při zároveň rostoucím výkonu především aktivních prvků v soustavě, takže nové prvky instalované místo dožívajících prvků (a víceméně pouze morálně dožívajících prvků), nejenom plně zabezpečují dosavadní funkce, ale umožňují i zvýšení úrovně poskytovaných služeb, především co se týče jejich kvality i kvantity (tedy především rostoucí rychlost přenosu dat).

V tomto případě lze upravit výše uvedené vzorce následujícím způsobem:

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

- 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 snížený o reinvestované odpisy 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

n_i počet zákazníků využívající i -tou službu v daném roce

$ARPU_i$ průměrná měsíční tržba od zákazníka za poskytování i -té služby [Kč/měs.]

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 zpomaleně 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.

11.2. 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 označujících roky jako argumentů x funkce $tgh(x)$, jež by měla nabývat ve sledovaném období jen kladných hodnot Y označujících počet účastníků, musíme hodnoty $tgh(x)$ násobit určitým koeficientem A , jehož velikost zajistí, aby byly výsledné hodnoty kladné. Toho dosáhneme určením intervalu hodnot funkce $(0, 2)$ a velikost koeficientu A stanovíme dle vztahu:

$$A \cdot Y_{\max} = 2 \quad (15)$$

kde Y_{\max} je maximální počet účastníků služeb daného segmentu, tedy hladina nasycení.

Pro výpočet koeficientu nasycení A je možno při znalosti tří bodů křivky dosavadního průběhu použít vzorec z [2]:

$$A = \frac{2(Y_1 Y_3 - Y_2^2)}{Y_2(2Y_1 Y_3 - Y_1 Y_2^2 Y_3)} \quad (16)$$

kde Y_1, Y_2, Y_3 jsou počty účastníků v určitých letech minulosti, jež za sebou následují ve stejných časových intervalech.

Lépe je však použít odhadnutý údaj 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:

$$Y_t = a\{1 + tgh[b(t - c)]\} \quad (17)$$

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 tedy tři důležité charakteristiky, které je třeba určit ze známého průběhu v minulosti či předpokladů učiněných jiným způsobem. Pro určení rychlosti růstu, koeficient b , lze využít vztah z [2]:

$$1 - A \cdot Y = tgh(-b \cdot t) \quad (18)$$

Jestliže označíme t_{12} časový odstup mezi dosažením počtu účastníků z Y_1 na Y_2 a t_{23} časový odstup mezi počty účastníků Y_2 na Y_3 , přičemž zároveň platí $t_{12} = t_{23} = t_r$, lze vypočítat, že pro t_2 platí:

$$|t_2| = t_r \frac{\arctgh(1 - A Y_2)}{\arctgh(1 - A Y_2) - \arctgh(1 - A Y_3)} \quad (19)$$

kde t_2 je čas, který udává odstup mezi dosažením počtu Y_2 a počtu polovičního nasycení $1/A$ v čase $t = 0$
 A převrácená hodnota poloviny nasycení ($a = 1/A$)

Dalším odvozením dle [2] lze vyjádřit vztah pro výpočet rychlosti růstu b :

$$b = \frac{\operatorname{arctgh}(AY_2 - 1)}{t_2} \quad (20)$$

Hodnotu konstanty c pak určíme jako hodnotu roku, kdy se argument hyperbolické tangenty má rovnat nule, přičemž za proměnou t dosazujeme číselné hodnoty let dle našeho letopočtu. V tomto roce tedy dochází k inflexi, tedy k nejvyššímu ročnímu přírůstku a hodnotě poloviny nasycení.

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:

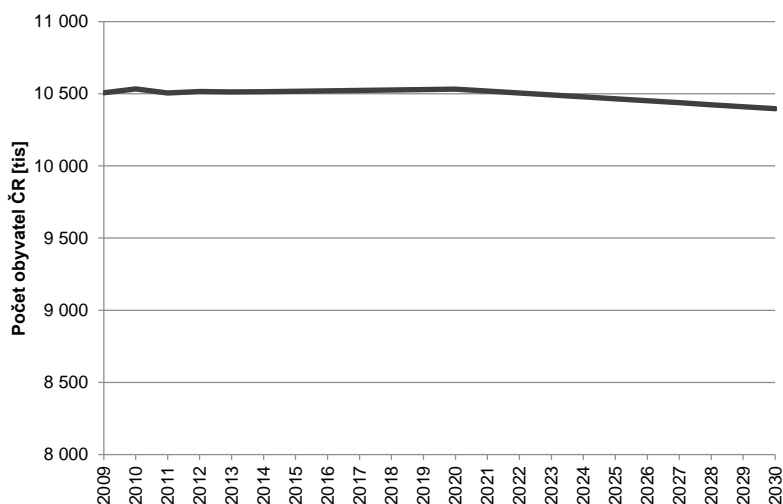
$$\sum_{t=1}^{T_m} (Y_t - y_t)^2 = \text{MIN} \quad (21)$$

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 nejvěrnější. Zároveň lze při tom sledovat měnící se křivku v grafickém vyjádření pomocí bodového typu grafu a kontrolovat i opticky kvalitu proložení.

Vývoj počtu obyvatel v ČR

Vývoj počtu obyvatel ČR je uveden na Obr. 7:



Obr. 7 – Predikce vývoje počtu obyvatel ČR v období 2009 – 2030

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.

Demografické údaje budou využívány k vyhodnocování penetrace.

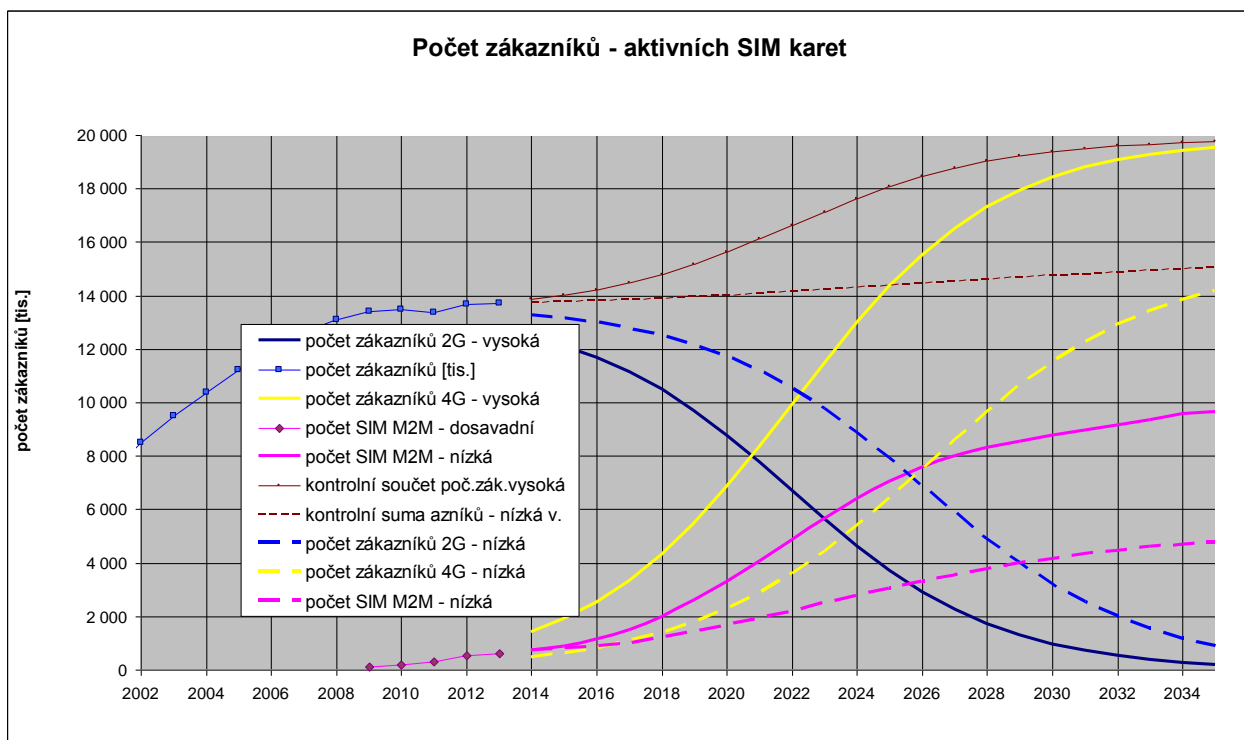
11.3. Segmenty účastníků v modelu prognózy peněžních toků

Pro výpočet příjmů jsme uvažovali kromě příjmů z prodeje zboží (koncových zařízení) zákazníkům s třemi základními segmenty, pro které jsme prognózovali 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 předpokládáme, že během sledovaného období dojde k postupnému přechodu zákazníků využívajících služby 2G do množiny zákazníků využívající 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. 8 - Predikce počtu zákazníků a SIM karet M2M v období 2014 – 2035

Členění zákazníků a predikce vývoje

Členění vychází z členění, které poskytl Český telekomunikační úřad. Klíčové údaje, se kterými je v rozboru dále pracováno, jsou uvedeny v Tab. 15. Toto členění bude dále 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. 13 – 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 v Příloze 11:

- 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 OPEN DATA (Příloha 10) a v nadcházejícím období se očekává jejich intenzivní rozvoj. Pro lepší uchopení byly M2M aplikace kategorizovány a v další části je vyčíslen potenciální rozvoj každé z kategorií.

