

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Využitelnost a efektivita mobilního Internetu v ČR pro
podniky a neziskové organizace

Bc. Jan Vondráček

Diplomová práce
2015

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Vondráček**
Osobní číslo: **I12525**
Studijní program: **N2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Informační technologie**
Název tématu: **Využitelnost a efektivita mobilního Internetu v ČR pro podniky a neziskové organizace**
Zadávající katedra: **Katedra softwarových technologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem této diplomové práce v teoretické části bude zmapování současného stavu mobilního Internetu v České republice a řešení problému využitelnosti mobilního Internetu pro komerční subjekty a jejich podnikové aktivity. Zmapování stavu mobilního Internetu bude zahrnovat všechny v ČR dostupné mobilní datové technologie (Generace 2,5 a vyšší, tj. GPRS, EDGE, CDMA, UMTS, HSPA(+), LTE) jejichž vlastnosti budou v této práci s ohledem na jejich využití popsány. Diplomová práce se bude zabývat i konkrétním nasazením mobilního Internetu ve zvoleném podniku u kterého popíše přínosy využití zvolených mobilních datových technologií.

V praktické části diplomové práce jako druhý cíl bude změření kvality (přenosové rychlosti pro downlink i uplink, latenci) poskytovaných služeb vybraných (alespoň dvou) mobilních operátorů a vybraných (alespoň dvou) mobilních datových technologií (minimálně 2,5G a vyšších) a vytvoření mapových podkladů porovnatelných s oficiálními mapovými podklady poskytovanými mobilními operátory a vyhodnocení tohoto srovnání. Součástí praktické části bude i aplikace která dle uživatelem zadaných vstupů (poloha, případné požadavky na parametry rychlosti atd.) vyhodnotí na základě získaných podkladů nejvhodnějšího poskytovatele mobilního internetového připojení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. KYSELA, Jiří. **Současný stav mobilního Internetu v České republice a možnosti jeho využití u velmi malých podniků a živnostníků.** Diplomová práce (vedoucí DP Petr Bruckner). Praha: Vysoká Škola Ekonomická, 2010.
2. KYSELA, Jiří, ZELENKA, Josef. **Informační a komunikační technologie v cestovním ruchu.** Hradec Králové: Gaudeamus, 2013. ISBN 978-80-7435-242-3.
3. VELICKÝ, Tomáš. **Datové přenosy po GSM sítích, technologie HSCSD, GPRS a UMTS.** Diplomová práce (vedoucí DP Petr Pexa). České Budějovice, Jihočeská univerzita: 2002.
4. TIWARI, Rajnish, BUSE, Stephan. **The Mobile Commerce Prospects: A strategic Analysis Of Opportunities in the Banking Sector.** Hamburg: Hamburg University Press, 2007. ISBN 978-3-937816-31-9.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Kysela

Katedra informačních technologií

Datum zadání diplomové práce:

31. října 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

16. května 2014



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



prof. Ing. Antonín Kavička, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 15. listopadu 2013

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 10. 5. 2015

Jan Vondráček

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval mému vedoucímu práce panu Ing. Jiřímu Kyselovi, za cenné rady a připomínky, které mně výrazně pomohly při tvorbě diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině a kamarádům, kteří mě v průběhu studia podporovali a byli mi oporou.

Anotace

Diplomová práce je v teoretické části zaměřena na zmapování mobilního Internetu v České republice a řešení problému využitelnosti mobilního Internetu pro komerční subjekty a jejich podnikové aktivity. Zmapování mobilního Internetu zahrnuje všechny současné datové technologie generace 2,5 a vyšší. To je například GPRS, EDGE, CMDA, UMTS, LTE a další. Tyto technologie jsou detailně popsány. Prvním cílem praktické části diplomové práce je zjištění výhod nasazení mobilního Internetu ve zvoleném podniku. Dalším cílem praktické části je změření přenosové rychlosti pro download a upload poskytovaných služeb u tří největších mobilních operátorů a alespoň dvou mobilních datových technologií. Na základě měření je provedeno porovnání s oficiálními mapovými podklady od mobilního operátora. Poslední částí diplomové práce je vytvoření aplikace, která dle zadaných vstupů vyhodnotí nejvhodnějšího poskytovatele mobilního připojení.

Klíčová slova

Mobilní Internet, podnik, mobilní operátor, GPRS, EDGE, stahování, nahrávání, porovnání

Title

The usability and efficiency of the mobile Internet in the Czech Republic for businesses and non-profit organizations

Annotation

The theoretical part of this thesis is focused on mapping the mobile internet in the Czech republic and solving the problem of exploitation of the mobile Internet for commercial subjects and their corporate activities. The mapping of the mobile internet includes all the contemporary mobile technologies of the generation 2.5 and higher. These are for example GPRS, EDGE, CMDA, UMTS, LTE et cetera. These technologies are then described in greater details. The first goal of the practical part is finding the benefits of mobile Internet use in selected company. The second goal of the theoretical part is testing the transmission speed for download and upload of three mobile operators and at least two mobile technologies. On the basis of transmission speed testing, the comparison with the official map groundwork from the mobile operators is undertaken. The last part of the thesis is creating an application which evaluates the most suitable provider of the mobile connection according to the given inputs.

Keywords

Mobile Internet, enterprise, mobile operator, GPRS, EDGE, download, upload, compare

Obsah

Seznam zkratk	8
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	11
Seznam grafů	11
1 Úvod	12
1.1 Cíle diplomové práce.....	12
2 Internet	13
2.1 Historie Internetu	13
2.1.1 ARPANET.....	14
2.1.2 Protokoly TCP/IP	14
2.1.3 Počátky českého internetu	15
2.2 Služby Internetu.....	16
2.3 Technologie připojení k Internetu	17
2.3.1 Vytáčené připojení dial-up a EuroISDN	17
2.3.2 ADSL.....	18
2.3.3 Kabelový Internet	19
3 Mobilní Internet	20
3.1 Základní parametry sítě Internet.....	20
3.2 Struktura bezdrátové sítě a standardy IEEE	21
3.2.1 Topologie bezdrátové sítě.....	23
3.3 Mobilní datové technologie	27
3.3.1 Wi-Fi.....	28
3.3.2 WiMax	29
3.3.3 GPRS	30
3.3.4 EDGE	32
3.3.5 UMTS, nadstavby HSDPA, HSUPA, HSDPA+ a HSUPA+	33
3.3.6 CDMA 1xEV-DO / 1xRTT	34
3.3.7 LTE a LTE Advanced.....	35
3.4 Současný stav mobilního Internetu v ČR	36
3.4.1 Mobilní operátoři v ČR	38
3.4.2 Virtuální operátoři v ČR.....	39

3.4.3	Mapa pokrytí pro jednotlivé technologie mobilního Internetu v ČR	40
3.5	Využití mobilního Internetu	52
3.5.1	Nástup chytrých zařízení	52
3.5.2	Obecné využití mobilního Internetu	52
3.6	Využití mobilního Internetu k podnikání a v neziskovém sektoru.....	53
3.6.1	Výběr vhodného tarifu.....	54
3.6.2	Využití mobilního Internet ve zvolené firmě – Global Expert, s.r.o.	55
4	Měření kvality mobilního Internetu	59
4.1	Lokace měření	59
4.2	Průběh měření.....	60
4.3	Naměřené hodnoty.....	61
5	Aplikace pro výběr nejvhodnějšího operátora	67
5.1	Popis aplikace	67
5.2	Použité technologie	67
5.2.1	NetBeans.....	67
5.2.2	Značkovací jazyk HTML5.....	68
5.2.3	Cascading Style Sheets – CSS.....	68
5.2.4	Scriptovací jazyk JavaScript.....	68
5.3	Implementace.....	68
5.3.1	Třída HlavníPanel.java	68
5.3.2	Třída GoogleMapsPanel.java	69
5.3.3	Třída LoadData.java	70
5.3.4	Třída Aplikace.java	70
5.3.5	Třída Cenik.java	70
5.3.6	Třída Misto.java	71
5.3.7	Třída Rychlost.java.....	71
5.3.8	HTML soubor GoogleMapsContent.html	71
6	Závěr.....	72
	Literatura	74
	Seznam příloh.....	76
	Příloha 1 - Průzkum využívání mobilního Internetu v mobilu	77
	Příloha 2 – Ukázka aplikace.....	79
	Příloha 3 – Obsah přiloženého CD.....	80

Seznam zkratek

TCP	Transmission Control Protocol
WWW	World Wide Web
FTP	File Transfer Protocol
ARPA	Advanced Research Project Agency
NSF	National Science Foundation
IMP	Interface Message Processor
ISP	Internet Service Provider
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
RTT	Round Trip Time
FUP	Fair User Policy
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
POP3	Post Office Protocol
IMAP	Internet Message Access Protocol
SSH	Secure Shell
VNC	Virtual Network Computing
WPAN	Wireless Personal Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
WWAN	Wireless Wide Area Network
PDA	Personal Digital Assistant
UWB	Ultra Wide Band
IrDA	Infrared Link Access Protocol
Wi-Fi	Wireless Fidelity
LOS	Line Of Sight

NLOS	Non Line Of Sight
GSM	Groupe Special Mobile
RTT	Radio Transmission Technology
GPRS	General Packet Radio Service
CSD	Circuit Switched Data
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
FDD	Frequency Division Duplex
TDD	Time Division Duplex
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
CDMA	Code Division Multiple Access
LTE	Long Term Evolution
ITU	International Telecommunication Union
BTS	Base Transceiver Station
ČTÚ	Český Telekomunikační Úřad
SIM	Subscriber Identity Module
IZS	Integrovaný Záchranný Systém

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Schéma připojení k Internetu přes ADSL.....	19
Obrázek 2 - Vzniklá mezera mezi pakety, tzv. Jitter.....	21
Obrázek 3 - Dosah sítí	22
Obrázek 4 - Ukázka sítě WPAN.....	24
Obrázek 5 - Ukázka sítě WLAN.....	25
Obrázek 6 - Ukázka sítě WMAN s přímou a nepřímou viditelností (LOS a NLOS).....	26
Obrázek 7 - Vývoj generace mobilních datových technologií v sítích GSM a UMTS	28
Obrázek 8 - Schéma WiMaxu	30
Obrázek 9 - LTE ve světě	36
Obrázek 10 - Míra pokrytí technologií GPRS a EDGE operátora T-Mobile	40
Obrázek 11 - Míra pokrytí technologií GPRS operátora Telefónica O2 – odstíny modré..	41
Obrázek 12 - Míra pokrytí technologií GPRS operátora Vodafone – odstíny zelené	41
Obrázek 13 - Míra pokrytí technologií HSPA+ 21 Mb/s operátora T-Mobile.....	42
Obrázek 14 - Míra pokrytí technologií HSPA+42 42 Mb/s operátora T-Mobile.....	42
Obrázek 15 - Míra pokrytí technologií HSPA+ operátora Telefónica O2 – světle modrá barva	43
Obrázek 16 - Míra pokrytí technologií HSPA+ 21,6 Mb/s operátora Vodafone	43
Obrázek 17 - Míra pokrytí technologií HSPA+ 43,2 Mb/s operátora Vodafone	44
Obrázek 18 - Mapa pokrytí technologií LTE u operátora T-Mobile.....	45
Obrázek 19 - Mapa pokrytí technologií LTE u operátora Telefónica O2	45
Obrázek 20 - Mapa pokrytí technologií LTE u operátora Vodafone	46
Obrázek 21 - Mobilní návštěvníci Internetu.....	52
Obrázek 22 – Měření na Xiaomi Mi3.....	59
Obrázek 23 – DSL-měření, Rychlost.cz, SpeedTest	60
Obrázek 24 - Naměřené hodnoty technologie HSPA+.....	65
Obrázek 25 - Ukázka metody inicializace	69
Obrázek 26 - Ukázka metody nastavCenter	69
Obrázek 27 - Ukázka metody nastavZoom	69
Obrázek 28 - Ukázka metody pridejMarker	70
Obrázek 29 - Ukázka aplikace, mapa a naměřené hodnoty.....	79
Obrázek 30 - Filtr a vyhodnocení vhodného tarifu	79

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Přehled standardů IEEE 802.11	22
Tabulka 2 - Kódové schéma GPRS	31
Tabulka 3 - Kódové a modulační schéma EDGE.....	32
Tabulka 4 - Pokrytí technologií LTE pro T-Mobile	46
Tabulka 5 - Pokrytí technologií LTE pro Telefonica O2	48
Tabulka 6 - Pokrytí technologií LTE pro Vodafone.....	50
Tabulka 7 - Ceny tarifů T-Mobile	54
Tabulka 8 - Ceny tarifu FREE O2 PLUS	54
Tabulka 9 - Ceny tarifu FREE O2 PLUS	54
Tabulka 10 - Ceny tarifu O2 FREE CZ.....	55
Tabulka 11 - Ceny tarifu O2 FREE EU.....	55
Tabulka 12 - Ceny tarifu O2 FREE EU PLUS.....	55
Tabulka 13 - Ceny tarifu O2 Red LTE.....	55
Tabulka 14 - Rychlost Internetu v mobilních sítích březen 2015.....	61
Tabulka 15 - Průměrné rychlosti Internetu v mobilních sítích.....	62
Tabulka 16 - Naměřené hodnoty technologie EDGE pro jednotlivé lokace měření	62
Tabulka 17 - Naměřené hodnoty technologie HSPA+ pro jednotlivé lokace měření	64
Tabulka 18 - Průzkum využívání mobilního Internetu.....	77

Seznam grafů

Graf 1 - Počet uživatelů Internetu na 100 obyvatel v letech 1997 – 2013, modrá barva – rozvinuté státy, žlutá barva – celosvětový průměr, červená barva – rozvojové státy	16
Graf 2 - Rozdíl rychlostí GPRS a EDGE s použitím nové modulace 8-PSK.....	33
Graf 3 - Naměřené hodnoty technologie EDGE.....	63
Graf 4 - Naměřené hodnoty latence technologie EDGE	64
Graf 5 - Naměřené hodnoty latence technologie HSPA+.....	66

1 Úvod

V dnešní době je Internet důležitou součástí našeho života. Existuje nespočet služeb, které nám poskytuje. Doby, kdy se mohl využívat Internet jen na speciálně určených místech, jsou již dávno pryč. S přibývajícím rokem se Internet rozšířil z národních institucí do školství, firem, domácích počítačů, notebooků, PDA zařízení, smartphonů, tabletů, televizorů a dalších zařízení. Dnes už je normální, že v civilizovaném světě se k Internetu připojíme skoro kdekoli.

1.1 Cíle diplomové práce

Cílem této diplomové práce je zmapování současného stavu mobilního Internetu v České republice. Dále jakým způsobem využívají podnikové subjekty Internet ke svému podnikání. Součástí diplomové práce je také detailní shrnutí a popis používaných technologií, které nám slouží k připojení k Internetu. V této práci také uvedu konkrétní nasazení mobilního Internetu ve zvoleném podniku, v našem případě se jedná o podnik Global Expert, s.r.o. Zde také popíši, jaké přínosy má nasazení mobilního Internetu pro zvolenou firmu.

V druhé části diplomové práce, se zabývám praktickými aspekty. Byla změřena kvalita poskytovaných služeb, jako je download, upload, latence, alespoň u dvou vybraných mobilních operátorů a alespoň u dvou datových technologií 2,5G a vyšších. Na základě měření autor vytvořil mapové podklady, jež porovnal s mapovými podklady, které poskytují mobilní operátoři. Tyto podklady byly porovnány a vyhodnoceny. Součástí praktické části je také vytvoření aplikace, která vyhodnotí nejvhodnějšího poskytovatele mobilního internetového připojení na základě vstupních parametrů, jakými je například poloha, parametry objemu přenesených dat, zvolený operátor a jiné.

Stanovení cílů, kterých chci dosáhnout:

- Dokázat, že dnešní nasazení mobilního Internetu do podniků není velké finanční zatížení.
- Dokázat, že pokrytí území České republiky je dostačující pro běžné využívání mobilního Internetu.
- Dokázat, že mobilní Internet využívá stále více firem a živnostníků pro své efektivnější podnikání.
- Dokázat, že mobilní Internet využívá čím dál více lidí, a že to pro ně není příliš velké finanční zatížení.

2 Internet

Internet je celosvětový systém navzájem propojených počítačových sítí („sítí sítí“), ve kterých mezi sebou počítače komunikují pomocí rodiny protokolů TCP/IP. Společným cílem všech lidí využívajících Internet je bezproblémová komunikace (výměna dat) a získávání informací.

Nejznámější službou poskytovanou v rámci Internetu je WWW (kombinace textu, grafiky a multimédií propojených hypertextovými odkazy) a e-mail (elektronická pošta), avšak nalezneme v něm i desítky dalších. Laici někdy spojují pojmy WWW a Internet, i když WWW je jen jednou z mnoha služeb, které nám Internet nabízí.

Internetem rozumíme volně propojené počítačové sítě, které spojují jeho jednotlivé síťové uzly. Uzlem může být počítač, ale i specializované zařízení (například router). Každý počítač připojený k Internetu má v rámci rodiny protokolů TCP/IP svoji IP adresu. Pro snadnější zapamatování se místo IP adres používají doménová jména, například `www.seznam.cz`.

Slovo Internet pochází z mezinárodní (původně latinské) předpony inter (česky mezi) a anglického slova net (network, česky síť). Původně šlo o označení jedné ze sítí připojených k Internetu, nicméně došlo k zobecnění pojmu, který dnes označuje celou síť (čerpáno z [1]).

2.1 Historie Internetu

Historie Internetu je spojena se vznikem počítačů (po roce 1945) a následně počítačových sítí, které jim umožnily vzájemně komunikovat. Internet je bezpochyby jedním z největších výdobytků lidstva, zcela srovnatelným třeba s Gutenbergovým vynálezem knihtisku. Na rozdíl od klasických vynálezů, je ale Internet dílem vsutku kolektivním a mezinárodním. Internet dokládá ohromný potenciál, jaký v sobě skrývá otevřená a nezištná spolupráce chytrých lidí na celém světě. Zastavme se proto u několika zásadních událostí v jeho relativně krátké historii.

I když to na první pohled vypadá jako vtip, lze celkem bez uzardění tvrdit, že prapůvodním impulsem pro vznik Internetu byla první umělá družice Země, tedy sovětský Sputnik 1. Jeho vypuštění 4. října 1957 bylo totiž pro Spojené státy drsným probuzením do reality. Zaostávání v kosmických technologiích, na které byly pochopitelně navázány i technologie vojenské, mohlo mít pro USA v době studené války naprosto fatální důsledky. Americká administrativa si toto nebezpečí dobře uvědomovala a začala okamžitě jednat.

V roce 1958 založilo ministerstvo obrany USA agenturu ARPA (Advanced Research Project Agency) zaměřenou na podporu výzkumných projektů vedoucích k novým technologiím. Klíčem k úspěchu ARPA byly velkorysé podmínky, které agentura poskytovala příjemcům svých grantů. Především rozpočet typického projektu ARPA byl o dva řády vyšší oproti těm, které financovala NSF (National Science Foundation). Vědci a

technici pracující na projektech ARPA měli ale také daleko volnější ruce a mohli na nových myšlenkách pracovat po delší dobu a bez zbytečného papírování.

V oblasti počítačových technologií a komunikací vyrostlo z podhoubí projektů ARPA několik silně neformálních skupin výzkumníků a programátorů, kterým bychom dnes říkali hackeři. Takové počítačové úderky vznikly na řadě univerzit, k nejvýznamnějším patřily MIT v Bostonu a kalifornské univerzity v Berkeley a Los Angeles (zpracováno podle [2]).

2.1.1 ARPANET

Počátkem šedesátých let si Joseph C. R. Licklider, jeden z předních počítačových průkopníků, uvědomil potenciál hackerských komunit, které však v té době působily prakticky izolovaně, protože spolu nemohly efektivně komunikovat. Licklider proto založil neformální skupinu specialistů s humorně nadsazeným názvem „Intergalactic Network”. Ta začala pracovat na revolučním konceptu paketových sítí založených na principech, na nichž stojí i dnešní Internet. Přední telekomunikační společnosti i většina výzkumných pracovišť té doby považovaly myšlenku paketových peer-to-peer sítí za totální nesmysl a ještě dlouho ji odmítaly brát vážně. Pro obranné kruhy reprezentované agenturou ARPA však naštěstí tyto komunikační technologie měly svůj půvab, neboť byly díky své distribuovanosti daleko robustnější než klasická telefonní síť.

Úsilí Licklidera a dalších propagátorů paketových sítí tak přineslo své ovoce. V létě roku 1968 vypsal ARPA tendr na vývoj paketové sítě. Projekt nesl jméno ARPANET a do tendru se přihlásilo dvanáct účastníků, mezi nimi ovšem nebyl žádný z velkých hráčů typu IBM či AT&T, kteří paketové sítě nadále ignorovali. Vítězem se stala bostonská firma Bolt, Beranek and Newman (BBN). Ta pak do projektu dále angažovala čtyři univerzitní pracoviště ze Stanfordu, Utahu, Santa Barbary a Los Angeles. První topologie ARPANET propojoval právě tyto čtyři univerzity.

Rozdělení prací bylo následující: BBN měli na starost vývoj jádra sítě založeného na specializovaných zařízeních zvaných IMP (Interface Message Processor), předchůdcích dnešních směrovačů. Univerzity pak pracovaly na základním softwaru, jehož prostřednictvím by jejich koncové (tehdy samozřejmě sálové) počítače mohly spolu přes IMP komunikovat. Šlo vlastně o programy, které dnes známe pod názvy telnet a FTP.

Firma BBN dovezla první dva funkční IMP 30. srpna 1969 na Stanford a 1. října na UCLA v Los Angeles. Historicky první zpráva ARPANETu byla odeslána už 29. října v půl jedenácté večer a směrovala z LA do Stanfordu. Zpráva zněla: „LO”. Mělo to tedy být celé slovo „LOGIN”, ale software se po odeslání dvou znaků zhroutil. Chyba však byla obratem opravena a komunikace se pak skutečně rozběhla (čerpáno z [2]).

2.1.2 Protokoly TCP/IP

Počátkem 70. let se síť ARPANET v akademickém prostředí rychle rozrůstala a postupně se do ní připojily desítky univerzit a dalších institucí po celých Spojených státech. V létě 1973 pak získala i mezinárodní charakter, protože se přidaly i dvě evropské instituce – University College London a norský seismologický ústav NORSAR.

Princip přepojování paketů se stal díky úspěchu ARPANETu populárním a v první polovině 70. let ho kromě ARPANETu začaly používat i jiné sítě, například ALOHAnet na Havaji, nebo CYCLADES ve Francii. Tyto sítě však mezi sebou nemohly komunikovat, ač byly založeny na stejných principech.

V roce 1973 proto Bob Kahn a Vint Cerf začali pracovat na specifikacích, které měly sjednotit protokoly paketových sítí, jejich rozhraní s koncovými počítači a datové objekty vyměňované v těchto sítích. Tito pánové jsou dnes po právu označováni jako otcové Internetu.

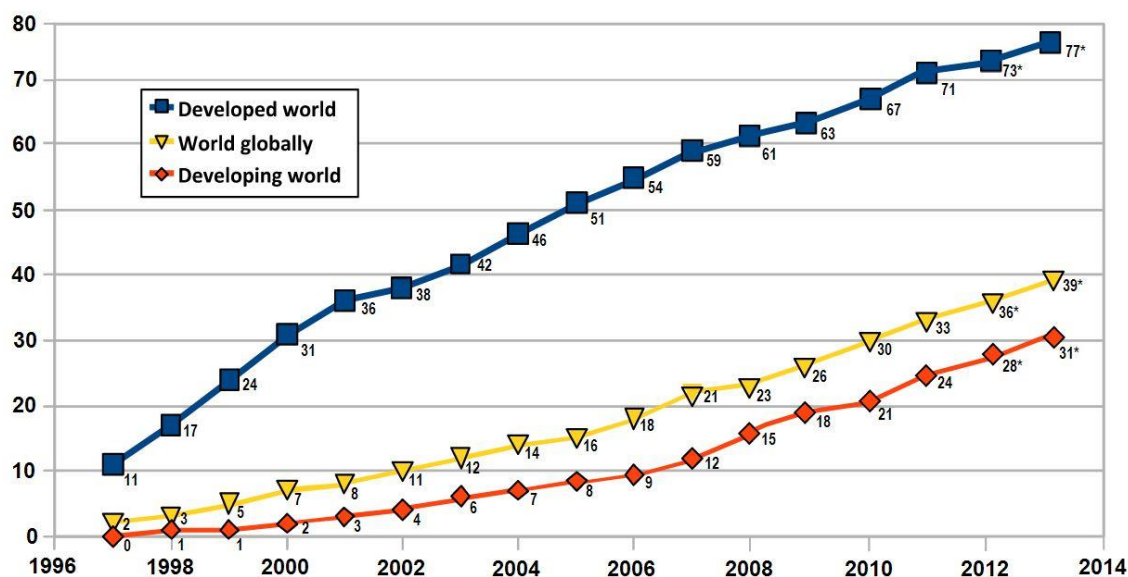
Cerf pro novou technologii navrhoval docela hezký název Catenet, místo něj se ovšem ujalo a dodnes používá mírně nepřesné označení TCP/IP, které je složeno ze zkratk dvou hlavních protokolů – Transmission Control Protocol a Internet Protocol.

Protokoly TCP/IP umožnily propojit geograficky vzdálené a technologicky různorodé sítě a daly tak vzniknout „síti sítí“, které se začalo říkat Internet (zpracováno podle [2]).

2.1.3 Počátky českého internetu

V únoru roku 2015 jsme oslavili dvacet tři let od spuštění Internetu v tehdejší Československu. Oficiálně k tomu došlo 13. února 1992 na pražském ČVUT. Současně byl zahájen projekt FESNET, tedy Federal Educational and Scientific Network (v názvu mělo být původně i „Research“ místo „Scientific“, zkratka však kolidovala s jednou zavedenou obchodní značkou). Projekt FESNET byl financován hlavně z prostředků Fondu rozvoje vysokých škol MŠMT a zapojily se do něj vysoké školy ve všech větších městech. Po rozdělení Československa se zkratka změnila na CESNET.

Začátky to ovšem byly velmi tvrdé, vždyť jediným mezinárodním spojením byla linka z Prahy do Lince o úžasné kapacitě 9600 bitů za sekundu. Standardní ethernetový paket se touto rychlostí přenášel jednu a čtvrt sekundy! Pro přenos elektronické pošty, konferencí USENET i nějaký ten hlemýžď telnet či FTP to ale stačilo a jiné služby tehdy nikdo neznal (zpracováno podle [2]).



Graf 1 - Počet uživatelů Internetu na 100 obyvatel v letech 1997 – 2013, modrá barva – rozvinuté státy, žlutá barva – celosvětový průměr, červená barva – rozvojové státy

Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Internet>

2.2 Služby Internetu

Když se zeptáte běžného uživatele Internetu, co si vlastně myslí, že Internet je, tak v 80% případech řekne, že je to prohlížení stránek www, což je kombinace textu, grafiky a multimédií propojených hypertextovými odkazy. Internet však nabízí daleko více služeb, které budou popsány na následujících řádcích.

- **Vyhledávání informací a jejich sledování** – jedná se o službu www. Pomocí této služby se dají prohlížet Internetové stránky s různými informacemi, které neustále přibývají (problém může být s jejich pravdivostí). Využívá se zde protokolu HTTP. K prohlížení webových stránek musíme použít webový prohlížeč. Pro uživatele snadná ovladatelnost, pohyb mezi stránkami je uskutečněn pomocí hypertextových odkazů. WWW stránky se skládají z kombinace textu, grafiky a multimédií. Základní dovedností je schopnost informací vyhledat. To znamená vědět, co hledám a kde to hledám. K takovým účelům nám poslouží vyhledávací servery, jako je například www.google.com, nebo www.seznam.cz.
- **Komunikace** – jedná se o služby jako je Email, telefonování pomocí Internetu, nebo chat. Email neboli elektronická pošta, je služba, která používá protokol SMTP pro přenos zpráv. Pro komunikaci s poštovními programy je využíváno protokolu POP3, IMAP. Je to jakási elektronická forma dopisu. Je potřeba mít zřízenou svou emailovou schránku. Výhodou emailové komunikace je vysoká rychlost, možnost posílání multimédií a to vše je zdarma. Nevýhodou může být nízká bezpečnost zasílání zpráv. Další komunikační službou je telefonování pomocí Internetu. Využívá specializované programy, jako je například Skype. Mluvený rozhovor může být doplněn i o obrazové spojení, pomocí webkamery. Výhoda Internetového volání je hlavně v ceně, je

zadarmo. Nevýhodou může být pomalé a nestabilní Internetové připojení. Jako třetí komunikační službou je chat. Je to psaný rozhovor v reálném čase. Používá se opět specializovaný software, například ICQ, QIP, Miranda nebo Windows messenger. Při této komunikaci se využívají nejrozličnější protokoly. Výhodou chatu je vysoká rychlost a je zdarma. Nevýhodou může být omezená anonymita účastníků.

- **Přenos souborů** – FTP je v informatice protokol, který slouží k přenosu souborů mezi počítači pomocí počítačové sítě. Využívá protokol TCP a je podporován na řadě webových prohlížečů, nebo přes tak zvané FTP klienty. Nevýhoda takto přenášených souborů je v tom, že data nejsou nijak šifrována. Uživatelské jméno a heslo je zasíláno v textové podobě a tyto údaje lze zachytit. Proto mohou být data zcizena, nebo upravena.
- **Připojení ke vzdálenému počítači** – pomocí Internetu se lze také připojit prostřednictvím jednoho počítače na jiný (vzdálený) počítač. Využívají se zde různé protokoly, například Telnet, SSH, VNC. Telnet, nezabezpečený protokol, který využívá klasický terminálový přístup. Nástupcem Telnetu je SSH. Výhoda tohoto protokolu je v tom, že data jsou šifrována. VNC je program, který se umí připojit graficky ke vzdálenému počítači pomocí počítačové sítě.
- **Sociální síť** - nový fenomén tisíciletí. Představuje nový komunikační kanál, kde se prostřednictvím Internetu sdružují lidé, kteří mohou být i tisíce kilometrů vzdáleni od sebe. Popularita těchto sítí velmi rychle roste, každým dnem se na nich registrují desítky tisíc uživatelů. Takto propojení lidé mezi sebou mohou komunikovat, sdílet své zájmy, fotografie a další věci. Nejznámějšími sociálními sítěmi jsou Facebook, Twitter, Google+, Lidé, MySpace a mnoho dalších (vlastní tvorba, čerpáno z [1]).

2.3 Technologie připojení k Internetu

K internetu se dá připojit různými způsoby. Mezinárodní dálkové spoje dosahují vysokých přenosových rychlostí, které však nedosahují ke koncovému uživateli. Ten je k Internetu připojen pomocí tak zvané poslední míle. Samotné připojení k uživateli je realizováno pomocí různých technologií. Uživatel je připojen k Internetu pomocí zprostředkovatele, kterého nazýváme Internet Service Provider (ISP).

2.3.1 Vytáčené připojení dial-up a EuroISDN

Ještě před několika lety bylo vytáčené připojení přes pevnou telefonní linku (dial-up) nejpoužívanějším připojením k Internetu. Připojení bylo realizováno prostřednictvím pevné telefonní linky, ke které byl připojen modem. Šlo se připojit všude, kde byl k dispozici telefon. Velkou nevýhodou vedle nízké rychlosti (maximálně 56 kb/s) je především cena. Platilo se za dobu strávenou na internetu bez ohledu na množství přenesených dat a rozlišovalo se připojení ve špičku a mimo špičku. Velkým rizikem byla možnost tzv. podvodného přesměrování, kdy došlo bez vědomí uživatele k přesměrování na placenou linku. V době připojení na internet nebyla funkční telefonní linka. Tento problém řešila linka euroISDN, kdy bylo možné v jednu dobu zároveň telefonovat a být

připojen k Internetu. Rychlost linky byla 64 kb/s, popř. 128 kb/s v případě linky zdvojené. V dnešní době se již prakticky nevyužívá. Bylo prvním a nejstarším masově rozšířeným připojením k Internetu (čerpáno z [3]).

Výhody: Možnost připojení všude tam, kde je telefonní linka, levné pořizovací náklady. Telefon a modem.

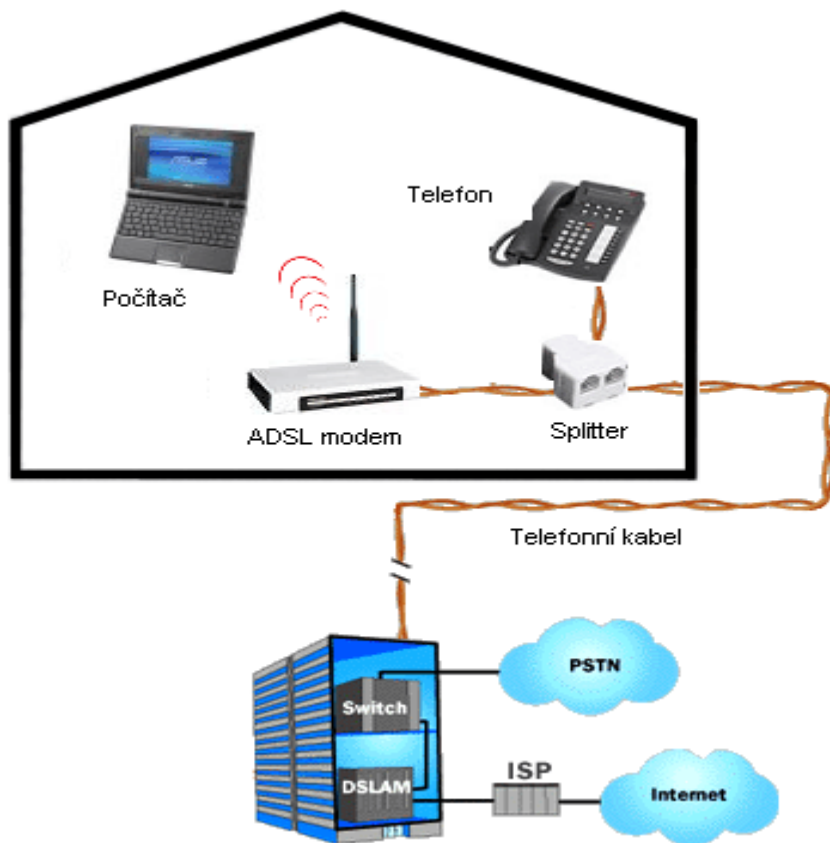
Nevýhody: Nízká rychlost přenášených dat (56 kb/s a 128 kb/s pro ISDN), velké náklady na dobu připojení, riziko podvodných připojení.

2.3.2 ADSL

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) bylo nástupcem vytáčeného připojení k Internetu. Fyzicky je realizováno ADSL modemem, připojeným k telefonní lince. Technologie umožňuje používat zároveň telefon i Internet v jeden čas. Standardem je v dnešní době rychlost 8 Mb/s, běžně je nabízená i rychlost 16 Mb/s, popř. 24 Mb/s. Asymetrie v názvu této technologie znamená, že služba nabízí rozdílnou rychlost downloadu a uploadu dat – např. 8192/512 znamená rychlost stahování 8 Mb/s a posílání odchozích dat rychlostí 0,5 Mb/s. Dříve aplikovali poskytovatelé služby ADSL tzv. FUP (Fair User Policy), opatření proti „stahovačům“ velkých objemů dat, nicméně v dnešní době se od tohoto opatření již upustilo. K charakteristice této služby patří rychlost, spolehlivost a dnes již i dostupnost. Asymetrie naprosté většině uživatelů vyhovuje, protože odpovídá jejich běžným potřebám. Nevýhodou je však přenášení dat oběma směry, například při video hovorech (čerpáno z [3]).

Výhody: Vyšší rychlost, spolehlivost, velmi dobrá dostupnost.

Nevýhody: Nelze bez pevné tel. linky, přenášení dat oběma směry.



Obrázek 1 - Schéma připojení k Internetu přes ADSL

Zdroj: http://pctuning.tyden.cz/ilustrace3/simandl/TPL_ADSLplus/_schema.png

2.3.3 Kabelový Internet

Připojení je realizováno prostřednictvím přípojky kabelové televize, která je dostupná ve většině měst. Služba s sebou nese většinu pozitiv ADSL, tedy spolehlivost a rychlost, jež je nabízena až úctyhodných 100 Mb/s. Pro konečného uživatele je pak velice zajímavá i cena, jež se vzhledem ke snaze přetáhnout zákazníky především klasického ADSL pohybuje na nižší cenové úrovni než pomalejší ADSL. Stejně jako klasické ADSL je tato služba vhodná pro aktivní uživatele Internetu (čerpáno z [3]).

Výhody: Vysoká rychlost, spolehlivost, nižší cena oproti ADSL.

Nevýhody: Pouze s kabelovou televizí, jen ve městech.

3 Mobilní Internet

Před tím, než zde začnu popisovat různé datové technologie, je potřeba si říci, co vůbec mobilní Internet je. Z názvu by se dalo říci, že je to takové připojení k Internetu, které poskytuje mobilní operátor. Toto tvrzení je ale jen z části pravdivé.

Definice mobilního Internetu:

Mobilní Internet, jak už z názvu vyplývá, by měl být mobilní. To znamená, že měl by uživateli poskytnout neustálé připojení k Internetu, které není závislé na jeho pozici, kde se zrovna nachází. Toto spojení musí být trvalé, i když je terminál (klient) spojen se serverem a při tomto spojení dochází k přenosu dat. Mobilní Internet využívá k připojení k Internetu mobilní datové sítě. V posledních letech prošel svým vlastním rychlým vývojem a mobilní operátoři dnes nabízejí různé technologie pro připojení k Internetu. Tyto technologie popíši na následujících řádcích (čerpáno z [4]).

3.1 Základní parametry sítě Internet

Před tím, než začnu popisovat jednotlivé technologie mobilního připojení, je zcela nezbytné popsat základní parametry sítě Internet. Klíčovými vlastnostmi pro bezdrátový přenos dat jsou tyto parametry:

- **Rychlost stahování** – známá jako download. Udává rychlost, jakou se stahují data do našeho počítače z Internetu. Tedy jsou to data proudící ze serveru k uživateli. Například pokud bude rychlost připojení k Internetu 4 Mb/s, tak fotografii o velikosti 1MB (8Mbit, protože 1B = 8b) se bude stahovat 2 sekundy. Rychlost se většinou udává v mega bitech za sekundu (Mb/s nebo také MB/s) anebo mega bytech za sekundu (MB/s). Dnešní hodnoty se většinou pohybují od 2 Mb/s a výše. Pro běžnou práci jako je brouzdání Internetem, čtení a odesílání e-mailů postačí i nižší rychlost kolem 1 Mb/s. Vyšší rychlost se ocení až v případě, kdy jsou stahovány větší soubory z Internetu, jako například filmy.
- **Rychlost nahrávání** – známá jako upload. Udává rychlost, jakou se odesílají data z našeho počítače do Internetu. Klient odesílá data na server. Tato rychlost bývá mnohem nižší než rychlost stahování, protože většinu práce na Internetu tvoří právě stahování. Odesílání se uplatňuje pouze v případech, kdy se nahrává například nějaký multimediální obsah na Internet, jako jsou fotografie, video a tak dále. Odesílání probíhá i v okamžiku, kdy se zadá nějaká adresa do prohlížeče, nebo se klikne na odkaz. Odeslaná data však mají tak malý objem, že stačí minimální rychlost odesílání. Průměrné hodnoty uploadu se dnes pohybují kolem 1 Mb/s.
- **Odezva připojení (RTT)** – označovaná jako latence. Je to doba, za kterou vyslaný blok dat od uživatele dorazí na server a zpět. Uživatel může tuto dobu zjistit pomocí příkazu ping. Řádově se jedná o milisekundy. Příliš dlouhá odezva by způsobovala „kousání“ internetu.