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 – tato kategorie zavedena pro kompenzování nejistot predikce rozvoje v ostatních kategoriích.

Pevný širokopásmový přístup k internetu.

Podle našeho názoru má 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:
 - I. aktivní SIM karty (mimo M2M);
 - II. M2M (Machine to Machine) SIM karty mimo e Call;
 - III. M2M (Machine to Machine) SIM karty pouze e Call.

ad. I.) Hlavní kategorie „Aktivní SIM karty (mimo M2M)“ – byla dále členěna do následujících podkategorií:

- Aktivní SIM - Osobní terminály (Telefony + Smartfony)
- Aktivní SIM - Mobilní modemy (do notebooků)
- Aktivní SIM - Připojná 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".

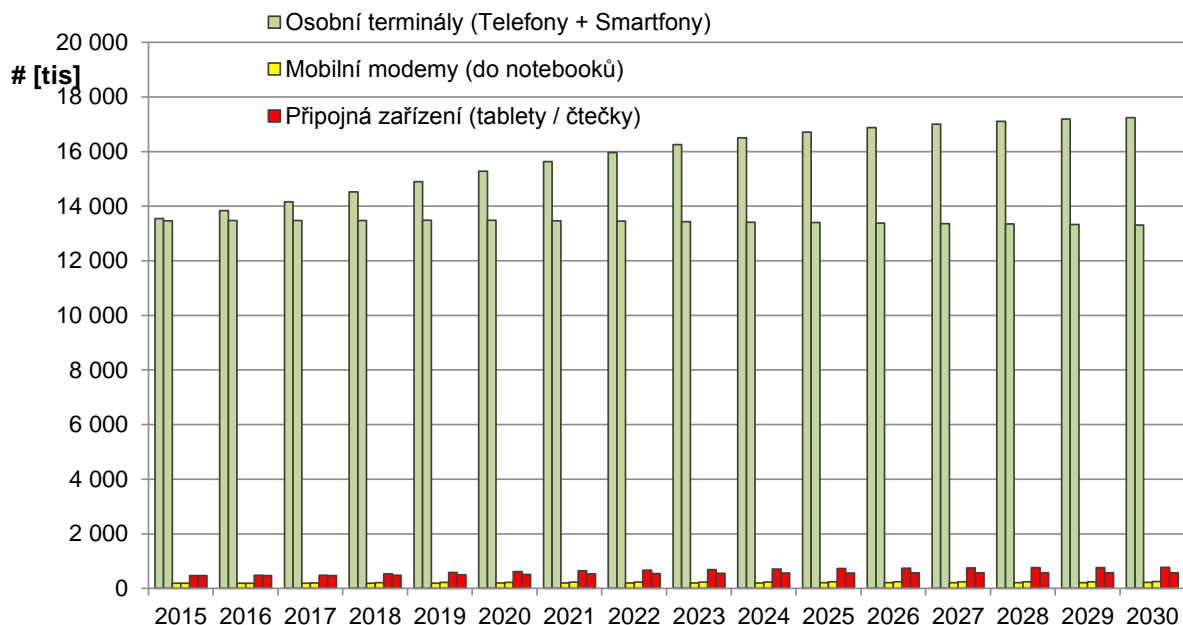
ad. II.) Hlavní kategorie „(Machine to Machine) mimo e Call“ – byla dále členěna do následujících podkategorií:

- M2M Fleet Management;
- M2M Smart Metering;
- M2M zabezpečení domů a bytů;
- M2M v bankovníctví;
- M2M Networked Cars;
- M2M ostatní.

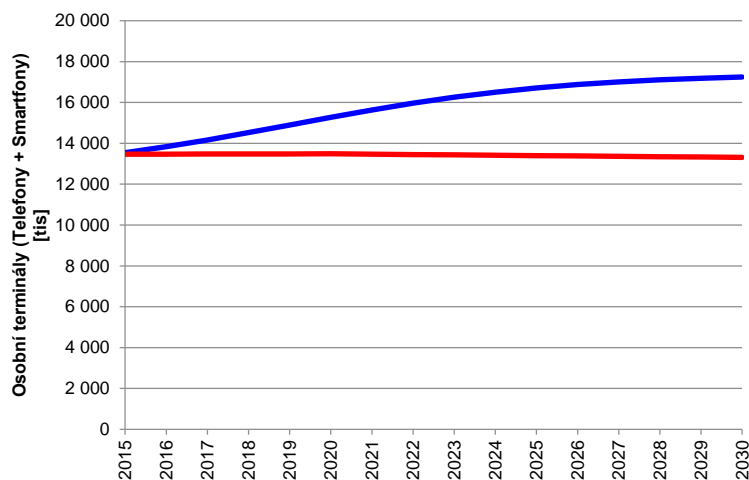
ad. III.) Hlavní kategorie „M2M (Machine to Machine) pouze e Call“ – nebyla dále členěna do podkategorií a byl predikován vývoj pouze v jedné variantě (je známo datum spuštění služby a metrika (počet nově prodaných automobilů) je poměrně přesně odhadnutelná.

I. Predikce vývoje počtu jednotek v hlavní kategorii „aktivní SIM (mimo M2M - Machine to Machine)“

Predikce vývoje osobních terminálů, mobilních modemů a přípojných zařízení



Obr. 9 – Predikce vývoje počtu jednotek v podkategoriích hlavní kategorie aktivní SIM (mimo M2M)

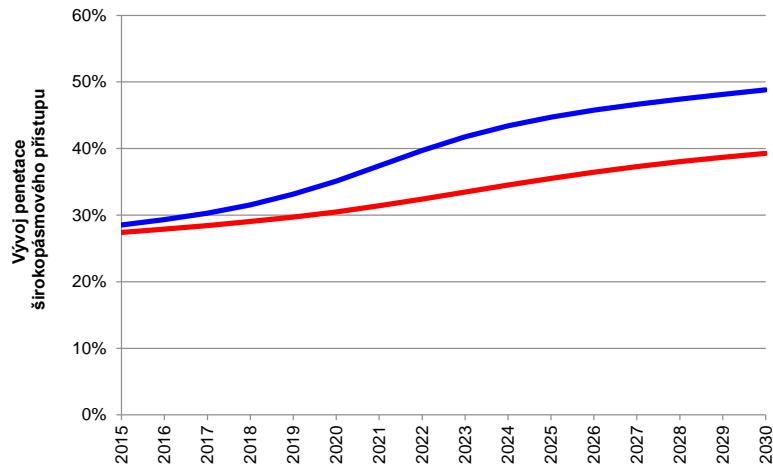


Obr. 10 – Predikce vývoje počtu osobních terminálů (telefony a smartfony) (červeně: minimální odhadovaný nárůst, modře: maximální odhadovaný nárůst)

Minimální odhadovaný nárůst je založen na zachování stávající penetrace (1,28 osobního terminálu na obyvatele). Při maximálním odhadovaném nárůstu se předpokládá dosažení v roce 2020 penetrace 1,45 osobního terminálu na obyvatele a v roce 2023 1,66 osobního terminálu na obyvatele.

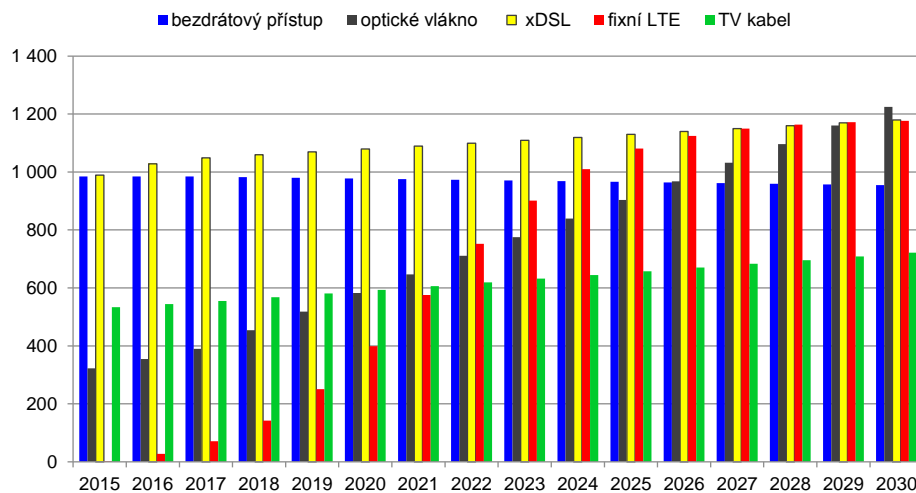
Predikce vývoj pro „fixní LTE“

„Fixní LTE“ je substituční technologií širokopásmového přístupu k internetu. Pro další úvahy bylo třeba vytvořit hypotézy vývoje širokopásmového přístupu k internetu a to „konzervativní“ a „progresivní“ – viz obr. 11. Cílová penetrace širokopásmových přístupem k internetu okolo 45%.