- **Stabilita připojení** - stabilita připojení je nesmírně důležitá. Pokud například v průběhu stahování souboru dojde k několikanásobnému přerušení spojení mezi počítačem a Internetem, nebude možné soubor vůbec stáhnout, nebo to bude trvat neúměrně dlouho.
- **Jitter** – označovaná jako nestabilita. Jednoduše řečeno jitter je časový rozdíl v paketech, které jsou odesílány ze serveru. Jitter je specifický problém, který běžně existuje v paketových sítích, a tento jev obvykle nezpůsobuje žádné komunikační problémy.

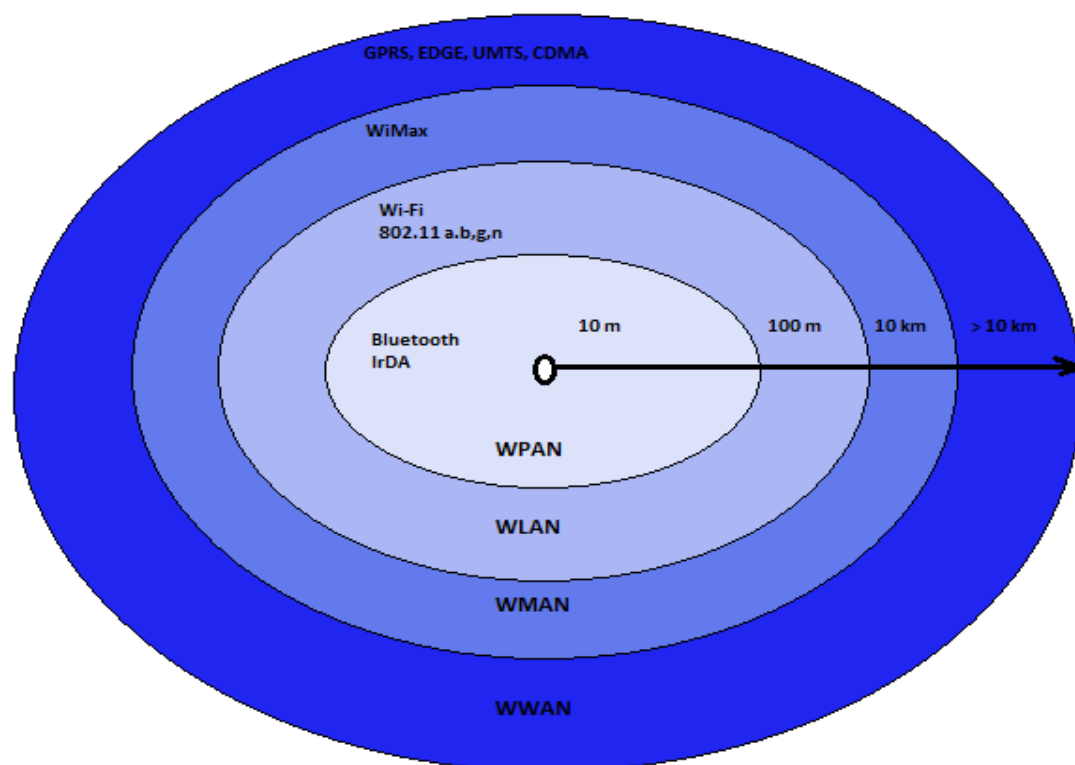


Obrázek 2 - Vzniklá mezera mezi pakety, tzv. Jitter

Zdroj: <http://howdoesinternetwork.com/2013/jitter/jitter-2>

3.2 Struktura bezdrátové sítě a standardy IEEE

Bezdrátové datové sítě se nejčastěji rozdělují podle závislosti na geografické rozloze, na které jsou tyto technologie používány. Nejdůležitějším kritériem tohoto rozdělení je dosah signálu u jednotlivých technologií, které jsou ve značné míře stanovené institutem IEEE. Bezdrátové sítě se zpravidla rozdělují do čtyř následujících skupin. Jedná se o WPAN, WLAN, WMAN a WWAN. Na obrázku níže je vidět zástupce těchto skupin i s přibližnými vzdálenostmi, kterých dosahuje.



Obrázek 3 - Dosah sítí

Zdroj: Vlastní zpracování

V oblasti bezdrátových lokálních sítí existuje mnoho standardů. Jedním z nejrozšířenějších, jak jsem psal výše, je IEEE 802.11. Ovšem i v rámci IEEE 802.11 existují různá řešení, která se liší oblastí použití, cenovou dostupností, datovou propustností a dosahem.

Tabulka 1 - Přehled standardů IEEE 802.11

Standard	Rok vydání	Pásmo [Ghz]	Maximální rychlost [Mb/s]	Fyzická vrstva
Původní IEEE 802.11	1997	2,4	2	DSSS a FHSS
IEEE 802.11a	1999	5	54	OFDM
IEEE 802.11b	1999	2,4	11	DSSS
IEEE 802.11g	2003	2,4	54	OFDM
IEEE 802.11 n	2009	2,4 nebo 5	600	MIMO OFDM
IEEE 802.11y	2008	3,7	54	
IEEE 802.11ac	2013	5	1000	MU-MIMO OFDM
IEEE 802.11ad	2014	2,4 nebo 5 nebo 60	7000	

Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11

3.2.1 Topologie bezdrátové sítě

WPAN - (Wireless Personal Area Network)

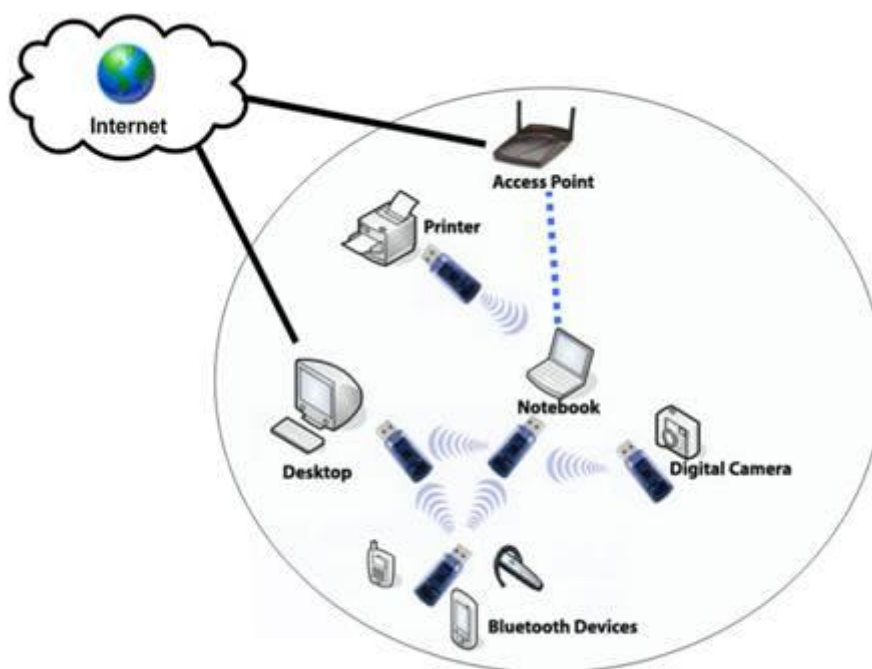
Bezdrátové osobní sítě jsou bezdrátové sítě krátkého dosahu. Jde o malé osobní sítě, které jsou určeny především pro komunikaci a propojování přenosných a mobilních zařízení, jako jsou např. malé osobní počítače, PDA, mobilní telefony, pagery, různé periférie a spotřební elektrotechnika, primárně v seskupení označovaném jako režim ad-hoc, což znamená, že jednotlivé koncové stanice komunikují přímo mezi sebou bez jakéhokoli prostředníka. V této kategorii bezdrátových sítí jsou v současnosti využívány především technologie Bluetooth, IrDA a vzácněji pak průmyslově využívané Zigbee či Ultra Wide Band (tzv. UWB a na něm založené WirelessUSB – WUSB).

Síť WPAN patří mezi osobní sítě, tzn., že osobní prostředí je prostor, který příslušnou osobu obklopuje do vzdálenosti 10 metrů. Umožňuje sice uživateli bezdrátové připojení k Internetu, ovšem takové spojení může být využito prakticky pouze v jedné místnosti, a sice v rámci sdíleného připojení k Internetu přes počítač využívající jiný typ připojení k Internetu. Technologie této kategorie tedy nejsou příliš vhodným adeptem pro zprostředkování internetového připojení.

Organizace IEEE zřídila za účelem standardizace vývoje technologií WPAN pracovní skupinu 802.15 pro síť WPAN. Tato pracovní skupina vyvíjí standard WPAN založený na specifikacích technologie Bluetooth verze 1.0. Klíčovými cíli tohoto navrženého standardu jsou malá složitost, nízká spotřeba energie, součinnost a možnost koexistence se sítěmi 802.11 (zpracováno podle [5]).

Shrnutí:

- Technologie Bluetooth je nejoblíbenější standard pro práci v síti WPAN.
- Zařízení sítě WPAN nemohou komunikovat se zařízeními sítí WLAN či WWAN.
- Použití sítě WPAN může snížit počet kabelů a šňůr v pracovní oblasti.



Obrázek 4 - Ukázka sítě WPAN

Zdroj: <http://www.spiritdatacapture.co.uk/wpan.asp>

WLAN – (Wireless Local Area Network)

V síti WLAN přenáší vlny radiokomunikační zařízení zvané bezdrátový směrovač, který poskytuje počítačům připojení k Internetu. Bezdrátový směrovač je malý, lehký a má připojenou anténu, která odesílá informace mezi počítači s technologií pro bezdrátové připojení. Dosah signálu sítě WLAN je zhruba 45 až 100 metrů v závislosti na fyzickém prostředí.

Technologie WLAN uživatelům umožňuje vytvářet lokální bezdrátová propojení (zpravidla v rámci jedné budovy). Oblíbenost WLAN sítí vychází z jednoduchosti zavedení příslušných komponent pro bezdrátový přenos a v případě potřeby jejich snadné demontáže.

Nejrozšířenějším zástupcem této kategorie je standard Wi-Fi (Wireless Fidelity), normalizovaný Institucí IEEE ve skupině 802.11, který byl vyvinut za účelem nahrazení do té doby používaných „drátových“ sítí s cílem dosažení vyšší vnitřní mobility v podniku a současně odstranění leckdy obtížně instalovatelné síťové kabeláže. Zařízení v této kategorii jsou většinou využívána v seskupení označovaném jako režim infrastrukturní sítě, ovšem mohou fungovat samozřejmě i v režimu ad-hoc tak, jak fungují většinou bezdrátové sítě WPAN. Nutno však dodat, že tato technologie našla díky jejímu postupnému zdokonalování (s normami známými pod označením 802.11a, 802.11b, 802.11g) a zlevňování techniky daleko větší uplatnění, a tak začala být nasazována nejen ve vnitropodnikovém prostředí, ale vznikaly tzv. hot spoty (zóny s přístupovým bodem k Wi-

Fi síti) i v hotelích, nádražích, obchodních domech, na letištích a podobně. Díky rozmístění Wi-Fi hot spotů se rozhodli i domácí komerční poskytovatelé Internetu (ISP – Internet Service Provider) k tomu, že začnou Wi-Fi používat jako poslední míli, to znamená poskytovat ji koncovým zákazníkům. Tyto hot spoty se totiž nacházejí hojně v městských zástavbách, kde se dají takto využívat. Internet přes síť Wi-Fi s sebou nese závažná úskalí, protože tato technologie není pro tento typ navržena (čerpáno z [5]).

Shrnutí:

- Použití bezdrátového směrovače, který přenáší informace mezi počítačem a technologií pro bezdrátové připojení.
- Nejpoužívanější v budovách, infrastruktura firemní sítě.
- Výhodou je z velké části odstranění síťové kabeláže.



Obrázek 5 - Ukázka sítě WLAN

Zdroj: <http://www.infico.cz/>

WMAN – (Wireless Metropolitan Area Network)

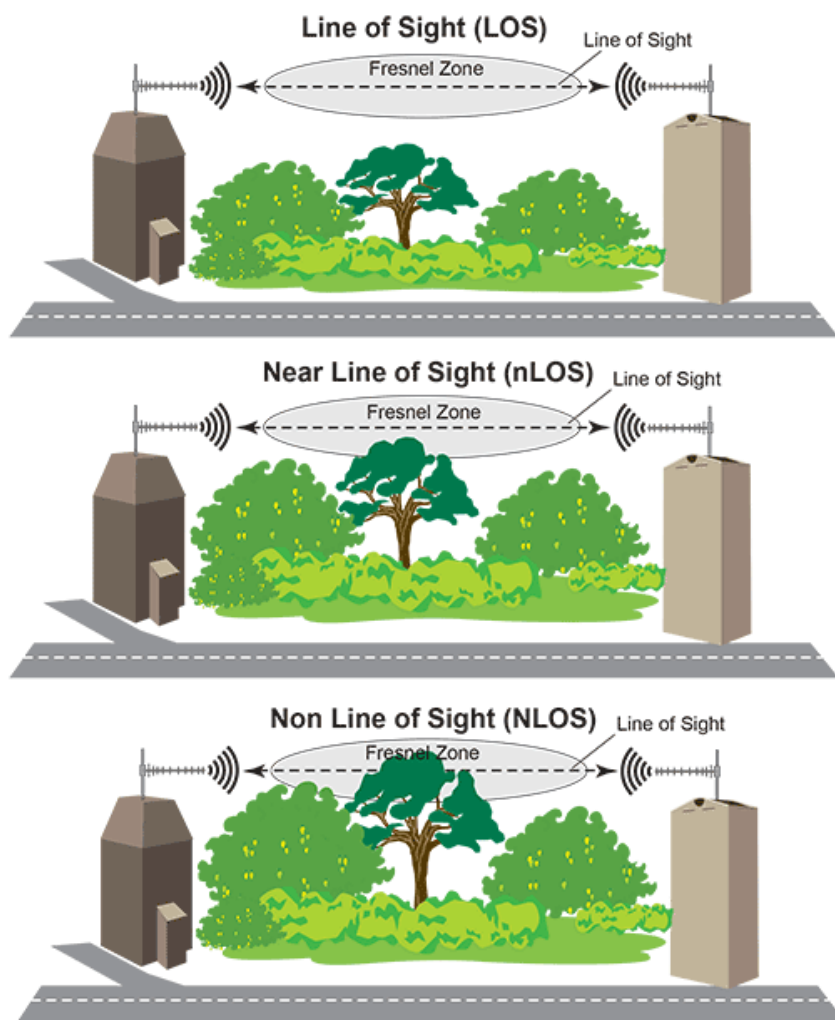
Bezdrátové metropolitní sítě WMAN umožňují uživatelům komunikaci mezi více místy v určité metropolitní oblasti (např. v areálu univerzity, firmy). Jde tedy o sítě, které řeší otázku poslední míle. Bezdrátové řešení komunikace mezi vzdálenými oblastmi s sebou přináší finanční úsporu a je také časově méně nákladné oproti pokládce fixních zdrojů.

V dnešní době je tato skupina nejčastěji zastoupena technologií pojmenovanou jako WiMax, která je normalizovaná podle IEEE ve skupině 802.16, která je díky možnosti přenosu dat bez nutnosti přímé viditelnosti (tzv. NLOS – Non Line Of Sight) i většímu

dosahu daleko vhodnější pro ISP ve městech, než výše zmiňovaná technologie Wi-Fi a ideálně může být používána i institucemi jako jsou školy apod. WiMax ovšem může být provozován i v módu LOS (přímé vizuální a radiové viditelnosti), výhodou je pak pochopitelně za podmínky přímé viditelnosti, větší dosah než při NLOS. Režim LOS ovšem neznamena pouze přímou vizuální viditelnost, ale i radiovou, která oproti té vizuální nezahrnuje pouze pomyslnou přímku mezi přijímačem a vysílačem, ale veškerý prostor v tzv. Fresnelově zóně, tzn. v elipsovitém prostoru (čerpáno z [5]).

Shrnutí:

- Umožňuje komunikaci uživatelů v rozsáhlém areálu, například firma, univerzita.
- Nejpoužívanější technologie WiMax využívající přímou viditelnost LOS a nepřímou viditelnost NLOS.



Obrázek 6 - Ukázka sítě WMAN s přímou a nepřímou viditelností (LOS a NLOS)

Zdroj: <http://www.l-com.com/content/Article.aspx?Type=L&ID=10060>

WWAN – (Wireless Wide Area Network)

Technologie WWAN umožňují uživatelům vytvářet bezdrátové připojení se vzdálenými veřejnými nebo soukromými sítěmi. Tato připojení je možné udržovat v rozsáhlých geografických oblastech, například ve městech nebo v zemích, za použití sítě anténních, nebo satelitních systémů udržovaných poskytovateli bezdrátových služeb. WWAN technologie jsou označovány jako technologie druhé generace označovány jako (2G), nebo třetí generace (3G) a nyní už i čtvrté generace (4G). Výhodou této technologie je především její pokrytí, které může být celostátní i celosvětové. Další výhodou, kterou tato technologie nabízí, je také vyšší zabezpečení oproti technologiím WLAN. Tato technologie využívá pouze infrastrukturu mobilních operátorů. Dále nám tato technologie nabízí nejvyšší mobilitu. Bezdrátovou dálkovou síť, nebo mobilní širokopásmové připojení lze vytvořit pomocí signálů mobilních telefonů. V České republice je v současnosti v kategorii bezdrátových sítí především využívána mobilní síť GSM¹, UMTS či síť CDMA (čerpáno z [5]).

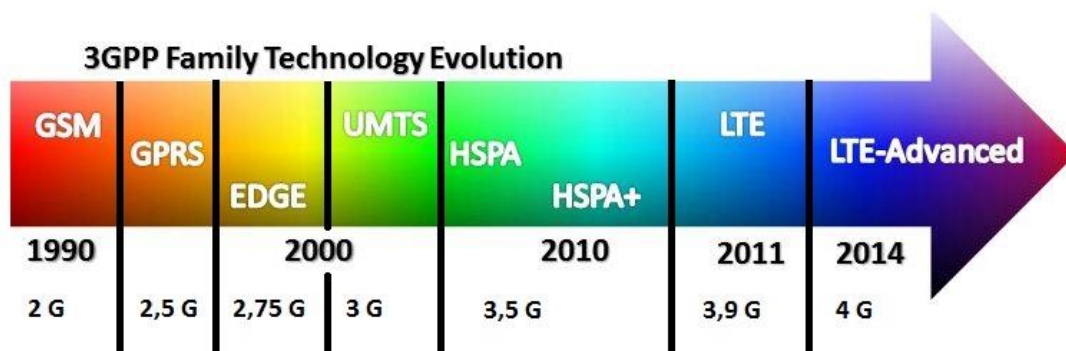
Shrnutí:

- Připojení je realizováno pomocí anténních a satelitních systémů.
- WWAN technologie jsou označovány jako technologie 2G, 3G a 4G.
- Nejvyšší mobilita, v rozsahu států, kontinentů.

3.3 Mobilní datové technologie

Většina uživatelů již někdy řešila, jakým způsobem se má připojit k Internetu na cestách, když se zrovna nenachází v pohodlí svého domova, kde mají připojení ve dne v noci. V posledních letech je zaznamenán prudký nárůst rozvoje mobilních bezdrátových datových přenosů. Připojení s jejich využitím má ohromnou výhodu. Uživatel je totiž mobilní a přístup k Internetu má téměř všude, kde se pohybuje. Záleží na pokrytí danou technologií. Veřejné mobilní bezdrátové datové přenosy na území ČR zajišťují veřejní operátoři mobilních sítí, to je T-Mobile, Telefónica O2, Vodafone a U:fon. V současné době je využíváno několik různých technologií bezdrátových datových přenosů, na jejichž technologické špičce jsou mobilní datové přenosy UMTS Release 8/9 (LTE) a UMTS Release 10 (LTE – Advanced).

¹ GSM (Globální Systém pro Mobilní komunikaci, původně však francouzsky „Groupe Special Mobile“) je nejrozšířenější standard pro mobilní telefony na světě. V současnosti jej používá více než 5 miliard účastníků ve více než 200 zemích světa. Protože někteří lidé mají více SIM karet, lze odhadovat, že mobilní telefon GSM vlastní asi polovina obyvatel planety Země.



Obrázek 7 - Vývoj generace mobilních datových technologií v sítích GSM a UMTS

Zdroj: <http://www.4gamericas.org/>

Na následujících stránkách jsou popsány vlastnosti technologií, které se využívají pro bezdrátovou komunikaci. Nebudou zde popsány všechny technologie, ale jen ty, které spadají do generace 2,5 a vyšší. Vývoj generace mobilních datových technologií v sítích GSM a UMTS.

3.3.1 Wi-Fi

Wi-Fi je v informatice označení pro několik standardů IEEE 802.11 popisujících bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích (též Wireless LAN, WLAN). Samotný název Wi-Fi vytvořilo Wireless Ethernet Compatibility Alliance. Tato technologie využívá bez licenčního frekvenčního pásma, proto je ideální pro budování levné, ale výkonné sítě bez nutnosti pokládky kabelů. Název původně neměl znamenat nic, ale časem se z něj stala slovní hříčka wireless fidelity česky „bezdrátová věrnost“.

Původním cílem Wi-Fi sítí bylo zajišťovat vzájemné bezdrátové propojení přenosných zařízení a dále jejich připojování na lokální (např. firemní) síť LAN. S postupem času začala být využívána i k bezdrátovému připojení do sítě Internet v rámci rozsáhlejších lokalit a tzv. hot spotů. Ke každé bezdrátové síti musí mít provozovatel patřičnou licenci pro vysílání v určité frekvenci. Této frekvenci se říká licencované pásmo. Frekvencí není nekonečné množství, proto tato pásma jsou zpoplatněna vysokou částkou. Majitelé licencí si samozřejmě svá pásma chrání, aby v nich nikdo jiný nevysílal. Protože rádiové vysílání mají i některé přístroje v domácnosti (např. mikrovlnná trouba), vzniklo bez licenčního pásma ISM (2,4 GHz), které bylo vyhrazené pro průmyslové, vědecké a lékařské účely. Později se však o toto pásmo začali zajímat i výrobci bezdrátových sítí. Zpočátku měl každý vlastní technologii, ale časem zjistili, že mít jednotný standard je výhodnější. A tak v roce 1997 publikoval mezinárodní standardizační institut IEEE specifikaci standardu bezdrátové sítě pracující v pásmu ISM pod číslem 802.11. V roce 1999 se tento standard rozšířil o 2 kvalitnější specifikace a to 802.11a a 802.11b. Dnes je těchto standardů několik, nejnovějším je standard s označením 802.11ac. Rychlost byla zvýšena na 54 Mb/s v pásmu 2,4 GHz. Wi-Fi může také pracovat v pásmu 5 GHz, kde je rychlost až 1800 Mb/s. Wi-Fi

zařízení jsou dnes ve všech přenosných počítačích, tabletech a i v chytrých mobilních telefonech. Následníkem Wi-Fi by měla být bezdrátová technologie WiMAX, která se zaměřuje na zlepšení přenosu signálu na větší vzdálenosti (čerpáno z [6]).

Shrnutí:

- Wi-Fi síť patří do kategorie WLAN – místní síť.
- Využití - školy, firmy, hotely, restaurace, bary, letiště, hotspoty.
- Velká přenosová rychlost, levné.
- Uživatel ocení tuto technologii především ve velkých městech, kde místní infrastruktura nabízí připojení k Wi-Fi.
- Nevýhoda - uživatel se nepřipojí k Wi-Fi v terénu (lesy, louky, neobydlené oblasti), mobilita z hlediska území nedostačující.

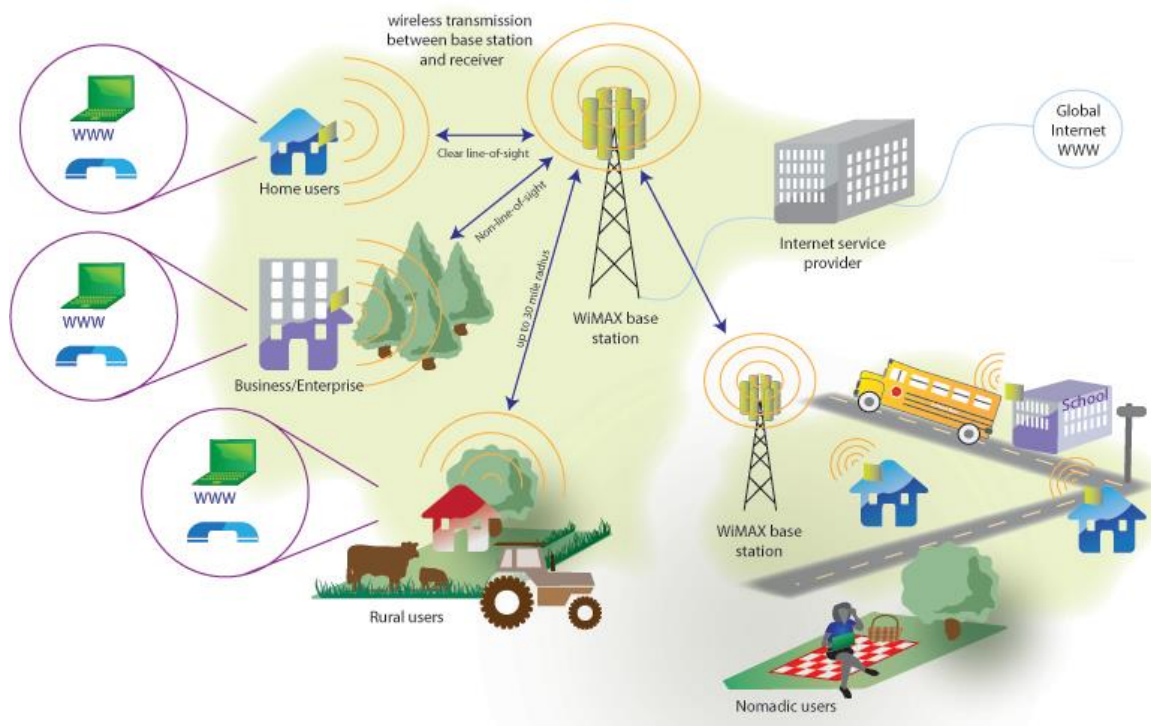
3.3.2 WiMax

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) je stále se vyvíjející bezdrátovou technologií. WiMAX je definován v řadě norem IEEE 802.16. Ačkoliv prapočátky standardu 802.16 jsou ještě v roce 1998, většina práce na tomto standardu proběhla v letech 2000-2003. Cílem bylo vytvořit standard pro levnější a jednoduše rozšiřitelný širokopásmový bezdrátový přístup k Internetu – standard pro metropolitní bezdrátové síť. Norma je zaměřena na venkovní síť, tedy jako doplněk k Wi-Fi chápanému jako standard pro vnitřní síť.

První verze standardu byla zveřejněna v roce 2002 přímo pod číslem 802.16 a definovala přístupovou technologii s nutností přímé viditelnosti (LOS – Line of Sight) a pro frekvenční pásma 10-66 GHz. V dubnu 2003 byla publikována další verze standardu pod označením 802.16a. Ta definuje frekvence v rozsahu 2-11 GHz, tedy jak licencované, tak bez licenční frekvence. Dosah dle této specifikace je 40-70 km a zatímco u původního standardu 802.16 byla přenosová rychlost až 134 Mb/s, v případě 802.16a klesá zhruba na polovinu, tedy 70 Mb/s. Přesunem do nižšího frekvenčního pásma a využitím OFDM pracuje 802.16a v režimu NLOS, tedy nevyžaduje přímou viditelnost mezi základnovou stanicí a klientským adaptérem. Novinkou je také podpora samo organizující se topologie, tedy „mesh“ architektury. V současnosti se kromě jiného uvažuje o začlenění technologie WiMAX do standardu mobilní sítě 4. generace a jako přenosového prostředku pro technologii HSPA (čerpáno z [7]).

Shrnutí:

- Patří do kategorie WMAN, může být použita i WWAN.
- Technologie určená pro venkovní síť, přenos v režimu LOS a NLOS.
- Velká přenosová rychlost 134 Mb/s respektive 70 Mb/s.



Obrázek 8 - Schéma WiMaxu

Zdroj: <http://www.airspan.com/solutions/by-industry/frequency/700-mhz/>

3.3.3 GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) je služba umožňující přenos dat a připojení k Internetu (případně jiným sítím) pro uživatele GSM mobilních telefonů. Patří do kategorie WWAN, dá se připojit kdekoli, kde je signál GSM. Na rozdíl od starší služby Circuit Switched Data (neboli CSD) využívá přepojování paketů, což se příznivě projevuje placením podle objemu přenesených dat, nebo časovým paušálem místo placení za dobu připojení. Dostupnost GPRS je označována jako 2.5G, technologie mezi druhou (2G) a třetí (3G) generací mobilních telefonů. GPRS poskytuje průměrnou rychlost datových přenosů používáním TDMA kanálů (časových slotů) v GSM síti. GPRS bylo poprvé zahrnuto v GSM standardu Release 97.

Starší služba Circuit Switched Data využívá pro přenos dat technologii přepojování okruhů, která obsazuje po celou dobu připojení jeden časový slot stejně jako normální telefonní hovor (v případě služby HSCSD – High Speed CSD – dokonce více časových slotů). U GPRS se dynamicky využívají neobsazené kanály (časové sloty), které může sdílet více uživatelů. Výhodou GPRS je lepší využití dostupných prostředků. Nevýhodou je nemožnost, nebo obtížnost zajištění garantované propustnosti, nebo rychlosti. Rychlost přenosu dat však záleží hned na několika faktorech. Informace jsou v síti posílány v paketech, které putují v tzv. timeslotech (rychlost jednoho timeslotu se pohybuje mezi 8–20 kb/s), což jsou části jednotlivých kanálů (frekvencí), na kterých probíhá komunikace s mobilním telefonem. Každý kanál obsahuje osm timeslotů, ovšem v současnosti jich lze

při spojení využívat maximálně pět, a to ještě pro download i upload současně. Kolik jich ve skutečnosti však bude použito, závisí na mobilním operátorovi (resp. na vytíženosti sítě), ale i na tom, kolik jich dokáže mobilní telefon, či modem využívat. Počet využitelných timeslotů u přístroje udává tzv. třída GPRS, kdy např. model třídy 8 dokáže současně pracovat se 4 timesloty pro downlink a 1 timeslotem. Rychlost přenosu nám také ovlivňuje způsob kódování signálu, který se odvíjí od toho, kde se právě nacházíme, neboť kvalita signálu je ve všech místech odlišná, proto se využívají různé způsoby kódování. Pro prohlížení webových stránek, příjem a odesílání e-mailů a chatování není minimální garantovaná propustnost nutná, na rozdíl od přenosu streamovaného videa, nebo audia (internetová TV a rádia). Rychlost GPRS je udávána okolo 80 kb/s, v praxi to však bývá ještě o dost méně (čerpáno z [8]).

U GPRS se rozeznávají tři třídy zařízení:

- Class A – umožňuje simultánní využívání GPRS i hlas. Tato funkce je nazývána jako Dual Transfer Mode - DTM tedy přenos hlasu a dat současně. Technologii DTM tedy Class A musí podporovat i síť operátora. České mobilní sítě tuto technologii zatím nepodporují.
- Class B – hovor, nebo data. V závislosti na podpoře sítě je možné například při GPRS spojení přijmout hovor (a zastavit GPRS), nebo opačně. Starší mobilní telefony prodávané s GPRS patří do Class B).
- Class C – umožňuje pouze datový provoz, z takového přístroje nelze telefonovat (datové karty PCMCIA, speciální průmyslové moduly).

Kódová schémata u GPRS:

GPRS používá čtyři kódová schémata CS-1 až CS-4. Mobilní telefon musí vždy podporovat všechna čtyři kódová schémata a GSM síť obvykle podporuje CS-1 a CS-2. Kódové schéma se vybírá v závislosti na odstupu signál/rušení tedy tzv. C/I, tak aby byl zajištěn co nejlepší a nejefektivnější přenos dat.

Tabulka 2 - Kódové schéma GPRS

Kódové schéma	Rychlost v kb/s
CS-1	8,0
CS-2	12,0
CS-3	14,4
CS-4	20,0

Shrnutí:

- Pracuje na technologii přepojování paketů – výhoda, že se platí za přenesená data a ne za dobu připojení.

- Patří do kategorie WWAN, tedy rozsáhlé sítě, proto zaručuje vysoký stupeň mobility.
- Velmi nízká rychlost downloadu a uploadu.

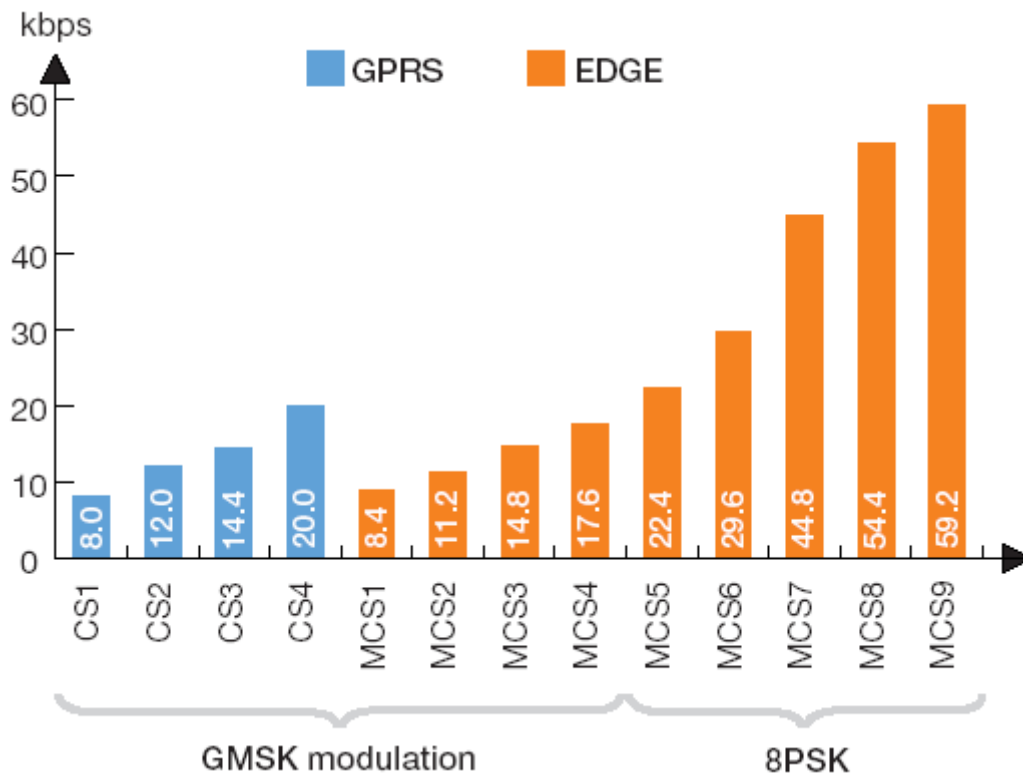
3.3.4 EDGE

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) je vývojovým stupněm v technologii GSM po zavedení datových přenosů pomocí GPRS. Technologie EDGE nabízí několik metod a vylepšení oproti GPRS, které umožňují dosáhnout efektivního přenosu dat a vysoké spektrální účinnosti v tomto úzkopásmovém buňkovém systému. Ve skutečnosti začalo EDGE fungovat v roce 2004. Podporu EDGE lze v současnosti sice nalézt u většiny novějších modelů mobilních telefonů, avšak podpora ze strany operátorů nebývá zdaleka zaručena všude tam, kde je pokrytí signálem GSM. EDGE na rozdíl od GPRS využívá jinou modulaci (8-PSK – osmistavová fázová modulace), díky níž lze přenést, zjednodušeně řečeno, za stejný časový interval třikrát více dat. Princip timeslotů zůstává zachován, rychlost jednoho timeslotu se ale zvýšila z dvaceti na necelých šedesát kilobitů za sekundu. Při konfiguraci 4+1 timeslot tak lze dosáhnout rychlosti až 236 kb/s. V praxi dosahované rychlosti downloadu se však pohybují okolo 130 – 160 kb/s.

EDGE podobně jako GPRS vybírá v závislosti na síle signálu (přesněji na odstupu signálu od šumu) z několika kódových schémat. První čtyři používají stejnou modulaci jako GPRS a poskytují podobné rychlosti, dalších 5 používá modulaci 8-PSK (zpracováno podle [9]).

Tabulka 3 - Kódové a modulační schéma EDGE

Kódové a modulační schéma EDGE (MCS)	Rychlost (kb/s/slot)	Modulace
MCS-1	8,8	GMSK
MCS-2	11,2	GMSK
MCS-3	14,8	GMSK
MCS-4	17,6	GMSK
MCS-5	22,4	8-PSK
MCS-6	29,6	8-PSK
MCS-7	43,8	8-PSK
MCS-8	54,4	8-PSK
MCS-9	59,2	8-PSK



Graf 2 - Rozdíl rychlostí GPRS a EDGE s použitím nové modulace 8-PSK

Zdroj: <http://www.mobilmania.cz/co-je-to-edge-strucne-a-jasne/a-1105934/default.aspx>

Shrnutí:

- Vylepšená technologie EDGE vychází ze starší GPRS.
- Někdy se EDGE také nazývá EGPRS.
- Modulace 8-PSK díky níž lze přenášet třikrát více dat.
- Patří do kategorie WWAN, tedy rozsáhlé sítě, proto zaručuje vysoký stupeň mobility.
- Tato technologie dosahuje lepších rychlostí v přenášených datech. Download až 236 kb/s.

3.3.5 UMTS, nadstavby HSDPA, HSUPA, HSDPA+ a HSUPA+

Na rozdíl od předchozích technologií GPRS a EDGE, které fungují na síti GSM (primárně určena pro hlasové přenosy), byla síť UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) navrhována plně pro využití hlasových i datových přenosů, což ji zařazuje do skupiny technologií třetí generace. Síť UMTS funguje na frekvenci 1885 – 2200 MHz. Maximální rychlost se teoreticky pohybuje okolo 2 Mb/s. Teoretická maximální přenosová rychlost je 2 Mb/s. Klasická technologie UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) využívá standardně přenos dat metodou tzv. frekvenčního dělení FDD (Frequency Division Duplex), jak se dozvíte níže, je možné však tuto technologii provozovat i méně

obvyklou metodou TDD (Time Division Duplex), kterou však obvykle mobilní telefony nepodporují.

UMTS FDD je síť, která umožňuje hovory a datové přenosy současně. Není tak rychlá, jako následující UMTS TDD, maximální rychlost směrem k uživateli je 384 kb/s. Výhodou tohoto řešení je kompatibilita s 3G sítěmi v jiných zemích, a taktéž podpora ze strany výrobců mobilních telefonů.

UMTS TDD je čistě datová síť, kde rychlost dat k uživateli je okolo 800 kb/s. Oproti předchozí je mnohem rychlejší, ale také stabilnější a má rychlejší odezvu. Bohužel, tato síť není podporována mobilními telefony.

Nadstavba **HSDPA** (High Speed Downlink Packet Access) je v podstatě jen vylepšení technologie UMTS. Toto vylepšení probíhá na programové úrovni na straně operátora, a je kompatibilní jak s FDD, tak TDD standardem. Vyšších rychlostí je dosaženo především efektivnějším využitím frekvenčního pásma, odlišným přístupem k přenosovému kanálu a zejména pokročilými algoritmy zpracování dat. Zajímavostí je například to, že síť vyřizuje nejdříve požadavky uživatele s nejkvalitnějším signálem. Patří do 3.5 generace a zvedá rychlost downloadu na maximálních 14.4 Mb/s.

Nadstavba **HSUPA** (High Speed Uplink Packet Access) je to samé, jako HSDPA, pouze se týká toku dat od uživatele, tedy uploadu. Ten se zvedá až na teoretických 5.76 Mb/s. Tato nadstavba je označována jako 3.75 generace.

Úplně posledním vylepšením této technologie je **HSDPA+** a **HSUPA+**. Opět jde napřed o download, poté o upload, jejich rychlosti se zvedají až na 42/7.2 Mb/s (čerpáno z [9]).