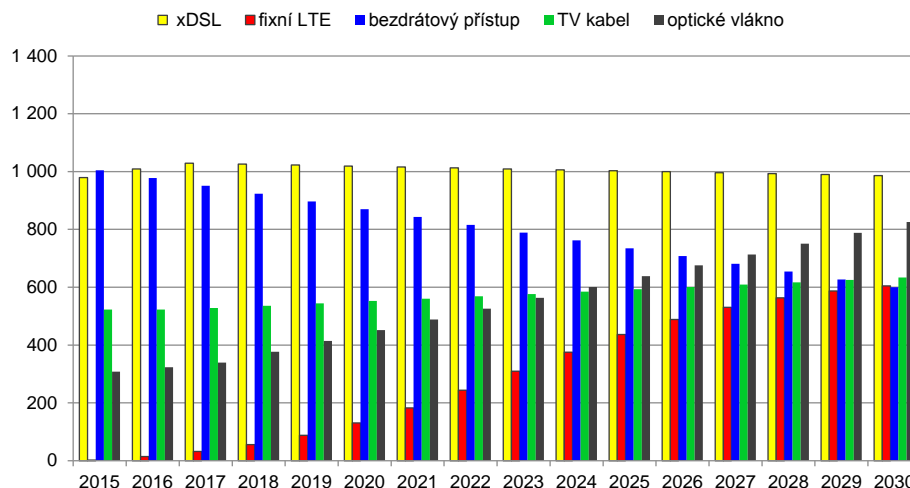


Obr. 11 – Hypotézy vývoje širokopásmového přístupu k internetu
Červeně: konzervativní, modře: progresivní

Pro širokopásmový přístup k internetu je použitelných pět technologií: xDSL vedení (ADSL), bezdrátový přístup (FWA, WiFi), TV kabel (CATV), optické vlákno (FTTx), aktivní SIM - "fixní LTE". Na obrázcích 12 a 13 jsou znázorněny poměry technologií pro dosažení hypotéz nárůstů

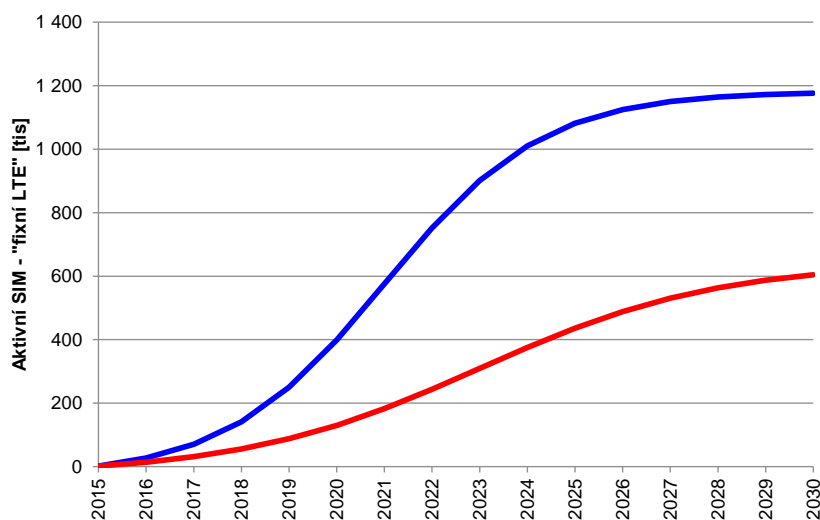


Obr. 12 – Poměr technologií širokopásmového přístupu k internetu pro progresivní hypotézu rozvoje



Obr. 13 – Poměr technologií širokopásmového přístupu k internetu pro konzervativní hypotézu rozvoje

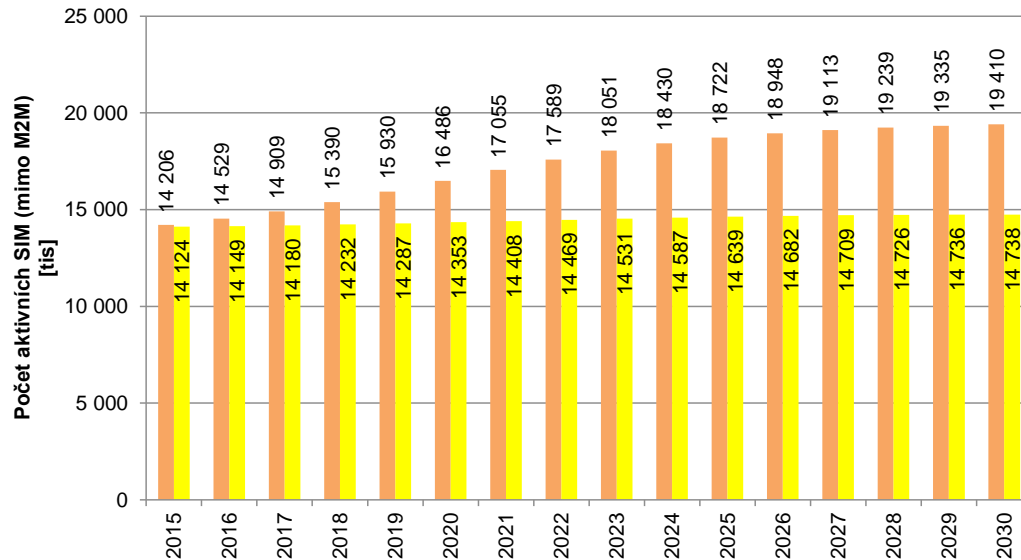
Poměry technologií mohou být polemické a cílem není je řešit. Nicméně z úvahy dosti jednoznačně vyplývají meze využití technologie „Aktivní SIM - "fixní LTE““. Ty jsou uvedeny na obrázku 14.



Obr. 14 – Predikce vývoje počtu jednotek Aktivní SIM - "fixní LTE" (červeně: minimální odhadovaný nárůst, modře: maximální odhadovaný nárůst)

Souhrnná predikce vývoje počtu jednotek v hlavní kategorii „aktivní SIM karty (mimo M2M)“

Souhrn předpokládaného vývoje počtu jednotek v hlavní kategorii „aktivní SIM (mimo M2M)“, tedy podkategorie osobní terminály (Telefony + Smartfony), mobilní modemy (do notebooků), přípojná zařízení (tablety / čtečky) a "fixní LTE" je uvedena na obr. 15



Obř. 15 – Souhrnná predikce vývoje počtu aktivních SIM (mimo M2M) v období 2015 – 2030

II. Predikce vývoje počtu jednotek v hlavní kategorii „M2M SIM karty (Machine to Machine) mimo eCall“

Podkategorie M2M Fleet Management

Dle [17] bylo v ČR zaregistrováno ke konci roku 2013 6,755 mil vozidel, z toho 4,729 mil osobních automobilů, z nichž 14 % má charakter služebního automobilu [18]. Z toho vyplývá, že na konci roku 2013 bylo v ČR 1,315 mil služebních vozidel. Při ročním průměrném nárůstu 3,9% by měly být v ČR v následujících letech následující počty služebních vozidel:

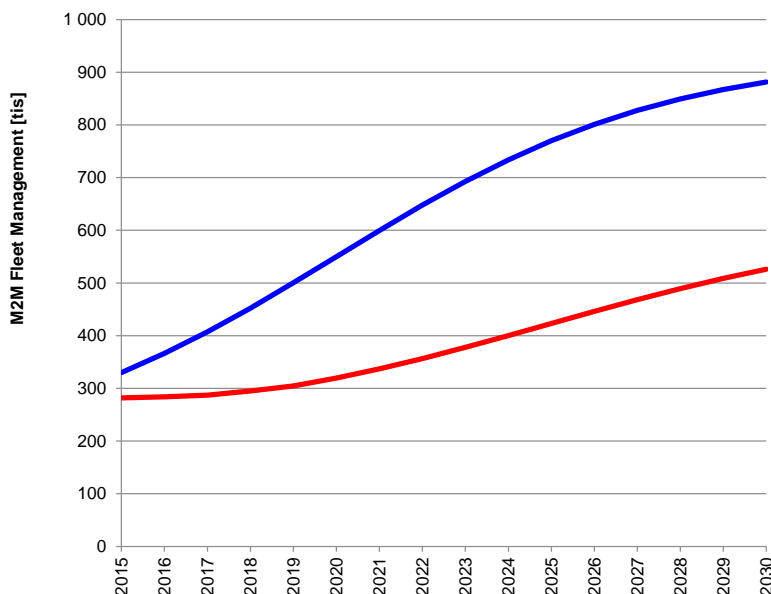
2015: 1,4 mil.
 2020: 1,7 mil
 2025: 2,1 mil.
 2030: 2,5 mil

Dle [19] je v současném období polovina M2M aplikací využívána pro Fleet Management.

Vývoj počtu SIM pro M2M Fleet Management je na Obr X. Pro maximální nárůst se penetrace na park služebních vozidel v ČR zvyšuje z 23% (2015) na 32% (2020) až na 35 % (2030).

Pro minimální nárůst se vývoj penetrace se fakticky nemění a nárůst počtu SIM kopíruje nárůst parku služebních vozidel. Konkrétní hodnoty jsou: 20% (2015), 19% (2020), 2 %

(2030) parku služebních vozidel v ČR.