Shrnutí:

- Tato technologie dosahuje vysoké přenosové rychlosti.
- V České republice je pokryta signálem UMTS většina měst, které mají populaci větší jak 10 000 obyvatel. Z uživatelského hlediska využití pouze ve velkých městech.

3.3.6 CDMA 1xEV-DO / 1xRTT

Pro připojení k této technologii si můžete vybrat mezi klasickým modemem pro připojení k PC a PCMCIA kartou do notebooku. Mobilní telefony či komunikátory s podporou CDMA v nabídce operátorů nenajdete, přesto však jde o mobilní technologii, proto se o ní zde zmíním. Tyto technologie jsou od roku 2004 realizovány v síti zvané CDMA2000, která funguje na frekvenci 450 – 2100 MHz. Taktéž se vyskytují na přelomu značení druhé a třetí generace. Síť CDMA spadá do kategorie WWAN, tedy rozsáhlých sítí.

V síti CDMA2000 jsou v současnosti používány dvě technologie pro datový přenos – jsou jimi CDMA2000 1xEV-DO (Code Division Multiple Access – Evolution Data Only) a

CDMA2000 1xRTT (Code Division Multiple Access – Radio Transmission Technology). Technologie 1xEV-DO slouží pouze k datovému přenosu (kromě ní existuje i 1xEV-DV, která umožňuje i hlasový přenos) a umožňuje dosahovat přenosové rychlosti až 2.4 Mb/s. Technologie 1xRTT umožňuje realizovat přenos hlasový i datový, ten ovšem pouze při maximální dosahované rychlosti 307 kb/s. V porovnání s technologiemi GPRS či EDGE dosahuje tento typ připojení výrazně lepších výsledků, co se týče přenosové rychlosti a odezvy (čerpáno z [9]).

Shrnutí:

- Technologie realizovaná v síti CDMA2000.
- Tato technologie spadá do kategorie WWAN.
- Poměrně vysoká přenosová rychlost, hlavně v porovnání s technologiemi GPRS či EDGE.

3.3.7 LTE a LTE Advanced

Technologie LTE (Long Term Evolution) je nejnovější, současně také nejrychlejší technologií mobilního internetu. Její maximální papírové rychlosti jsou stanoveny na 100 Mb/s pro download, 50 Mb/s pro upload. V drtivé většině případů bývá mylně označována jako síť 4. generace, tedy 4G. Proč?

Protože dle mezinárodní telekomunikační unie ITU (International Telecommunication Union) patří stále do mobilních datových technologií 3G (i když neoficiálně bývá uváděna jako 3.9G). Dlouho diskutovaná podmínka pro zařazení technologie do 4G byla totiž stanovena na rychlost downloadu 100 Mb/s za pohybu a 1 Gb/s v klidu, takže do rodiny 4G byla zařazena až nová verze této technologie, splňující dané přenosové rychlosti, která je označena jako LTE – Advanced.

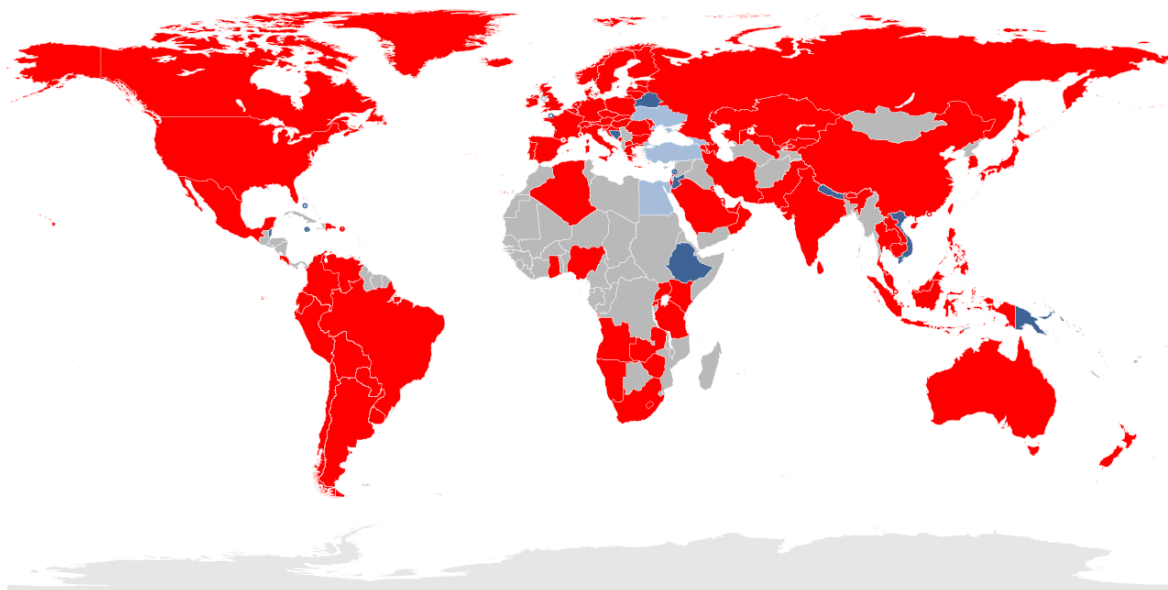
LTE – Advanced kromě zvýšení datové rychlosti jak ve směru downlink a uplink pomocí agregace více pásem a více cestného přenosu signálu (MIMO až 8x Tx), LTE-A přináší i efektivnější využití frekvenčního pásma (vyšší hodnota bps/Hz) a snadnější pokrývání uvnitř budov pomocí Femtocell² se sofistikovanou koordinací buněk (heterogenní sítě).

Pokrytí území ČR signálem LTE se v dnešní době zlepšuje. LTE bylo v ČR spuštěno 19. 6. 2012. Prvenství získala Telefónica ČR. Jedná se o pokrytí signálem LTE v Jesenici u Prahy. V této lokalitě byly zprovozněny 4 základnové stanice (v případě LTE hovoříme o

² Samotné slovo je složeno z femto, což je předpona ze soustavy SI, která představuje mocninu 10^{-15} , a ze slova cell, které označuje celulární technologii. Jednoduše se dá říci, že celulární technologie pomyslně rozděluje území do útvarů (buněk), ve kterých je použita různá frekvence signálu. Jejich primárním účelem je zlepšení kvality signálu především uvnitř budov, pomohou ale i ke zlepšení vlastností připojení k internetu. Uvnitř některých budov mohou být totiž potíže s kvalitou signálu i přesto, že venku s pokrytím není problém. Řešením může být právě femtobuňka, zařízení velikosti obyčejného směrovače. Vzhledem k tomu, že femtobuňky pracují v lícenčním pásmu, musí být jejím provozovatelem mobilní operátor. Femtobuňka se připojí do sítě mobilního operátora pomocí DSL zařízení, optické, kabelové nebo bezdrátové přípojky. Výkon je dimenzován na pokrytí malého území, bytu, kanceláři, podzemní restaurace atd. (čerpáno z [10]).

eNodeB) s využitím frekvenčního kanálu o šířce 10 MHz v pásmu 1800 MHz. Druhé město, ve kterém funguje mobilní datová síť LTE, je Mladá Boleslav. T-Mobile dne 15. 11. 2012 pokryl toto město signálem LTE. Pokrytí je zajištěno 19 vysílači umístěnými v Mladé Boleslavi a Kosmonosech. Síť LTE v Mladé Boleslavi využívá pásmo o šířce 2×10 MHz v rámci frekvence 1 800 MHz. Podrobněji se touto problematikou pokrytí sítí budu věnovat v další kapitole s názvem Současný stav mobilního Internetu v ČR.

Na následujícím obrázku je vidět jaká je situace ve světě s použitím technologie LTE. Červenou barvou jsou znázorněny státy, kde je LTE v komerčním provozu, tmavě modrou barvou jsou znázorněny státy, kde je síť LTE nainstalována nebo plánována a konečně světle modrá barva, to jsou státy kde se LTE testuje (upraveno podle [11]).



Obrázek 9 - LTE ve světě

Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/LTE>

Shrnutí:

- Nejnovější a také nejrychlejší technologie mobilního Internetu.
- Technologie LTE patří do skupiny sítí 3 generace, avšak nástupce LTE Advanced už do skupiny sítí 4 generace (splňuje podmínky 4G).

3.4 Současný stav mobilního Internetu v ČR

V této kapitole bych popsal jaký je momentální stav českého mobilního Internetu. To znamená, jaké operátory v ČR máme na výběr, jaké nám nabízejí služby, jak je to s pokrytím území danými technologiemi apod. Jak jistě ale všichni víme z médií, kdo občas něco zaslechne, o mobilním pokrytí České republiky ví, že to není z hlediska této

problematiky vůbec dobré, oproti sousedním státům. V následujících větách, bych chtěl provést zhodnocení, zda je to opravdu tak špatné, či nikoliv, popřípadě jestli to někam spěje a dočkáme se tak zdárného konce.

Česká republika má jedno z nejdražších volání v Evropě. Ještě nedávno, pokud jste chtěli mít neomezené volání do všech sítí a neomezené posílání sms zpráv, tak jste si museli připravit měsíčně bezmála 3000 korun. Zdá se Vám to hodně? Ano opravdu to hodně je. I po celkem radikálním zlevnění operátorů, však v naší zemi platíme oproti ostatním státům v EU jedno z nejdražších volání. A dostáváme za to něco více než v okolních zemích? Odpověď je jednoznačná, samozřejmě že ne, spíše naopak.

Operátoři nám všude možně podsouvají, jak mají superrychlé mobilní sítě. Když vám ale vypadne signál, je vám rychlost na dvě věci. Kde tedy nastaly chyby a čeká nás vůbec do budoucna zlepšení? Předtím se uvádělo % pokrytí u mobilního GSM signálu a po teoretickém dosažení bezmála 99% (dnes ale pořád stále menším) s tím všichni operátoři skončili. Nyní se, ale situace opakuje, jen s tím rozdílem, že nám uvádějí informace o rychlém mobilním Internetu v rámci 3G sítí. Pouze s tou odlišností, že pokrytí rychlejších typů připojení postavené na technologii 3G se zdaleka neblíží 99%, jako spíše hranici jen 50% a další nárůst je neočekávatelný. Proč? Přichází totiž opět nový typ připojení, ještě rychlejší LTE. Co naplat, že možná nejprve na místa, kde již rychlý mobilní Internet zpravidla je.

Nasednete do soupravy pražského metra a dveře se za Vámi zavřou. Manažer vedle Vás se snaží rychle vyřídit poslední emaily, než ztratí signál. Pak už totiž nic nezmuže. Jestli se ptáte proč, tak odpověď je zcela jasná. Ano, naše země stále patří mezi ty, kde chybí pokrytí metra. Další případ. Pokud rádi cestujete někde do přírody, či do hor, opět tam budete hledat obtížně dostatečný signál. A takovýchto případů je dnes i například díky různým výstavbám obchodních center a dalších „překážek“ více. Nedostupnost GSM signálu se tak týká mnohem více lidí, než jen 1%, jak bychom mohli jednoduchým výpočtem dle operátory uváděného % pokrytí populace spočítat. Člověk je dnes mnohem častěji „mobilní“, tedy v pohybu. Ovšem „mobilní“ signál dobu v naší zemi zaspal. Lépe řečeno, operátoři.

Mobilní GSM signál se ani po téměř dvou dekadách nezbavil některých svých nešvarů. Teoretické pokrytí 99% české populace platí, ovšem za předpokladu, že všichni budou doma, lépe řečeno venku na ulici. Signál se kvůli principu šíření rádiového přenosu zkrátka nedostane až k Vám do obývacích pokojů, pokud jej máte v přízemí a vysílací BTS³ stanice je řekněme 2 km a dále, popřípadě pokud Vám stojí některá překážka v cestě. Jisté zlepšení se očekávalo od výstavby rychlejší 3G sítě. Novější technologie slibovala lepší zítřky.

Problémem ovšem je, že operátoři se rozhodli z různých důvodů (legislativa, čas) nepoužívat UMTS 900 MHz, ale vyšší UMTS 2100 MHz, kde je potřeba pro pokrytí stejné

³ Je základní převodní stanice (Base Transceiver Station) je vysílač a přijímač rádiových signálů.

oblasti více BTS stanic, jinými slovy dosah signálu z aktuálních BTS stanic je kratší a jak jsem již zmínil, leckdy už kolem 2 km od základové stanice si nezavoláte uvnitř budovy. Co naplat, že s UMTS 900 MHz by to možné bylo, jak ukazují zkušenosti zahraničních operátorů ve Francii či Estonsku. Operátoři v ČR bohužel zaspali dobu a zpětnou nápravu nelze v tomto ohledu čekat. Musí přijít něco jiného.

A tím je opět novější technologie LTE. Plánovaná mobilní síť 4. generace může situaci do budoucna zachránit. Je však třeba ponaučení z toho, co se nepovedlo. Předpoklady pro lepší pokrytí touto technologií jsou slibné, rozsah pokrytí jednou BTS na otevřeném prostranství je větší, než v případě dosavadních technologií. A stejně tak i prostupnost signálu přes určité možné překážky. Výborně vypadá také latence (odezva), která je mnohem kratší, a také očekávaná vyšší kapacita pro obsluhu sítě (zvládne obsloužit více zařízení).

Velkou roli zde sehraje také Český telekomunikační úřad (ČTÚ), který by mohl rozhodnout o postupu pokrývat nejprve venkov a místa, kde schází dosavadní 3G. Postup tuzemských operátorů je totiž jasný, s dalším výrazným pokrýváním 3G se již nedá počítat, místo toho se čeká na aukci a přidělení pásem pro vybudování nové LTE sítě. A pokud by operátoři začali pokrývat velká města, je opět docela velká šance, že u nich s pokrýváním zůstane a na venkov se opět nedostane. Pak by bylo sice 50% populace, která má na výběr z technologií 3G a LTE, ovšem druhá polovina obyvatelstva by mohla surfovat leda tak na staříčkém GSM (GPRS či EDGE) (čerpáno z [12]).

Já osobně věřím, že tuzemští operátoři budou moudří a dohodnou se na smysluplném sdílení sítí a podělí se tak o náklady na vybudování kvalitní LTE sítě. Poté by se konečně Česká republika mohla dotáhnout kvalitou sítě a mobilního připojení na ostatní státy Evropské unie.

3.4.1 Mobilní operátoři v ČR

V současné době máme v České republice čtyři operátory. První z nich byl Eurotel, který se v roce 2006 sloučil s Českým Telecomem a přejmenoval se tak na Telefónica O2. Druhým mobilním operátorem v ČR je společnost T-Mobile. Třetím operátorem v ČR je Vodafone a posledním je U:fon. Kdybychom chtěli první tři nejsilnější operátory porovnat, zjistíme, že to není tak jednoduché. Jejich služby jsou hodně podobné a cenová politika taktéž. Pokud se některý z těchto operátorů odhodlá k razantnějšímu kroku a například rozšíří počet volných minut do zahraničí, nebo zvýší objem dat Internetu v mobilu, zbylí dva operátoři ho svojí nabídkou rychle dorovnájí, aby byly opět v podstatě identické. Příkladem byl krok O2, kdy výrazně zlevnil tarif neomezeného volání a sms do všech sítí. Ostatní tarify na to zareagovaly téměř okamžitě a už druhý, třetí den, měli tento tarif za podobnou cenu také v nabídce. V další kapitole, která bude následovat po virtuálních operátorech, si ukážeme, jak je to s pokrytím technologií od těchto tří nejpoužívanějších mobilních operátorů v ČR.

Nejmladší mobilní operátor U:fon provozuje dvě sítě třetí generace. Síť CDMA 1xRTT (jedna z nejstarších 3G technologií vůbec) používá pro hlasové hovory a datové přenosy s

maximální rychlostí 153 kb/s. Jak je patrné, této rychlosti se vyrovnává i EDGE. Proto má U:fon ještě jednu ryze datovou síť, a to na stejné technologii i podobné frekvenci jako O2 – CDMA 1xEV-DO. Konkrétně se jedná o frekvenční pásmo 410 – 430 MHz. Zde tedy platí totéž jako u O2. Operátor potřebuje méně základnových stanic pro pokrytí velkého území. Na stranu druhou pak jeden sektor obsáhne více uživatelů, mezi které se už tak vysoce nadsazená teoretická přenosová rychlost rozdělí. Operátor také disponuje jen a pouze touto technologií. U konkurence se v případě opuštění území pokrytého 3G sítí připojíte alespoň přes GPRS či EDGE, U:fon však žádnou jinou síť nedisponuje (čerpáno z [13]).

3.4.2 Virtuální operátoři v ČR

V dnešní době se doslova roztrhl pytel s mobilními virtuálními operátory, kteří začínají šlapat na paty velkým mobilním operátorům, jako je Vodafone, O2 nebo T-Mobile. V mnohých případech se virtuální operátoři zaměřují jak na klientelu, která nevyžaduje desítky volných minut měsíčně, tak na ty, jež potřebují být stále mobilní.

Definice výrazu virtuální operátor je poměrně jednoduchá. Jde ve své podstatě o subjekt, který není plnohodnotným operátorem a pouze využívá síť jednoho z velké trojky operátorů, kterou si pronajímá. Virtuální operátor disponuje povolením od ČTÚ a v rámci dané sítě poskytuje své zákaznické služby.

To je realizováno na takové úrovni, že Vám virtuální operátor nabídne své vlastní SIM karty, zajišťuje pravidelné vyúčtování a náležitou technickou podporu.

Výše uvedená definice se týká pravého virtuálního operátora. Je však třeba zmínit, že setkat se můžete i se subjekty, jež se sice označují jako virtuální operátor, ve skutečnosti jimi ale nejsou. Jde především o nabídky služeb, jež vznikají pro omezenou skupinu lidí a smluvní vztah je zaštitěn některým z velikých, výše uvedených operátorů. V takovém případě jde o předprodávání služeb, nikoli o plnohodnotného virtuálního operátora.

Ti ve skutečnosti začali vznikat až na počátku roku 2013. Jejich vstup na trh, odstartoval virtuální operátor BLESK mobil, kterého následovali další. V současnosti je již na trhu několik mobilních virtuálních operátorů, kteří se odlišují hlavně svými nabízenými službami a cenami. V současné době je v ČR už přes 50 virtuálních operátorů (zpracováno podle [14]).

Výhody: Mezi nesporné výhody virtuálních mobilních operátorů, respektive jejich nabídek, patří určitě nižší cena za poskytované služby, než kterou Vám předkládají velcí operátoři. Domůžete se tak malých nákladů za volání, SMS zprávy nebo data. Mnohdy jde také o zajímavější způsob tarifkace, která vám může ušetřit poměrně značné množství finančních nákladů. Setkat se můžete jak s nabídkami ve formě „předplacených“ (nutné pravidelné dobíjení kreditu), tak běžných tarifů. A právě zde lze narazit na další klad související s virtuálními operátory. Je to přehlednost a jednoduchost předkládaných služeb. Často máte na výběr jeden, dva, nebo až tři tarify, jejichž podoba je více než zřejmá. Mezi nesporné výhody lze označit i nadstandardní služby v podobě datového tarifu v ceně

kreditu, tedy zcela zdarma. Někteří virtuální operátoři zase nabízejí slevy na konkrétní zboží nebo služby.

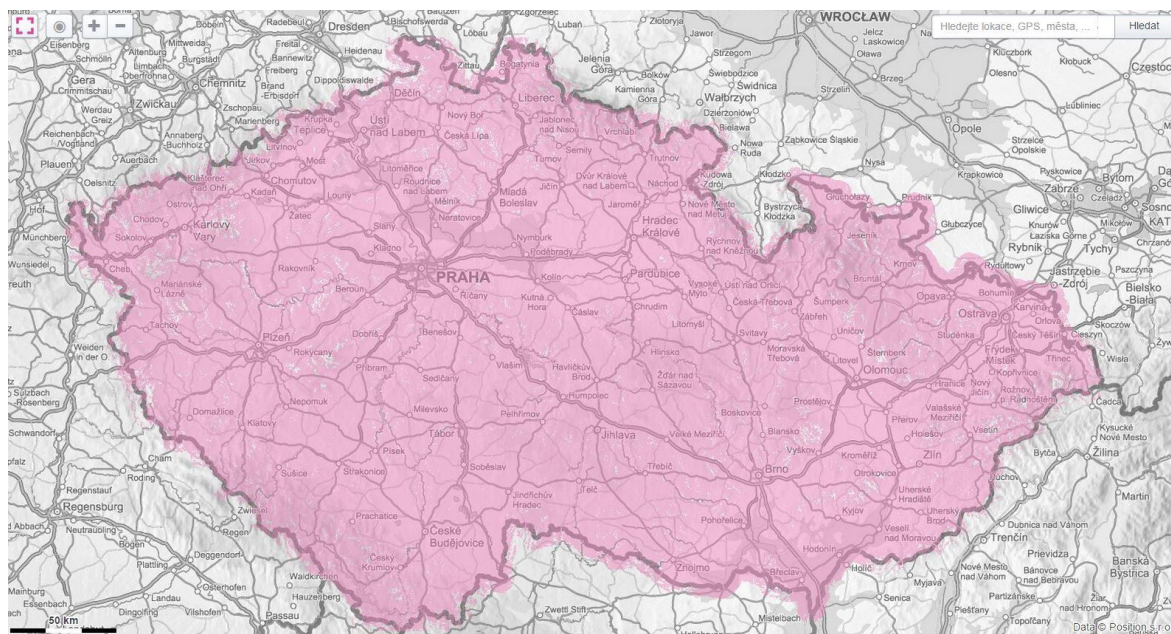
Nevýhody: Výčet uvedených kladů je samozřejmě doprovázen určitými negativy, které mobilní virtuální operátoři pouze těžko odstraňují. Nízké ceny za volání a SMS jsou vykoupeny poměrně omezenými možnostmi jakéhokoli nastavení služeb nebo volby speciálních a nadstandardních balíčků. Mnohdy se musíte spokojit s placenou infolinkou, která samozřejmě není na takové úrovni, jako u tří hlavních operátorů. Vyřizování některých požadavků tak může být trochu zdlouhavější.

3.4.3 Mapa pokrytí pro jednotlivé technologie mobilního Internetu v ČR

Abychom se mohli připojit k Internetu kdekoliv v prostoru a tím pádem byli mobilní, musíme využít některou technologii, kterou nám mobilní operátoři nabízejí. Nyní se na tyto technologie podíváme a uvidíme, jakým pokrytím disponují⁴.

GPRS a EDGE

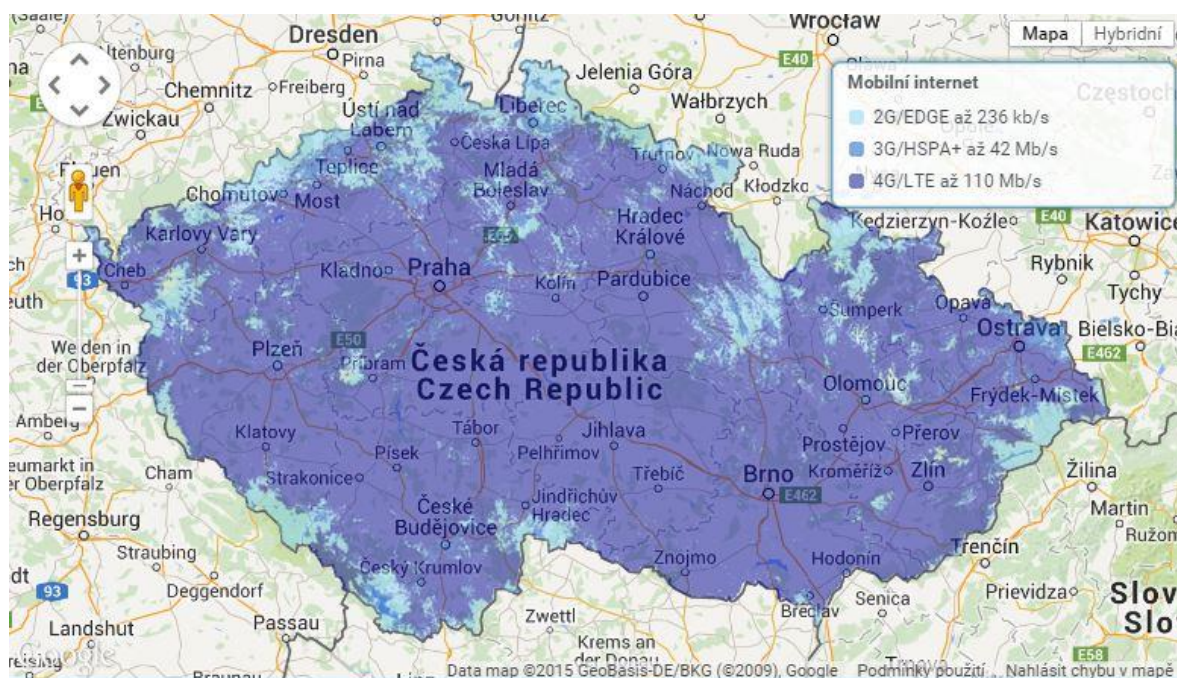
Tyto technologie nabízejí všichni tři operátoři, konkrétně Telefónica O2, T-Mobile a Vodafone. Rozsah pokrytí touto technologií je celkem dobrý, avšak rychlosti, které tyto technologie dosahují, nejsou příliš závratné. V současné době je toto připojení už “zastaralé” a pro mnohé již nedostačující, co se týče rychlosti přenosu dat. Míra pokrytí touto technologií dosahuje zhruba u všech tří operátorů okolo 98%.



Obrázek 10 - Míra pokrytí technologií GPRS a EDGE operátora T-Mobile

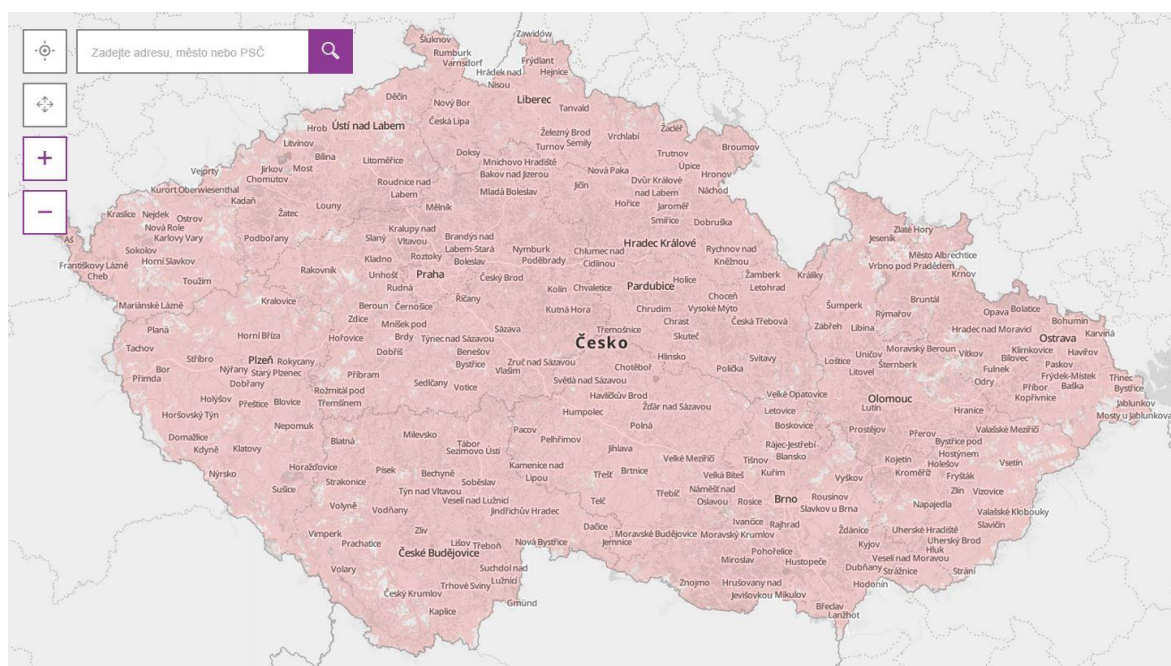
Zdroj: www.t-mobile.cz

⁴ Aktualizace map pokrytí je z dubna 2015



Obrázek 11 - Míra pokrytí technologií GPRS operátora Telefónica O2 – odstíny modré

Zdroj: www.o2.c



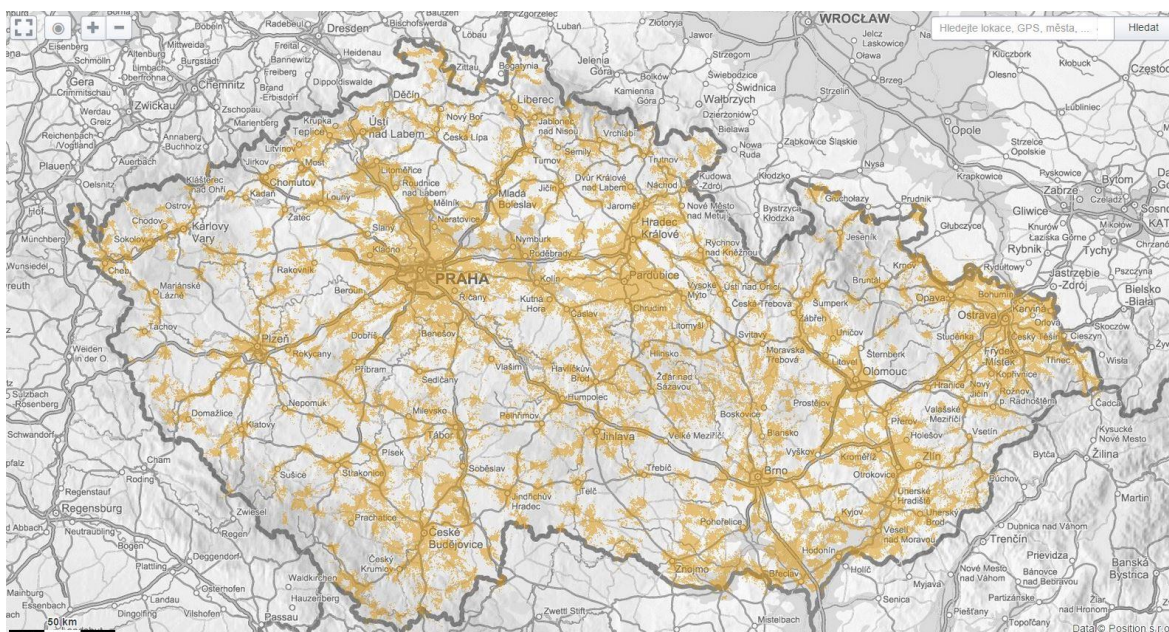
Obrázek 12 - Míra pokrytí technologií GPRS operátora Vodafone – odstíny zelené

Zdroj: www.vodafone.cz

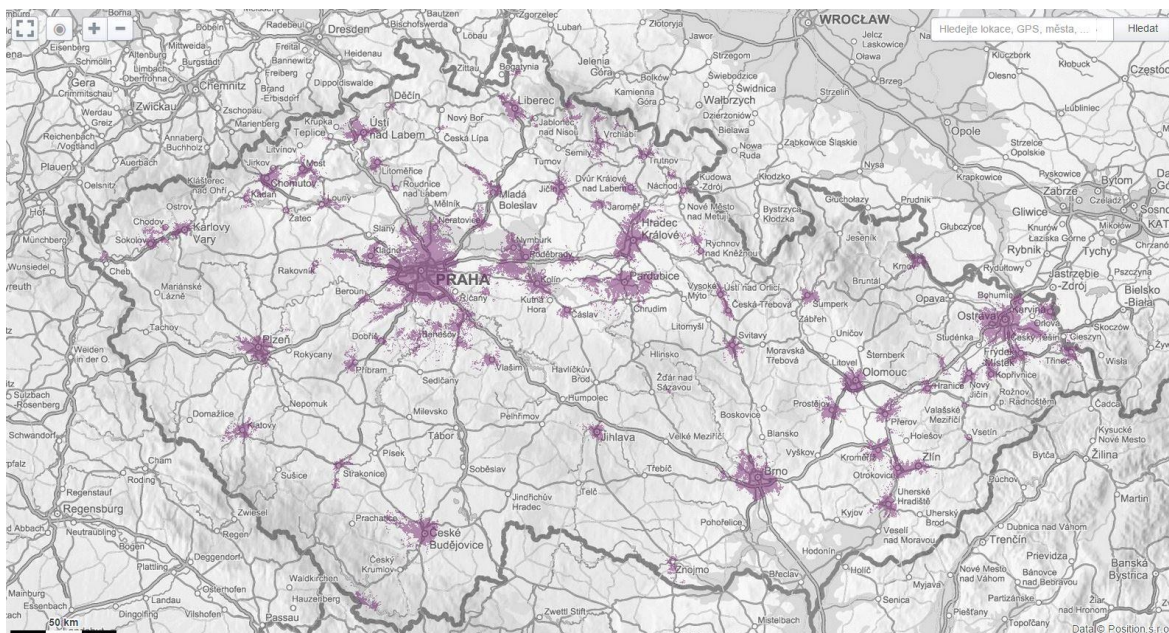
HSPA+

Tuto technologii také nabízejí všichni tři operátoři. Od GPRS a EDGE je však výrazně rychlejší, tudíž pro uživatele mnohem zajímavější. Rychlost se pohybuje až 42 Mb/s

v případě HSPA+42. V případě HSPA+ je rychlost poloviční, tedy 21 Mb/s. Je zde však nevýhoda, že pokrytí touto technologií je celkem slabé (spíše větší města).



Obrázek 13 - Míra pokrytí technologií HSPA+ 21 Mb/s operátora T-Mobile



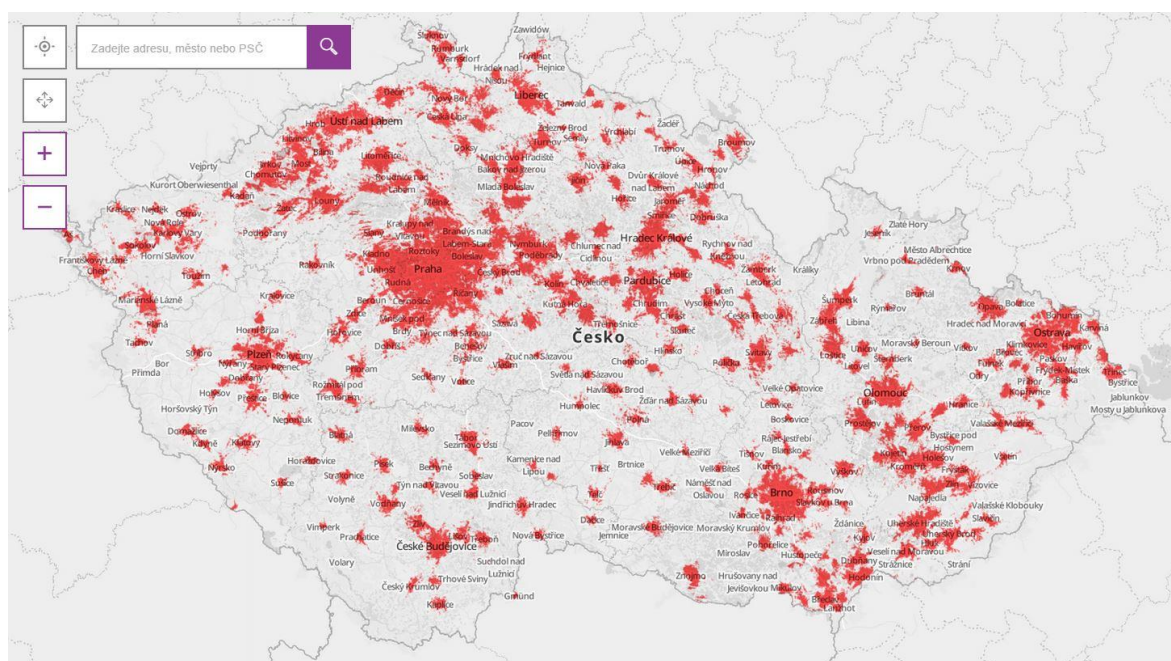
Obrázek 14 - Míra pokrytí technologií HSPA+42 42 Mb/s operátora T-Mobile

Zdroj: www.t-mobile.cz

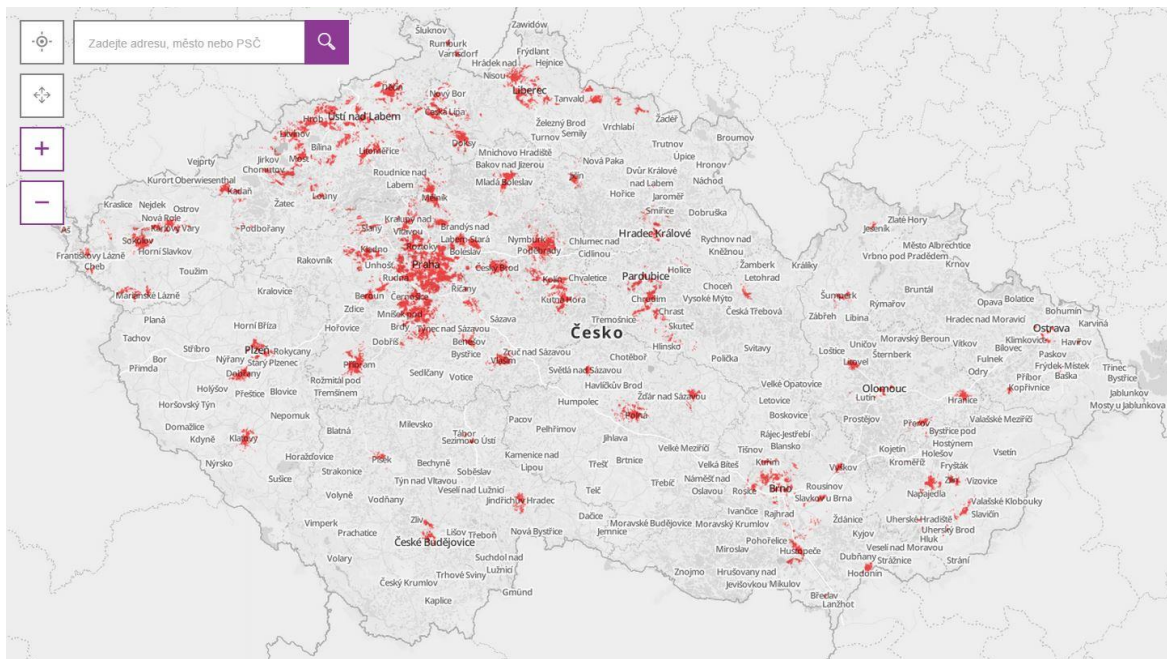


Obrázek 15 - Míra pokrytí technologií HSPA+ operátora Telefónica O2 – světle modrá barva