Obr 16 – Predikce vývoje počtu SIM M2M Fleet Management (červeně: minimální odhadovaný nárůst, modře: maximální odhadovaný nárůst)

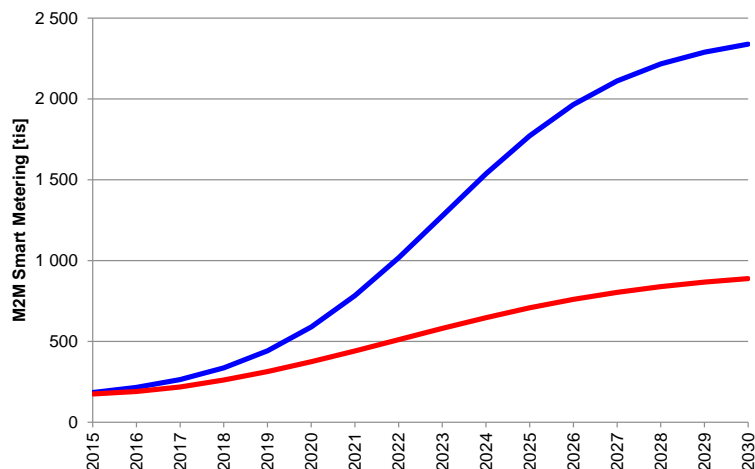
Podkategorie M2M Smart Metering

Systémy pro dálkový odečet odebrané energie a správu energetických sítí. Problematika je v literatuře poměrně široce popisována. V ČR dosud není schválen implementační plán.

Vstupní kvantitativní údaje:

- Počet obydlených rodinných domů v roce 2011 [20]: 1,554 mil (bez koncentrace).
- Počet bytových domů s obydlenými byty v roce 2011 (průměrný počet bytů na bytový dům je 10,7) [20]: 211 tis. (násobení 2x).
- Počet neobydlených domů využívaných k rekreaci v roce 2011 [20]: 170 tis (bez koncentrace). Odhad počtu chat v roce 2011 [21]: 230 tis. (uvažujeme polovinu)
- Odhad počtu provozoven v roce 2011: 250 tis
- Potenciál trhu: 2 511 tis.
- Meziroční nárůst [21]: 1 %

Vývoj počtu SIM pro M2M Smart Metering je na Obr 17. Pro maximální potenciální nárůst se penetrace zvyšuje z 7% (2015) na 22% (2020) až na 80 % (2030). Období maximálního růstu je období okolo roku 2023



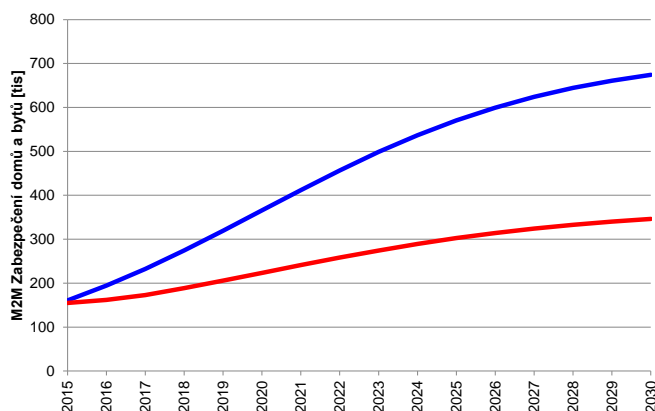
Obr 17 – Predikce vývoje počtu SIM M2M Smart Metering
(červeně: minimální odhadovaný nárůst, modře: maximální odhadovaný nárůst)

Podkategorie M2M Zabezpečení domů a bytů

Vstupní kvantitativní údaje:

- Počet obydlených bytů v roce 2011 [22]: 4,1 mil (bez koncentrace)
- Počet rekreačních objektů – chaty, trvale neobydlené domy v roce 2011 [23]: 400 tis. (bez koncentrace)
- Počet malých provozoven 2011 (odhad): 200 tis. (bez koncentrace)
- Celkem potenciál trhu: 4,7 mil.
- Meziroční nárůst je odhadnut konzervativněji [24] na 0,5 %

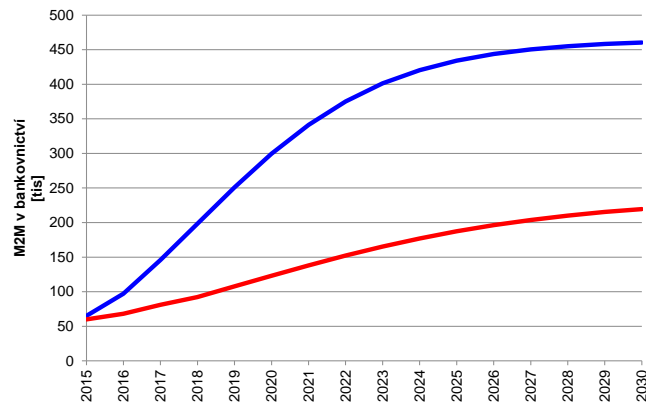
Vývoj počtu SIM pro M2M Zabezpečení domů a bytů je na Obr 18. Pro maximální potenciální nárůst se penetrance zvyšuje z 3% (2015) na 8% (2020) až na 13 % (2030). Pro minimální potenciální nárůst se se penetrance zvyšuje z 3% (2015) na 5% (2020) a na 7 % (2030).



Obr 18 – Predikce vývoje počtu SIM M2M pro zabezpečení domů a bytů
(červeně: minimální odhadovaný nárůst, modře: maximální odhadovaný nárůst)

Podkategorie M2M v bankovníctví

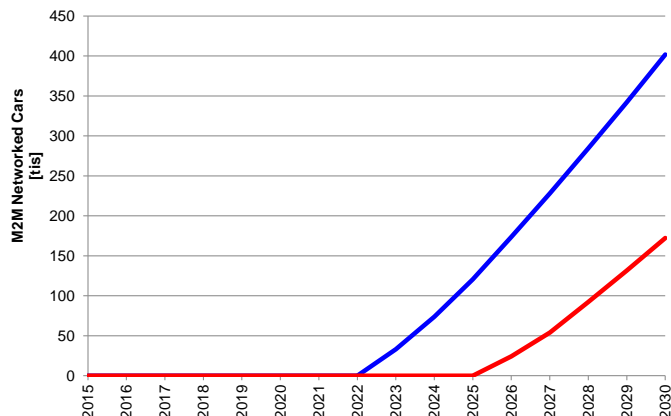
Aplikace slouží pro připojení platebních terminálů a dalších zařízení. Novou skutečností je, že podle studie nejvýznamnější světové společnosti oboru [22] se prudce zvýší využívání mobilních terminálů (mPOS – mobile point of sale) ze strany malých a středních obchodníků v Evropě. Dá se odhadnout, že počet terminálů na konci období dosáhne několika stovek tisíci. Období maximálního růstu proběhne v obou variantách (nízké i vysoké) do roku 2020. Odhad vývoje počtu SIM je znázorněn na Obr. 19.



Obr 19 – Predikce vývoj počtu SIM M2M v bankovníctví
(červeně: minimální odhadovaný nárůst, modře: maximální odhadovaný nárůst)

Podkategorie M2M Networked Cars

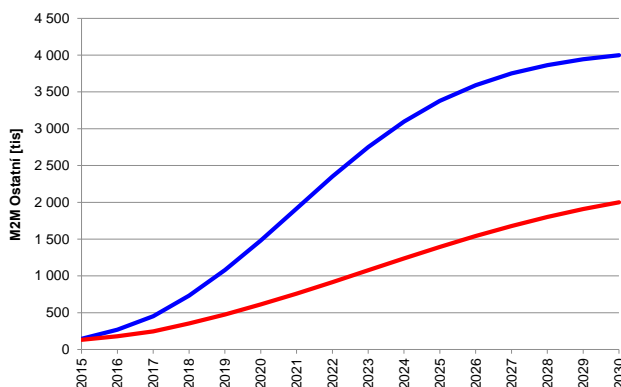
Využívání mobilních technologií pro komunikaci mezi vozidly (nejedná se o tzv. M2M eCall systémy). Pro max. potenciální nárůst se předpokládá, že služba začne být implementována v roce 2023, do roku 2025 se předpokládá, že 15% nových automobilů bude mít tuto službu implementováno, od roku 2026 pak 26%. Pro min potenciální nárůst se předpokládá začátek implementace v roce 2026 pro 10% nových vozidel, který naroste v roce 2028 na 15%. Vývoj počtu je na obr. 20.



Obr 20 – Predikce vývoje počtu SIM M2M pro Networked Cars
(červeně: minimální odhadovaný nárůst, modře: maximální odhadovaný nárůst)

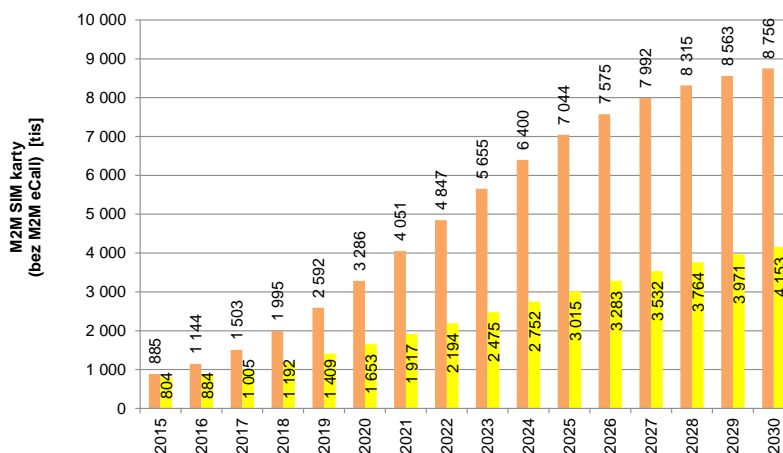
Podkategorie M2M Ostatní

Kategorie zavedena pro kompenzování nejistot predikce rozvoje v ostatních kategoriích. Jsou v ní zahrnuty jednak aplikace, jejichž potenciál penetrace je desítky tisíc jednotek (např. informační systémy v hromadné dopravě, dopravní informační systémy, logistické systémy pro např. sledování pohybu kontejnerů, atd.). Dále jsou v této kategorii systémy, kde nejsou k dispozici relevantní metriky. Jedním z příkladů mohou být technologické systémy, využívající propojení prostřednictvím veřejných elektronických komunikací v rámci rozsáhlých areálů apod. Pro rok 2030 je min. odhadovaný nárůst na 2 mil a max. odhadovaný nárůst na 4 mil jednotek.



Obr 21 – Predikce vývoj počtu SIM M2M v kategorii „Ostatní“
(červeně: minimální odhadovaný nárůst, modře: maximální odhadovaný nárůst)

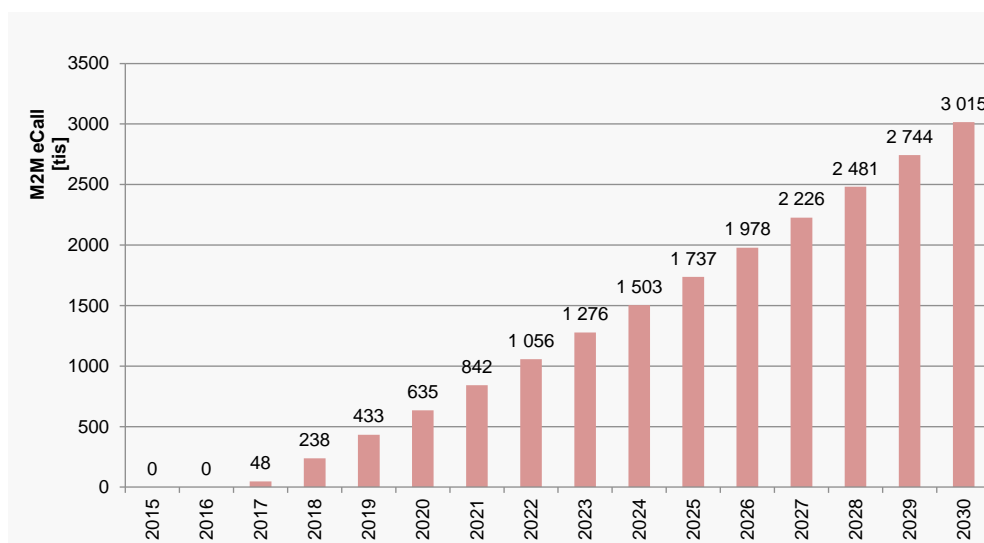
Souhrnná predikce vývoje počtu jednotek v hlavní kategorii „M2M SIM (bez eCall).“



Obr 22 – Souhrnná predikce vývoje počtu M2M SIM (bez eCall) v období 2015 – 2030

III. Predikce vývoje počtu jednotek v hlavní kategorii M2M (Machine to Machine) SIM karty – pouze e Call

E-call je 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). Systém eCall bude spuštěn od října roku 2017 [23]. Systémy budou instalovány do všech nových vozidel. Dle statistik Svazu Dovozců Automobilů [24] je v ČR průměrně ročně (průměr 2004 – 2014) registrováno 190 tis. vozidel (osobní automobily, lehká užitková vozidla, autobusy a nákladní vozy). Průměrný meziroční nárůst [24] je 2.9%.



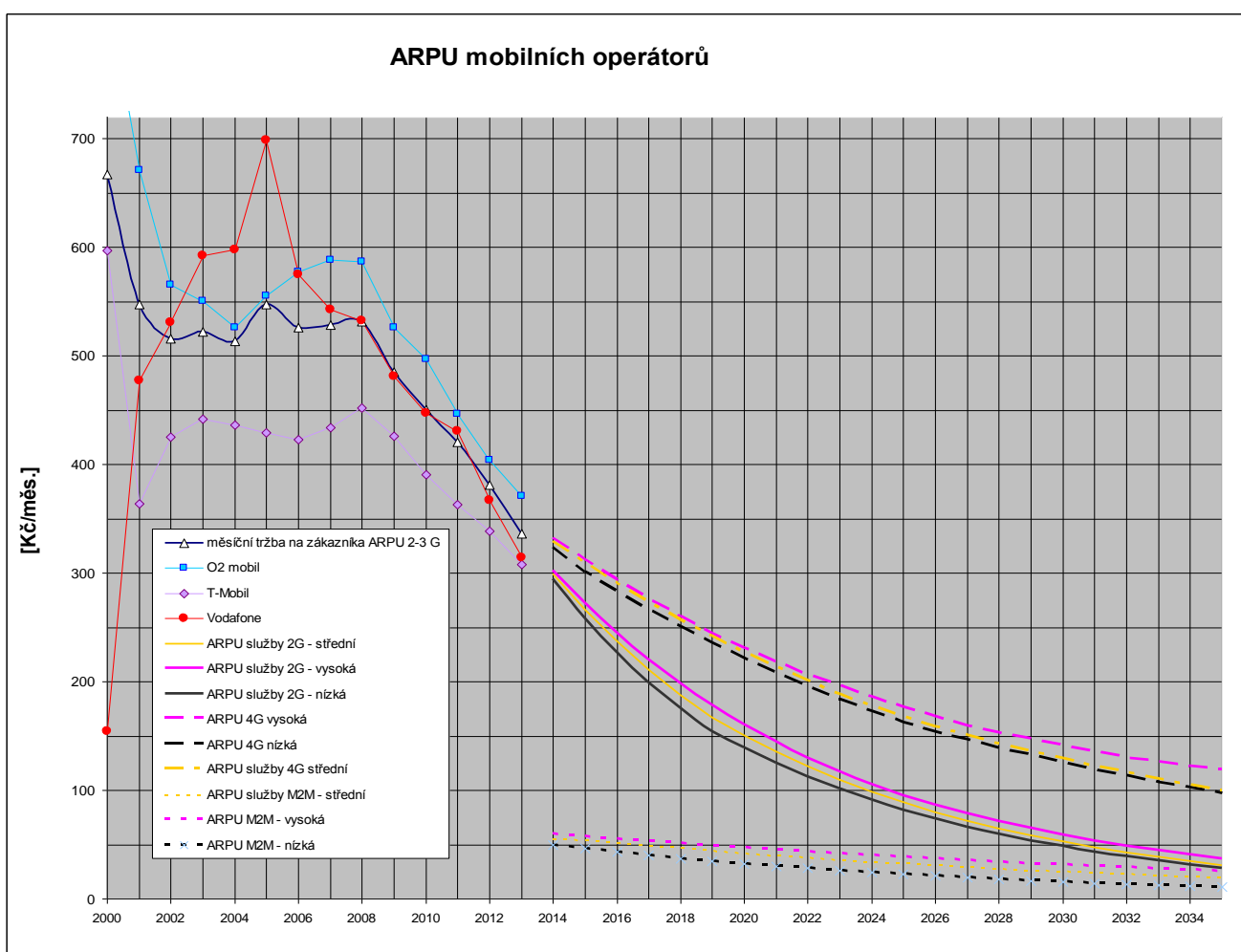
Obr 23 – Predikce vývoje počtu eCall M2M SIM v období 2015 – 2030

11.4. 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 uvažujeme s ARPU zpočátku o přibližně 10% vyšším než u zákazníků 2G a také s pomalejším poklesem během sledovaného období.