Zdroj: www.o2.cz



Obrázek 16 - Míra pokrytí technologií HSPA+ 21,6 Mb/s operátora Vodafone

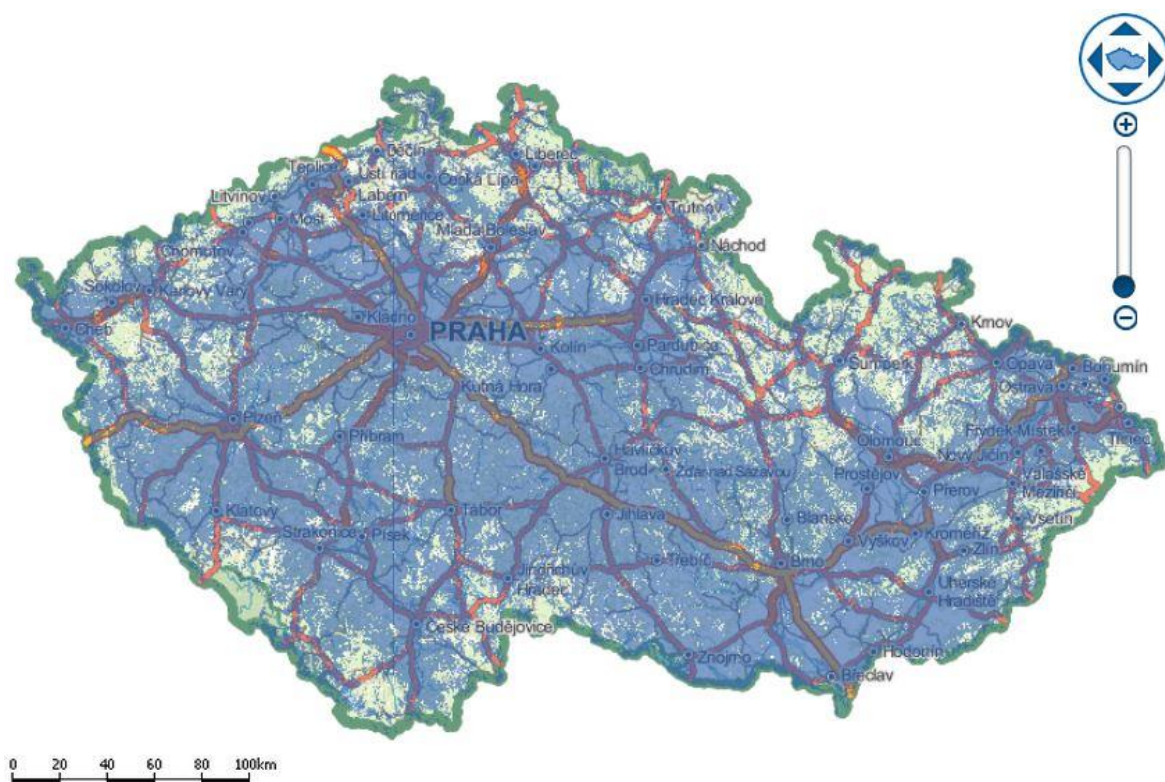


Obrázek 17 - Míra pokrytí technologií HSPA+ 43,2 Mb/s operátora Vodafone

Zdroj: www.vodafone.cz

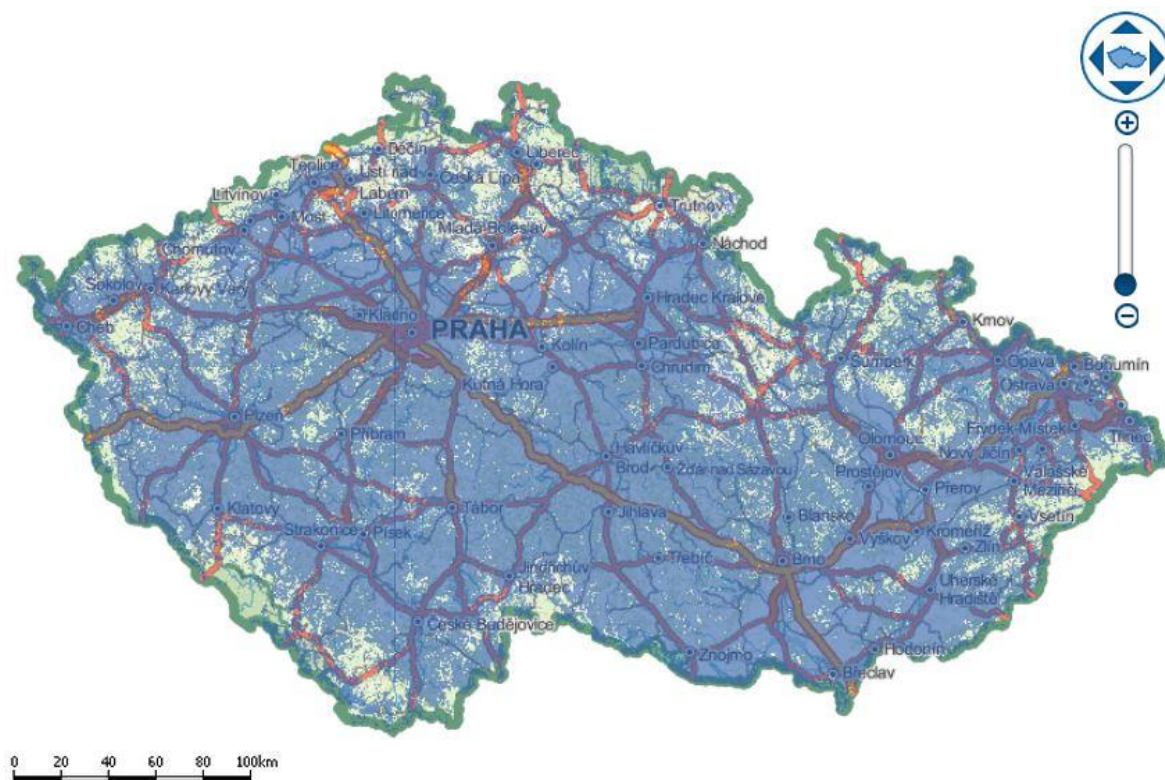
LTE

Tuto technologii také nabízejí všichni tři operátoři. V dnešní době je to špička, co se týče přenosové rychlosti. Přenosová rychlost této technologie dosahuje až 150 Mb/s. Nejlepší pokrytí nabízí Telefonica O2 a T-Mobile. Operátor Vodafone má takřka o 20% horší pokrytí než předešlé dva.



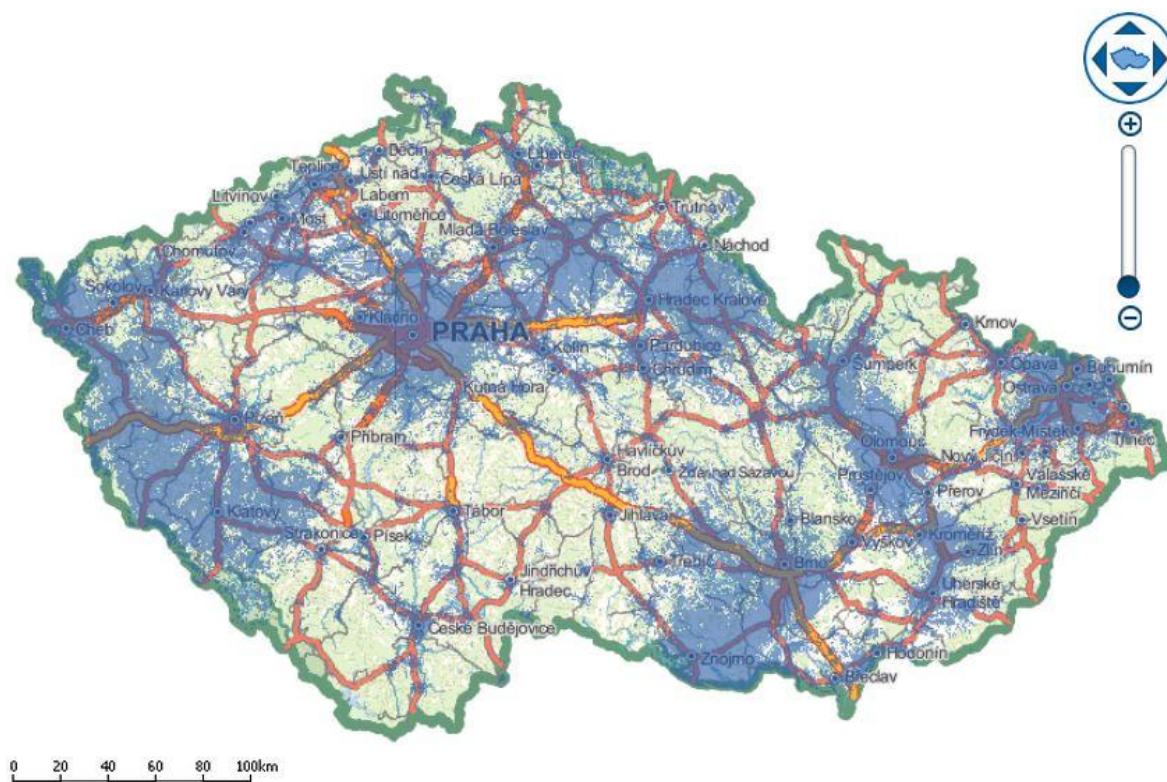
Obrázek 18 - Mapa pokrytí technologií LTE u operátora T-Mobile

Zdroj: <http://lte.ctu.cz/rk/>



Obrázek 19 - Mapa pokrytí technologií LTE u operátora Telefónica O2

Zdroj: <http://lte.ctu.cz/rk/>



Obrázek 20 - Mapa pokrytí technologií LTE u operátora Vodafone

Zdroj: <http://lte.ctu.cz/rk/>

V následující tabulce bude zobrazeno procentuální pokrytí technologií LTE v okresech České republiky pro operátory T-Mobile, Telefónica O2 a Vodafone. Data jsou převzata z Českého telekomunikačního úřadu. Aktualizace údajů proběhla 1. 4. 2015.

Pokrytí technologií LTE pro T-Mobile v jednotlivých okresech:

Tabulka 4 - Pokrytí technologií LTE pro T-Mobile

Území	Počet obyvatel	Pokrytí
Benešov	94 583	97,2%
Beroun	84 850	94,3%
Blansko	106 026	94,8%
Brno - město	379 140	99,5%
Brno - venkov	203 963	92,2%
Bruntál	95 889	76,6%
Břeclav	114 401	96,4%
Česká Lípa	102 934	89,3%
České Budějovice	186 288	95,9%
Český Krumlov	61 147	82,1%
Děčín	132 248	80,7%
Domažlice	60 363	96,8%
Frýdek Místek	210 699	94,5%

Havlíčkův Brod	94 869	98,1%
Hodonín	156 324	97,0%
Hradec Králové	161 637	93,9%
Cheb	92 304	92,3%
Chomutov	125 276	92,0%
Chrudim	103 787	96,8%
Jablonec nad Nisou	89 465	77,4%
Jeseník	40 584	59,5%
Jičín	79 463	94,3%
Jihlava	111 915	99,0%
Jindřichův Hradec	92 376	82,9%
Karlovy Vary	118 231	90,0%
Karviná	264 361	97,5%
Kladno	158 152	98,5%
Klatovy	87 323	82,5%
Kolín	95 778	95,4%
Kroměříž	107 336	97,0%
Kutná Hora	73 836	97,9%
Liberec	169 663	83,1%
Litoměřice	118 184	88,6%
Louny	86 139	96,8%
Mělník	103 620	96,6%
Mladá Boleslav	122 725	87,4%
Most	114 425	96,9%
Náchod	111 951	80,3%
Nový Jičín	152 025	96,5%
Nymburk	93 403	95,8%
Olomouc	230 732	95,2%
Opava	176 695	91,6%
Ostrava - město	329 820	99,0%
Pardubice	166 985	99,2%
Pelhřimov	72 369	97,6%
Písek	70 384	97,2%
Plzeň - jih	61 630	98,4%
Plzeň - město	184 561	99,3%
Plzeň - sever	74 770	90,3%
Praha	1 228 276	100,0%
Praha - východ	147 012	96,4%
Praha - západ	121 414	96,1%
Prachatice	51 036	89,8%
Prostějov	109 188	96,0%
Přerov	132 713	97,1%
Příbram	112 660	96,0%
Rakovník	55 220	94,8%
Rokycany	46 774	97,6%
Rychnov nad Kněžnou	78 542	78,5%
Semily	74 556	73,7%

Sokolov	91 315	90,3%
Strakonice	70 587	96,0%
Svitavy	104 785	81,0%
Šumperk	123 389	80,9%
Tábor	101 554	93,9%
Tachov	53 014	89,7%
Teplice	128 066	97,6%
Trutnov	119 499	79,6%
Třebíč	113 268	95,3%
Uherské Hradiště	143 191	95,0%
Ústí nad Labem	120 459	91,7%
Ústí nad Orlicí	138 361	77,4%
Vsetín	144 397	82,6%
Vyškov	88 770	96,7%
Zlín	192 279	93,3%
Znojmo	112 531	96,4%
Žďár nad Sázavou	118 440	94,9%
Česká republika	10 446 925	93,5%

Pokrytí technologií LTE pro Telefonica O2 v jednotlivých okresech:

Tabulka 5 - Pokrytí technologií LTE pro Telefonica O2

Území	Počet obyvatel	Pokrytí
Benešov	94 583	98,7%
Beroun	84 850	94,8%
Blansko	106 026	96,7%
Brno - město	379 140	99,9%
Brno - venkov	203 963	96,8%
Bruntál	95 889	88,8%
Břeclav	114 401	94,8%
Česká Lípa	102934	89,1%
České Budějovice	186 288	98,4%
Český Krumlov	61 147	86,8%
Děčín	132 248	75,8%
Domažlice	60 363	95,5%
Frýdek Místek	210 699	95,5%
Havlíčkův Brod	94 869	99,1%
Hodonín	156 324	97,2%
Hradec Králové	161 637	98,6%
Cheb	92 304	93,5%
Chomutov	125 276	94,0%
Chrudim	103 787	98,1%
Jablonec nad Nisou	89 465	74,8%
Jeseník	40 584	75,0%
Jičín	79 463	95,4%
Jihlava	111 915	99,3%

Jindřichův Hradec	92 376	86,6%
Karlovy Vary	118 231	89,3%
Karviná	264 361	98,3%
Kladno	158 152	99,0%
Klatovy	87 323	83,7%
Kolín	95 778	92,9%
Kroměříž	107 336	97,2%
Kutná Hora	73 836	98,3%
Liberec	169 663	86,6%
Litoměřice	118 184	87,5%
Louny	86 139	93,8%
Mělník	103 620	95,6%
Mladá Boleslav	122 725	82,3%
Most	114 425	95,3%
Náchod	111 951	82,8%
Nový Jičín	152 025	96,9%
Nymburk	93 403	89,9%
Olomouc	230 732	96,9%
Opava	176 695	95,7%
Ostrava - město	329 820	99,4%
Pardubice	166 985	99,8%
Pelhřimov	72 369	99,7%
Písek	70 384	96,9%
Plzeň - jih	61 630	98,6%
Plzeň - město	184 561	99,8%
Plzeň - sever	74 770	91,4%
Praha	1 228 276	100,0%
Praha - východ	147 012	96,5%
Praha - západ	121 414	97,5%
Prachatice	51 036	89,6%
Prostějov	109 188	96,4%
Přerov	132 713	96,5%
Příbram	112 660	97,1%
Rakovník	55 220	95,5%
Rokycany	46 774	98,1%
Rychnov nad Kněžnou	78 542	92,9%
Semily	74 556	71,3%
Sokolov	91 315	92,7%
Strakonice	70 587	98,6%
Svitavy	104 785	75,3%
Šumperk	123 389	89,6%
Tábor	101 554	98,3%
Tachov	53 014	90,9%
Teplice	128 066	94,5%
Trutnov	119 499	73,3%
Třebíč	113 268	98,6%
Uherské Hradiště	143 191	95,8%

Ústí nad Labem	120 459	92,3%
Ústí nad Orlicí	138 361	76,0%
Vsetín	144 397	86,0%
Vyškov	88 770	99,2%
Zlín	192 279	94,1%
Znojmo	112 531	97,7%
Žďár nad Sázavou	118 440	97,4%
Česká republika	10 446 925	94,4%

Pokrytí technologií LTE pro Vodafone v jednotlivých okresech:

Tabulka 6 - Pokrytí technologií LTE pro Vodafone

Území	Počet obyvatel	Pokrytí
Benešov	94 583	56,3%
Beroun	84 850	62,3%
Blansko	106 026	51,2%
Brno - město	379 140	99,7%
Brno - venkov	203 963	85,5%
Bruntál	95 889	52,1%
Břeclav	114 401	64,2%
Česká Lípa	102934	69,0%
České Budějovice	186 288	70,9%
Český Krumlov	61 147	40,2%
Děčín	132 248	69,1%
Domažlice	60 363	97,2%
Frydek Místek	210 699	70,5%
Havlíčkův Brod	94 869	50,1%
Hodonín	156 324	49,5%
Hradec Králové	161 637	86,8%
Cheb	92 304	98,7%
Chomutov	125 276	85,7%
Chrudim	103 787	59,3%
Jablonec nad Nisou	89 465	74,1%
Jeseník	40 584	32,3%
Jičín	79 463	96,2%
Jihlava	111 915	56,0%
Jindřichův Hradec	92 376	39,7%
Karlovy Vary	118 231	88,0%
Karviná	264 361	97,1%
Kladno	158 152	74,6%
Klatovy	87 323	90,1%
Kolín	95 778	72,3%
Kroměříž	107 336	71,4%
Kutná Hora	73 836	67,2%
Liberec	169 663	76,7%
Litoměřice	118 184	70,5%

Louny	86 139	73,1%
Mělník	103 620	88,9%
Mladá Boleslav	122 725	80,2%
Most	114 425	93,3%
Náchod	111 951	75,8%
Nový Jičín	152 025	75,2%
Nymburk	93 403	87,5%
Olomouc	230 732	94,0%
Opava	176 695	73,4%
Ostrava - město	329 820	99,6%
Pardubice	166 985	80,1%
Pelhřimov	72 369	37,6%
Písek	70 384	60,7%
Plzeň - jih	61 630	80,6%
Plzeň - město	184 561	95,0%
Plzeň - sever	74 770	56,5%
Praha	1 228 276	99,9%
Praha - východ	147 012	95,7%
Praha - západ	121 414	97,2%
Prachatice	51 036	34,8%
Prostějov	109 188	68,4%
Přerov	132 713	72,2%
Příbram	112 660	54,6%
Rakovník	55 220	32,7%
Rokycany	46 774	41,3%
Rychnov nad Kněžnou	78 542	98,0%
Semily	74 556	67,1%
Sokolov	91 315	82,2%
Strakonice	70 587	56,5%
Svitavy	104 785	59,3%
Šumperk	123 389	88,6%
Tábor	101 554	64,2%
Tachov	53 014	95,6%
Teplice	128 066	92,4%
Trutnov	119 499	64,2%
Třebíč	113 268	63,2%
Uherské Hradiště	143 191	69,8%
Ústí nad Labem	120 459	89,9%
Ústí nad Orlicí	138 361	68,9%
Vsetín	144 397	47,1%
Vyškov	88 770	67,2%
Zlín	192 279	73,3%
Znojmo	112 531	90,0%
Žďár nad Sázavou	118 440	58,4%
Česká republika	10 446 925	78,6%

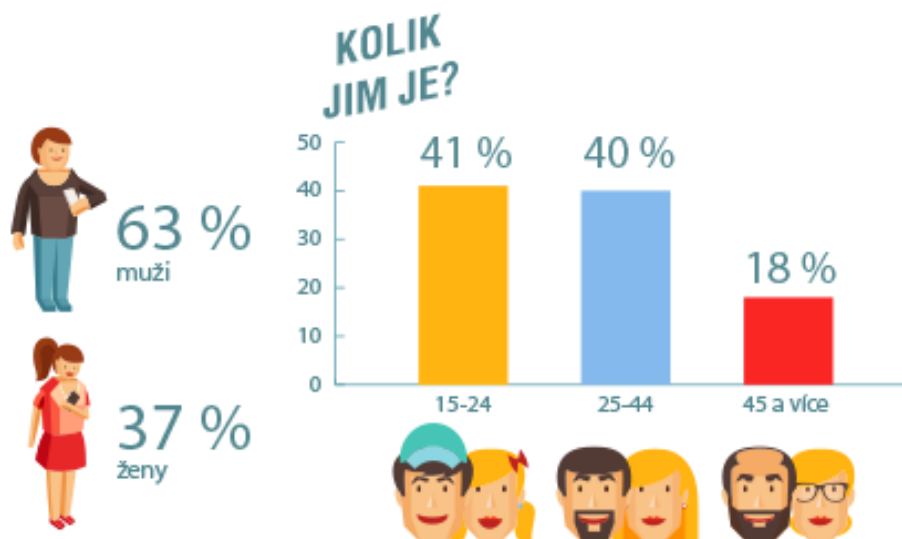
3.5 Využití mobilního Internetu

V následující kapitole bych rád popsal, jaké možné využití má mobilní Internet obecně a ve firmách. Dále bych chtěl poukázat na to, že mobilní Internet v dnešní době není žádnou drastickou investicí, ba naopak.