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



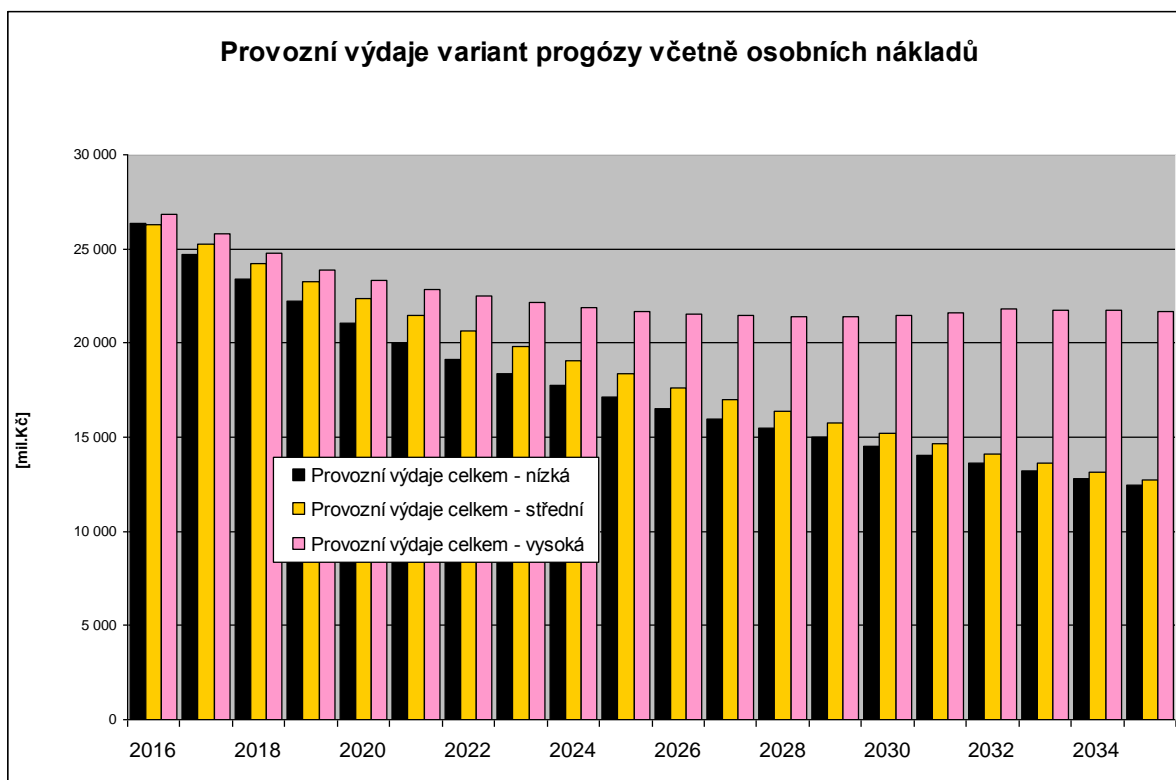
Obr. 24 – Odhad vývoje ARPU mobilních operátorů

11.5. 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.

11.6. 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. 25 – Varianty prognózy provozních výdajů

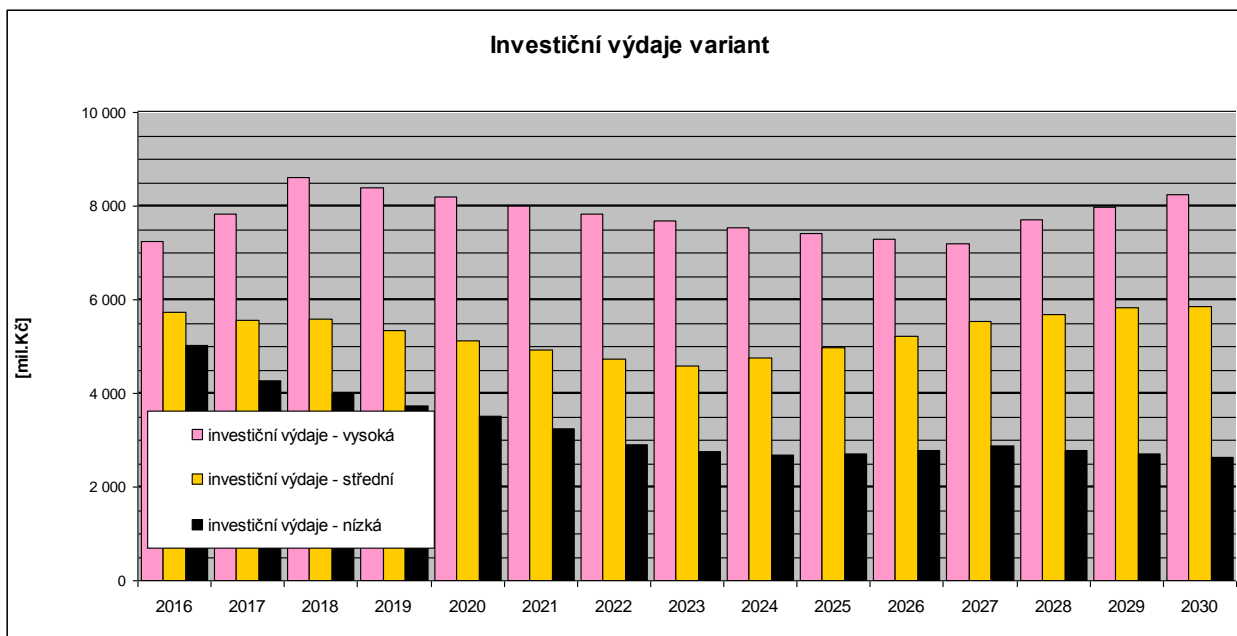
Z grafu je vidět, že ve vysoké variantě provozní výdaje v druhé polovině dvacátých let příliš neklesají díky rostoucím osobním nákladům, které by si mobilní operátoři v této variantě mohli dovolit, protože tržní příjmy za poskytované služby.

11.7. 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 předpokládáme, že 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.

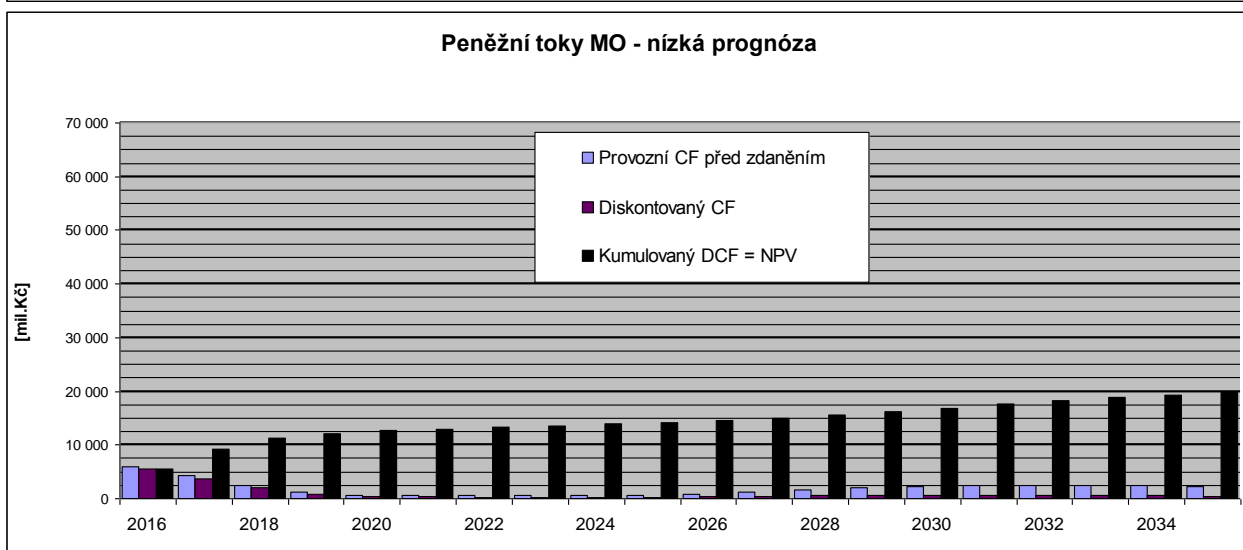
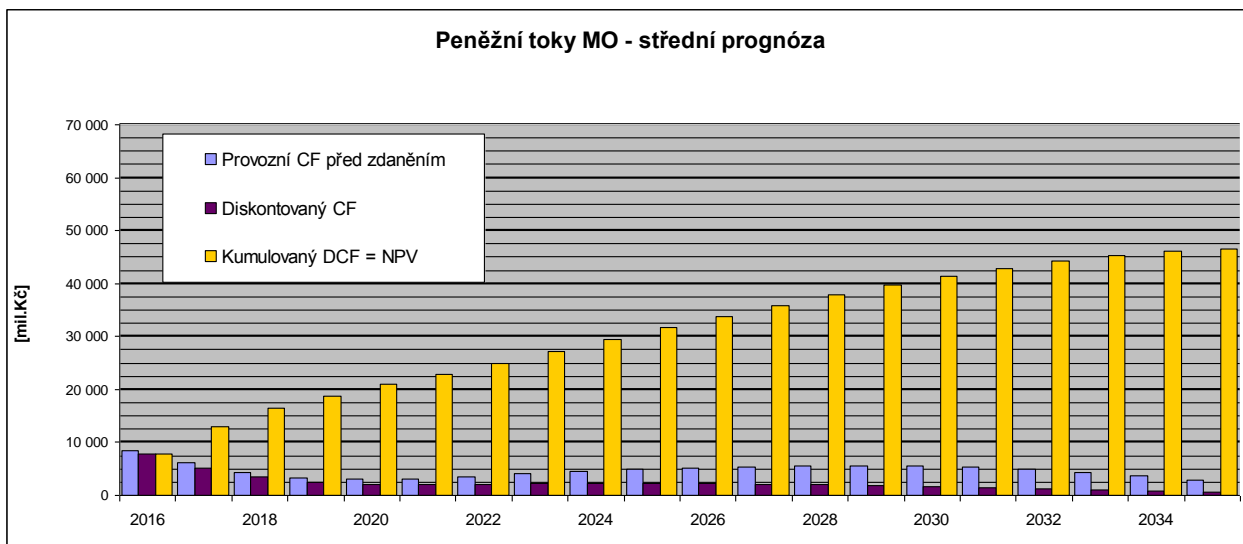
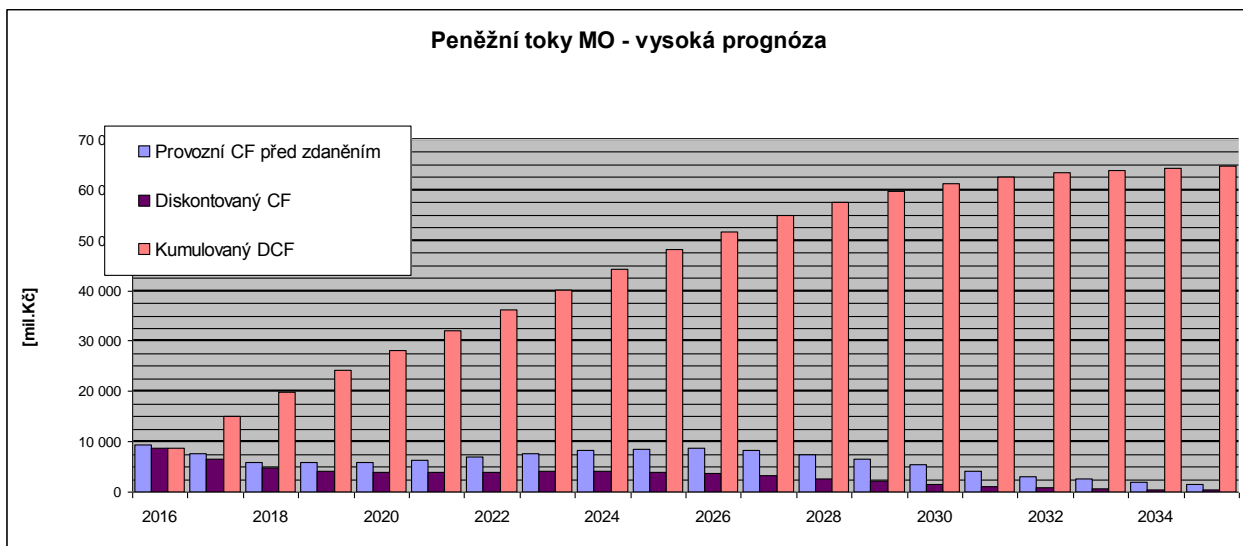
Výše investic je na úrovni odpisů pouze ve vysoké variantě scénáře, ve zbylých dvou jsou pod odpisy, zvláště pak v nízké variantě je díky tomu dosahován kladný peněžní tok v první polovině dvacátých let, i když hospodářský výsledek v té době může jít do červených čísel.



Obr. 26 – Varianty vývoje investičních výdajů

11.8. 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 2030. 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.



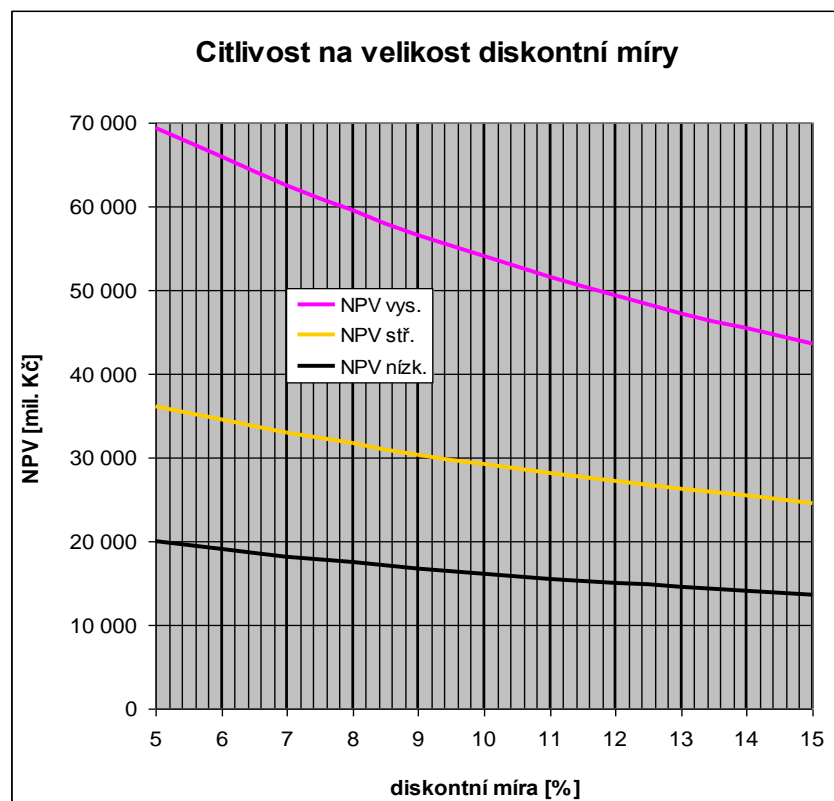
Obr. 27 – Peněžní toky variant

12. Citlivostní analýza na změnu diskontu

Vzhledem k tomu, že prognóza je provedena pro tři varianty peněžních toků, není třeba dělat citlivostní analýzy na změny jednotlivých složek. Zbývá však nejdůležitější možná změna, a tou je změna diskontní míry, potažmo diskontu. Dle našeho názoru je diskont ve výši $q = 1,0826$

($r = 8,26\%$) před zdaněním poněkud nízký. Odpovídalo by to spíše hodnotě diskontu po zdanění. Proto bychom chtěli uvést, jak se mohou změnit výsledky (NPV), kdyby se uvažovala jiná hodnota diskontu.

Na následujícím obrázku je zobrazena závislost výše NPV při uvažování patnáctiletého období v jednotlivých variantách prognózy na změnu diskontní míry v rozmezí 5 až 15%:



Obr. 28 – Závislost NPV na diskontu

Následující tabulka udává poměrné odchylky NPV, přičemž základem je NPV pro $r = 8,26\%$:

r [%]	Δ NPV vys. [%]	Δ NPV stř. [%]	Δ NPV nízk. [%]
5	16.70	13.97	14.21
6	10.83	9.05	9.17
7	4.95	4.13	4.13
8	0.00	0.00	0.00
9	-4.95	-4.13	-4.13
10	-9.16	-7.64	-7.57
11	-13.37	-11.15	-11.01
12	-16.98	-14.15	-13.90
13	-20.58	-17.16	-16.79
14	-23.69	-19.76	-19.26
15	-26.80	-22.36	-21.72

Tab. 14 – Relativní změny NPV jednotlivých variant dle změny diskontu

Vidíme, že v nízké variantě by při uvažování např. 12% diskontní míry došlo k poklesu NPV a tím i hodnoty spektra o téměř 14%, což by mohlo být v konečné ceně spektra GSM poměrně znatelné.

13. 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 164	Cena pásem 57 494	na MHz 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. 15 – 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 164	Cena pásem 41 393	na MHz 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. 16 – 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. 17 – 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.

Vzhledem k velmi obtížně předvídatelnému budoucímu vývoji, velmi turbulentnímu hospodářskému a hlavně politickému prostředí a při vědomí **zásady opatrnosti** doporučujeme 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.

Byli jsme zadavatelem požádáni o upřesnění ocenění prodlužovaného přidělu kmitočtů pro společnost **O2 Czech Republic, a.s.** Tento přiděl kmitočtů, jejichž právo používání končí 7. 2. 2016 má následující uspořádání:

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			Celkem		24,8	MHz
			Celkem		52,8	MHz

Tab. 18 – Přidělené frekvence pro společnost O2 dle aktualizovaného přehledu z ČTÚ

Vzhledem k našemu doporučení na sjednocení délek trvání práv pro všechny operátory v kapitole 10.1 jsme vypočetli 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 Czech Republic a.s.
- 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
pásma	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. 19 – Používané šířky pásem v jednotlivých letech sledovaného období

Koeficienty kmitočtu k_f a prostupu do budov k_i předpokládáme 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 rozdílných délek trvání práv O2 oproti obdobným právům TM.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. 20 – Hodnota korekčních koeficientů k_a v jednotlivých letech sledovaného období

Dále předpokládáme hodnotu koeficientů korekce ve výši 1 ve všech pásmech až do konce budoucího období (2035). Potom vychází ve střední variantě prognózy peněžního toku hodnota prodloužení kmitočtového přidělu společnosti O2 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
přepočít na jeden MHz a rok [mil. Kč/MHz/rok]										
800	MHz	80.4	54.4	35.5	25.4	21.6	20.6	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
Cena prodloužení přidělu O2 v mil. Kč										
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. 21 – 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 diskontovaně 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
Cena prodloužení přidělu O2 v mil. Kč												
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. 21 – Cena prodloužení přidělu O2 na 15 a 20 let ve střední variantě prognózy (pokr.z předch.strany)

Pro úplnost, v nízké variantě prognózy peněžního toku mobilních operátorů by vycházela hodnota prodloužení kmitočtového přidělu společnosti O2 takto (podíly hodnoty jednotlivých pásem na celkové hodnotě spektra je stejné jako v předchozí variantě):

<i>roky</i>		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
DCF v mil.Kč		5 555	3 715	2 014	880	477	336	306	300	278		
hodnota pásem (0,888) v mil.Kč		4 933	3 299	1 789	781	424	298	272	266	247		
cena pásem v daném roce v mil. Kč/rok diskontovaně z hlediska roku 2016												
800	MHz	3 468	2 316	1 256	549	297	209	188	184	171		
900	MHz	144	93	50	22	12	8	8	7	7		
1 800	MHz	51	42	23	10	5	4	3	3	3		
2 100	MHz	832	556	301	132	71	50	45	44	41		
2 600	MHz	437	292	158	69	37	26	28	27	25		
přepočít na jeden MHz a rok [mil. Kč/MHz/rok]												
800	MHz	57.8	38.6	20.9	9.1	5.0	3.5	3.1	3.1	2.8		
900	MHz	2.1	1.3	0.7	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1		
1 800	MHz	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2 100	MHz	6.9	4.6	2.5	1.1	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3		
2 600	MHz	3.6	2.4	1.3	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2		
Cena prodloužení přidělu O2 v mil. Kč												
24.8	MHz 900	51.0	33.1	17.8	7.8	4.3	3.0	3	3	2		
28	MHz 1 800	12.2	7.9	4.3	1.9	1.0	0.7	1	1	1		
52.8	MHz	63.2	40.9	22.1	9.7	5.3	3.7	3	3	3		
kumulovaně		63	104	126	136	141	145	185	225	262		
<i>roky</i>		2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
DCF v mil.Kč		292	362	444	573	660	700	699	663	605	531	450
hodnota pásem (0,888) v mil.Kč		259	321	394	509	586	622	621	589	537	471	399
cena pásem v daném roce v mil. Kč/rok diskontovaně z hlediska roku 2016												
800	MHz	95	117	144	186	214	227	227	216	197	172	146
900	MHz	88	109	133	173	198	211	210	200	182	160	135
1 800	MHz	40	49	61	78	90	96	95	91	83	72	61
2 100	MHz	23	28	35	45	51	55	54	52	47	41	35
2 600	MHz	14	17	21	27	32	33	33	32	29	25	21
přepočít na jeden MHz a rok [mil. Kč/MHz/rok]												
800	MHz	1.6	2.0	2.4	3.1	3.6	3.8	3.8	3.6	3.3	2.9	2.4
900	MHz	1.3	1.6	1.9	2.5	2.8	3.0	3.0	2.9	2.6	2.3	1.9
1 800	MHz	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4
2 100	MHz	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
2 600	MHz	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Cena prodloužení přidělu O2 v mil. Kč												
24.8	MHz 900	31	39	47	61	70	75	75	71	64	57	48
28	MHz 1 800	7	9	11	15	17	18	18	17	15	14	11
52.8	MHz	39	48	59	76	87	92	92	88	80	70	59
kumulovaně		193	241	299	375	462	555	647	735	815	885	944

Tab. 22 – Cena prodloužení přidělu O2 na 9 let, 15 a 20 let v nízké variantě prognózy CF

Vzhledem k největší pravděpodobnosti střední varianty prognózy tedy doporučujeme ocenit prodloužení práva použití přidělených kmitočtů v pásmu 900 a 1 800 MHz pro společnost **O2 Czech Republic, a.s.** takto:

a) prodloužení přidělu o 9 let do roku 2024, resp. začátek 2025 na hodnotu:

325 mil. Kč (zaokrouhleno na celé miliony Kč)

b) prodloužení přidělu o 15 let do roku 2030, resp. začátek 2031 na hodnotu:

1 916 mil. Kč

c) prodloužení přidělu o 20 let do roku 2035, resp. začátek 2036 na hodnotu

2 630 mil. Kč.

14. Závěr

Jako zpracovatelé tohoto posudku jsme vyjádřili hodnotu práva na použití kmitočtů (kmitočtových přidělů) mobilními operátory působícími v České republice v období od roku 2016 do 2035 v rozpětí 85 – 278 mil. Kč/MHz v pásmu 900 MHz a 18 – 59 mil. Kč/MHz v pásmu 1 800 MHz, přičemž nedoporučujeme používat hodnot nad variantou středního scénáře budoucích peněžních toků mobilních operátorů. K tomuto závěru jsme 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 jsme vycházeli především z veřejně dostupných účetních dat uvedených ve výročních zprávách mobilních operátorů v minulém období, ze statistických údajů uveřejňovaných Českým statistickým úřadem a Českým telekomunikačním úřadem. Pro účely výpočtu čisté současné hodnoty jsme vytvořili model v tabulkovém procesoru, v němž jsme prognózovali peněžní toky mobilních operátorů ve třech variantách vývoje – vysoké, střední a nízké. Peněžní toky jsme počítali přímou metodou jako rozdíl příjmů od zákazníků za poskytované služby a provozních a investičních výdajů mobilních operátorů. Výslednou čistou současnou hodnotu jsme snížili podílem kmitočtů na celkových omezených přírodních zdrojích používanými mobilními operátory ve výši 0,888. K ocenění jsme doporučili hodnoty střední varianty prognózy. Posudek jsme doplnili citlivostní analýzou na změnu velikosti diskontní míry.

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

Zadavatel nám poskytl i některé neveřejné dokumenty, z jejichž obsahu vyplývá **rozdíl v době trvání** kmitočtových přidělů společností O2 a T-Mobile Czech Republic a.s. (zkráceně TM), vzniklý při přechodu z režimu Pověření do režimu Licence po nabytí platnosti nového telekomunikačního zákona č. 151/2000. Ačkoliv část rozdílu vznikla v důsledku opravných prostředků uplatněných v rámci licenčního procesu společností TM, identifikovali jsme celkový rozdíl 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 v budoucnosti, považujeme 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, jsme zohlednili použitím korekčního koeficientu, čímž se přiměřeně snížila cena prodloužení práva k využívání kmitočtů společnosti O2.

V každém případě doporučujeme zadavateli, aby se pokusil do budoucna v rámci možnosti zajistit rovné podmínky pro všechny soutěžitele nejlépe tím, že sjednotí okamžik startu a délku periodického prodloužování práv (přidělů), aby se vyhnul budoucím stížnostem podnikatelských subjektů v hospodářské soutěži.

15. Literatura a další 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 forterrestrial 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&cislotab=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.mdcz.cz/cs/Media/Tiskove_zpravy/evropsky_parlament_schvalil_tisnove_volani_ecall.htm
- [24] Svaz Dovozců Automobilů Registrace nových vozidel v ČR, <http://portal.sdcia.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/vyrocní-a-pololetní-zpravy/> nebo ve sbírce listin Obchodního rejstříku [https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-\\$firma?ico=60193336](https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-$firma?ico=60193336)
- [27] Pololetní zpráva společnosti **O2 Czech Republic a.s.** za 1. pololetí 2014. Dostupná viz výše.
- [28] Výroční zprávy společnosti **ČESKÝ (SPT) TELECOM, a.s.** za roky 2005 – 1998. Dostupné na <http://www.o2.cz/spolecnost/vyrocní-a-pololetní-zpravy/>
- [29] Výroční zprávy společnosti **Eurotel Praha, spol.s r.o.** za roky 2004 – 2002. Dostupné na <http://www.o2.cz/spolecnost/vyrocní-a-pololetní-zpravy/>
- [30] Výroční zprávy společnosti **T-Mobile Czech Republic a.s.** za roky 2013 – 2003 a **RadioMobil, a.s.** v letech 1998 - 2002. Dostupné na <http://www.t-mobile.cz/osobni/o-t-mobile/o-spolecnosti-t-mobile/vyrocní-zpravy-a-ucetni-zaverky> nebo ve sbírce listin OR, [...?ico= 64949681](https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-$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/vyrocní-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>

16. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Přehled vybraných hospodářských ukazatelů operátorů v letech 2002-2013

Příloha č. 2 – Vysoká prognóza vývoje hospodaření mobilních operátorů, čísla v tabulkách

Příloha č. 3 - Střední prognóza vývoje hospodaření mobilních operátorů, čísla v tabulkách

Příloha č. 4 - Nízká prognóza vývoje hospodaření mobilních operátorů, čísla v tabulkách

Příloha č. 5 – Grafické vyjádření vývoje nejdůležitějších ukazatelů z modelu

Příloha č. 6 – Grafický přehled obsazení pásem GSM dle [32]

Příloha č. 7 – Historie přidělování kmitočtových pásem mobilním operátorům

Příloha č. 8 – Výsledky ocenění práva na použití spektra GSM

Příloha č. 9 – Popis listů souboru „Hodnota spektra MobilOp,xls“

Příloha č. 10 – Údaje z „Otevřených dat“ z ČTÚ

Příloha č. 11 – Hlavní členění prognózy počtu SIM

Příloha č. 12 – Další členění bez M2M

Příloha č. 13 – Připojení k internetu

Příloha č. 14 – Prognóza M2M

Příloha č. 15 – Prognóza vývoje operátorů fixních sítí, čísla v tabulkách