3.5.1 Nástup chytrých zařízení

Doba pokročila a mobilní telefon už není jen velká těžká krabička s malým displejem, ze které se mohly pouze uskutečňovat hlasové hovory a bylo možno zasílat krátké textové zprávy sms. Dnešní technika a technologie pokročily sedmimílovými kroky vpřed. Před pěti lety měli 3 lidé z 10 smartphone, dnes je to 9 lidí z 10. Další věc, kterou si musíme uvědomit je, že mobilní Internet není jen výsadou tzv. chytrých telefonů, ale i tabletů, notebooků, netbooků, či například i chytrých hodinek zvaných SmartWatch. Všechna tato zařízení samozřejmě mohou pracovat v tzv. režimu off-line, avšak s připojením k Internetu získáme maximální potenciál, který nám tato zařízení dokáží nabídnout.

V České republice využívá pravidelně Internet zhruba 7,5 milionů lidí. Kolik z nich však surfuje pomocí mobilního telefonu, není tak jednoznačné. Co je ale nezpochybnitelné, je to, že v ČR bylo v druhé polovině roku 2013 internetově aktivních 3,3 milionů sim karet. Dnes toto číslo bude daleko za hranicí 4 milionů. Dalším statistickým údajem je, kolik procent lidí má ve svém smartphonu mobilní Internet. Statistika udává, že 85% lidí využívá díky svému tarifu mobilní Internet a 15% lidí vlastníci smartphone využívá veřejné Wi-Fi sítě. Na základě této statistiky jsem provedl svoji vlastní a výsledky průzkumu jsou zobrazeny v příloze č. 1.



Obrázek 21 - Mobilní návštěvníci Internetu

Zdroj: <https://vyzkumnik.seznam.cz/zpravodaj/mobilni-chytra-populace-jste-hracicka-praktik-nebo-zavislak>

3.5.2 Obecné využití mobilního Internetu

Lidé, kteří využívají mobilní Internet, by se dali zařadit do několika skupin. Tyto skupiny nám zároveň ukáží, jak lze využít mobilní Internet v praxi, jak to využívá dnešní populace.

První takovou skupinou jsou například „hračkové“. To jsou lidé, kteří svůj chytrý telefon využívají zejména ke stahování a hraní her, samozřejmě i občas k práci. Tito lidé mají rádi techniku a s ní i svůj smartphone. Neustále nalézají nové aplikace, stahují, mažou, hledají lepší, je to takový nekonečný příběh. Další skupinou by mohly být „praktici“. Ti využívají jen takové aplikace a prohlíží takové stránky, které jim slouží k pohodlnějšímu životu. Například aplikace na jízdní řády, zprávy, počasí, hledají různé informace na webu, čtou si emaily. Další skupinou jsou lidé „závislí“ na sociálních sítích. Tito lidé jsou neustále připojeni na jednu, nebo i více společenských sítích. Neustále s někým komunikují přes různé messengery, sdílí svoje pocity, fotografie, videa.

Shrnutí využití mobilní Internetu

Práce, komunikace, zábava, sociální sítě, zdroj informací, ovládání systémů na dálku, email, GPS navigace.

3.6 Využití mobilního Internetu k podnikání a v neziskovém sektoru

Majitelé a ředitelé některých firem stále ještě váhají, zda má pro jejich firmu smysl využívat mobilní internetové technologie a služby. V každém případě má - důkladné využití těchto služeb přináší významnou konkurenční výhodu. Způsobů využití Internetu je celá řada, a čím lépe a účinněji se využívají, tím větší přínos mají pro firmu. Dnešní Internet je již dostatečně rychlý a dokáže přenášet obrovská množství dat za relativně krátkou dobu a to samozřejmě i ten mobilní Internet. Dalším kladným argumentem je cena tohoto připojení. Tím se budu zabývat v následující kapitole.

Mobilní internetové připojení má především smysl, pokud daný pracovník není ve své kanceláři, nebo není na svém stanovišti, tedy je někde v terénu. Dále je takové připojení vhodné, při výpadku hlavního internetového připojení.

Mobilního internetového připojení ve firmách budou asi nejvíce využívat manažeři, kteří jsou většinu času na cestách a na různých jednáních, prostě mimo svou kancelář. Výhody tohoto připojení pro ně jsou především v tom, že mohou okamžitě reagovat na příchozí emaily a tím mohou vyřizovat komunikaci de facto online.

Další skupinou, která bude využívat mobilní Internet, jsou opraváři různých technicky náročných strojů. Například CNC stroje. Pro takového technika, je mobilní Internet velice důležitým pomocníkem, když už si neví rady. Je jasné a i ekonomicky výhodné, když technik opraví stroj na místě, než kdyby musel s problémem zpět na firmu a tam hledal potřebnou dokumentaci a potřebné informace. S tím také souvisí termín vnitropodniková komunikace. Pomocí níž, se lze dostat k informačním zdrojům v podniku. V našem případě to může být elektrické schéma zapojení obvodu. Ceník náhradních dílů na CNC stroj a jiné informace, kterými disponuje daný podnik.

Další skupinou, která využívá mobilní internetové připojení, budou novináři. To jsou skoro v polovině případů pracovníci, kteří pracují v terénu a ke své práci potřebují neustále aktuální zdroj informací. Nashromážděné informace spolu s multimediálním obsahem, pak

mohou hned poslat do redakce, kde se dále zpracovávají a tím je celý proces výrazně urychlen.

V neziskovém sektoru využívají mobilní Internet například jednotky IZS. Příkladem může být Policie ČR. Podle příjmení, jména, čísla občanského průkazu mohou nahlídnout do databáze osob. Jedná o speciální notebooky nainstalované ve vozech Policie ČR, které disponují trvalým mobilním připojením.

3.6.1 Výběr vhodného tarifu

Každý, kdo takovouto službu bude využívat, by si měl nejdříve položit otázku, na co bude mobilní Internet ve firmě využívat nejvíce. Pokud uživatel bude jednou denně kontrolovat email, tak určitě nebude potřebovat FUP limit 10 GB, který určitě nevyužije. Opakem bude manažer, který například bude na svých cestách využívat i video hovorů se svými kolegy, ten jistě ocení FUP limit minimálně 1 GB a více. Operátoři nabízejí různé tarify, které v sobě mají již zahrnutý mobilní Internet, nebo se dají rozšířit jako samostatná služba. FUP limity se pohybují přibližně od 200 MB u těch nejlevnějších tarifů až po 10 GB v případě všech tří operátorů.

Přehled cen tarifů jednotlivých operátorů pro mobilním Internet⁵

Operátor T-Mobile

Tabulka 7 - Ceny tarifů T-Mobile

Datový limit	150 MB	400 MB	1,5 GB	3 GB	10 GB
Rychlost downloadu	42 Mb/s	42 Mb/s	42 Mb/s	42 Mb/s	225 Mb/s
Rychlost uploadu	5 Mb/s	5 Mb/s	5 Mb/s	5 Mb/s	50 Mb/s
Cena za měsíc	149 Kč	249 Kč	349 Kč	449 Kč	649 Kč

Operátor O2 – Společně s tarifem FREE O2 PLUS

Tabulka 8 - Ceny tarifu FREE O2 PLUS

Datový limit	200 MB	1,5 GB	3 GB	10 GB
Rychlost downloadu	110 Mb/s	110 Mb/s	110 Mb/s	110 Mb/s
Rychlost uploadu	55 Mb/s	55 Mb/s	55 Mb/s	55 Mb/s
Cena za měsíc	499 Kč	651 Kč	853 Kč	1104 Kč

Operátor O2 – Společně s tarifem FREE O2 60

Tabulka 9 - Ceny tarifu FREE O2 PLUS

Datový limit	200 MB	1,5 GB	3 GB	10 GB
Rychlost downloadu	110 Mb/s	110 Mb/s	110 Mb/s	110 Mb/s
Rychlost uploadu	55 Mb/s	55 Mb/s	55 Mb/s	55 Mb/s
Cena za měsíc	501 Kč	652 Kč	754 Kč	1006 Kč

⁵ Všechny ceny jsou uvedeny s DPH a platné k 1.4.2015.
Zdroje: www.t-mobile.cz, www.o2.cz, www.vodafone.cz

Operátor O2 – Společně s tarifem FREE CZ

Tabulka 10 - Ceny tarifu O2 FREE CZ

Datový limit	1,5 GB	3 GB	10 GB
Rychlost downloadu	110 Mb/s	110 Mb/s	110 Mb/s
Rychlost uploadu	55 Mb/s	55 Mb/s	55 Mb/s
Cena za měsíc	749 Kč	951 Kč	1203 Kč

Operátor O2 – Společně s tarifem FREE EU

Tabulka 11 - Ceny tarifu O2 FREE EU

Datový limit	1,5 GB	3 GB	10 GB
Rychlost downloadu	110 Mb/s	110 Mb/s	110 Mb/s
Rychlost uploadu	55 Mb/s	55 Mb/s	55 Mb/s
Cena za měsíc	999 Kč	1201 Kč	1453 Kč

Operátor O2 – Společně s tarifem FREE EU PLUS

Datový limit	3 GB	10 GB
Rychlost downloadu	110 Mb/s	110 Mb/s
Rychlost uploadu	55 Mb/s	55 Mb/s
Cena za měsíc	1499 Kč	1751 Kč

Tabulka 12 - Ceny tarifu O2 FREE EU PLUS

Operátor Vodafone – Společně s tarifem Red LTE

Tabulka 13 - Ceny tarifu O2 Red LTE

Tarif	Red LTE	Red LTE SUPER	Red LTE Premium
Datový limit	1,5 GB	4 GB	10 GB
Rychlost downloadu	neudává	neudává	neudává
Rychlost uploadu	neudává	neudává	neudává
Cena za měsíc	749 Kč	1201 Kč	1499 Kč

Z následujících tabulek si každý může vybrat takový tarif, který se mu vyplatí a využije ho na maximum. Cena začíná na 149 Kč, konkrétně u operátora T-Mobile. Jedná se však pouze o datový tarif, který v sobě nemá volání, sms a ani mms. Po detailním prostudování tarifů našich tří operátorů zjistíme, že rozdíly v poskytovaných tarifech a jejich cenách, jsou téměř všechny stejné.

3.6.2 Využití mobilního Internet ve zvolené firmě – Global Expert, s.r.o.

V této kapitole bude popsáno využití mobilního Internetu ve zvoleném podniku. Podnik, který byl vybrán je společnost Global Expert, s.r.o. Global Expert, s. r. o. vznikla dne 1. 4. 2005 zápisem do Obchodního rejstříku jako dceřiná společnost Kooperativy pojišťovny, a. s., VIG. Předmětem jejich podnikatelské činnosti je činnost samostatného likvidátora pojistných událostí podle zákona č. 38/2004 Sb. o pojišťovacích zprostředkovatelích a samostatných likvidátorech pojistných událostí a o změně živnostenského zákona. Společnost Global Expert, s.r.o. je součástí mezinárodního koncernu Vienna Insurance

Group. Partnerskými pojišťovnami jsou Kooperativa pojišťovna a.s. a Česká podnikatelská pojišťovna a.s. (čerpáno z [15]).

Činnosti Global Expert, s.r.o.:

- Prohlídky poškozených vozidel a movitého a nemovitého majetku kdekoli v rámci České republiky.
- Fotodokumentace poškození na motorových vozidlech a movitém a nemovitém majetku v rozsahu potřebném k posouzení škody.
- Výpočet obecné ceny vozidla.
- Výpočet nákladů na opravu vozidla.
- Výpočet ceny zbytků u totálních škod.
- Výpočet skutečné škody na vozidle a movitém a nemovitém majetku.
- Spolupráce se smluvními servisy.
- Prohlídka motorového vozidla před vstupem do pojištění.
- Zajištění internetové burzy vraků.

Nyní bude popsáno, jak firma využívá mobilní Internet na konkrétních příkladech. Touto cestou bych také rád poděkoval Ing. Martinu Říhovi, stacionárnímu technikovi ve zvolené firmě, který mně poskytl potřebné informace obsažené v této části diplomové práce.

Celý proces začíná tím, že dojde ke škodné události například na voze. Může to být dopravní nehoda, nebo poškození vlivem povětrnostních a klimatických podmínek. Poškozený zavolá na pojišťovnu, v našem případě musí být pojištěný u Kooperativa a.s., nebo u České podnikatelské pojišťovny a.s., kde operátorovi na call centru nahlásí, co se stalo. Operátor ho vyzpovídá a zjistí potřebné informace. Z nich vytvoří zakázku, která je odeslána do systému firmy Global Expert, s.r.o., externí firma zajišťující prohlídky poškozených vozů. Do dvou hodin od nahlášení škodné události, by se měl ozvat technik a kontaktovat poškozeného, s kterým by si měl domluvit čas a místo prohlídky vozu. Po domluvě přijede technik na místo. Jeho důležitou pracovní technikou je tablet, nebo netbook. Obě dvě zařízení disponují sloty na kartu SIM, pomocí níž má technik k dispozici mobilní Internet, bez kterého se v danou chvíli neobejde. Technik poškození zdokumentuje, vůz nafotí a pak podle VIN kódu vůz tzv. rozkóduje ve výpočetním softwaru AudaTex, kde se mu graficky zobrazí jednotlivé díly vozu. Vše je přehledně graficky znázorněno. On pak už jen kliká na jednotlivé díly, které jsou poškozeny, nebo jsou nutné k demontování. Toto je vše provázané s normami výrobce a ihned to počítá, jak dlouho bude například lakován nárazník a i poté namontován. Software samozřejmě spočítá i přibližnou cenu opravy vozidla. Pokud byl před tím nárazník bourán, což technik zjistí na místě online připojením do databáze, kde je zobrazena veškerá historie vozu, která je provázána s ostatními pojišťovnami. Pokud byla škoda likvidována formou rozpočtu a předešlé poškození na vozidle je stále, tím pádem majitel si peníze mohl nechat a opravu neprovedl. Na tomto díle mu nebude nic hrazeno, pokud nedokáže, že díl byl vyměněn. Zjištění této historie vozu, je pro technika velice důležité. Tím že to rozpozná hned na místě, se touto skutečností může okamžitě zabývat a přizpůsobit se tomu. Kdyby neměl

mobilní internetové připojení, tak by to zjistil až zpětně a musel by tuto zakázku znovu prověřit, případně jet znovu na prohlídku vozu. Taková to situace by vedla ke ztrátě času. Místo toho by technik mohl řešit už další prohlídku automobilu někde v terénu.

Z uvedeného praktického příkladu použití Internetu lze usoudit několik závěrů. Především jde o urychlení práce a její zefektivnění, šetří to čas a tím i peníze. Technik nemusí jet vícekrát na prohlídku, než je nutno. V dnešní době jde v této oblasti hlavně o rychlost. Je potřeba si uvědomit kolik, se za den stane škodných událostí. Další výhodou je klientský přístup. Poškozenému hned na místě technik vypočítá předpokládanou částku k proplacení, pokud není další prohlídka. Některé závady se ukáží až po rozebrání části vozidla v servisu.

Výpočet ušetřených nákladů:

Z následujícího textu se dá provést jednoduchý výpočet, který ukáže přibližně ušetřené náklady s využitím mobilního Internetu.

Technik nahlédne do historie vozu až v kanceláři. Zjistí problém a musí jet znovu na prohlídku vozu. Cesta na místo a zpět zabere v průměru hodinu času. Nová prohlídka bude trvat opět hodinu. Tím technik ztratí dvě hodiny, mezitím by mohl už prohlížet nové vozidlo (vzniká zpoždění). Technik je schopen prohlédnout až 4 vozy denně. To je 80 vozů měsíčně. Z toho je v průměru 10% vozů již v minulosti bouráno. Takto by technik musel jet měsíčně znovu zbytečně k osmi případům prohlídky.

Úkon navíc	Výpočet	Cena
Druhá prohlídka technikem	1 hodina	350 Kč
Výjezd technika - cena za 1 km ⁶	50 x 13 Kč	650 Kč
Celková cena za jednu opakovanou prohlídku	Druhá prohlídka + výjezd technika 350 Kč + 650 Kč	1000 Kč
Počet opakovaných prohlídek za měsíc	8 x 1000 Kč	8000 Kč
Ztráta času technika za měsíc ⁷	8 x 2 hodiny = 16 16 x 350 Kč	5600 Kč
Celkové ušetřené náklady za měsíc	8000 Kč + 5600 Kč	13 600 Kč

Technik, který je připojen pomocí mobilního Internetu může měsíčně ušetřit firmě až 13 600 Kč. Firma má takovýchto techniků zhruba 130. Celkové ušetřené náklady firmy využívající mobilní Internet se tak pohybují v řádech statisíců korun.

Druhým příkladem kdo využívá mobilní Internet ve firmě, je stacionární technik. Stacionární technik sice nepracuje v terénu, ale mobilní Internet pro něho hraje také důležitou roli. Pokud je stacionární technik na prohlížečím místě, tak poškozená vozidla, pokud jsou schopná, přijedou za ním a technik je prohlédne přímo na určených prohlížečích místech. Stacionární technik má dále za úkol kontrolovat a před počítávat

⁶ Výjezd technika k zákazníkovi - cena za kilometr (v ceně je započítán čas technika strávený na cestě, pohonné hmoty a amortizace vozidla). Technik ujede celkem tam i zpět cca 50 km.

⁷ Při 8 prohlídkách měsíčně je časová ztráta cca 2 hodiny na prohlídku.

kalkulace nákladů od doložených prohlídek smluvních servisů, které mají přístup do jejich databáze. Na základě této prohlídky je proveden před počet. Servis vystaví fakturu a stacionární technik provede její kontrolu. Zda bylo opraveno, co mělo být. Jestli díly, které byly vyměněny, byly opravdu vyměněny atd. Využití mobilního Internetu pro stacionární technika má především smysl v tom případě, pokud se nachází mimo kancelář. Od call centra k němu přicházejí nové škodné události, které si může prostudovat na svém smartphonu pomocí mobilního Internetu. Pokud se z popisu dozví, že by se mohlo jednat o totální škodu, je v nejlepším zájmu firmy začít co nejrychleji jednat, aby se neprotahovala doba likvidace škodné události. Takovouto novou zakázku může okamžitě přesměrovat na kolegu, který má čas se tím zabývat. Čím dříve bude totiž totální škoda vyřízena (auto vydraženo v aukci), tím se sníží náklady související se zapůjčením náhradního vozidla, což stojí cca 1000 Kč na jeden den půjčení. Zároveň je to i pro klientské, protože poškozený klient dostane peníze vyplacené dříve a může si pořídit nové vozidlo. V případě pokud se nejedná o totální škodu, tak má stacionární technik daleko menší možnosti celý proces urychlit, kvůli obsazenosti servisu.

Pro firmu Global Expert, s.r.o. má mobilní Internet zásadní roli. Ať už je to v rychlosti vyřizování škodných událostí, což vede zároveň k příchodu nových klientů a spokojenosti těch stávajících. Další výhodou jsou samozřejmě uspořené náklady, které souvisejí především s rychlostí vyřizování jednotlivých škod – například zapůjčení náhradního vozidla. Takto může firma uspořit i několik desítek tisíc korun měsíčně, při dnešním počtu vyřizovaných škodných událostí za den. S porovnáním nákladů na mobilní připojení, je to pro firmu minimální, až bych řekl zanedbatelná položka. Firma však bohužel neposkytlá údaje o cenách, za které tyto služby má. Jelikož se jedná o firmu, která zaměstnává přes 200 zaměstnanců, přichází v úvahu, že ceny za využívání mobilního Internetu budou nižší, než jsou uvedeny v oficiálním ceníku společnosti T-Mobile.

4 Měření kvality mobilního Internetu

Jako druhý úkol v praktické části diplomové práce je změření kvality poskytovaných služeb alespoň u dvou mobilních operátorů a alespoň pro dvě datové technologie. Naměřené hodnoty budou porovnány s tím, co nám oficiálně udávají mobilní operátoři. Za operátory byli vybráni všichni tři zástupci, tedy Telefonica O2, T-Mobile a Vodafone. Měření probíhalo na smartphonu Xiaomi Mi3, který má v sobě operační systém Android. Smarthone s Androidem byl vybrán hlavně kvůli třem měřicím aplikacím, které jsou zdarma ke stažení v obchodě Google Play. Měření probíhalo s použitím technologie 2,5 generace, to je EDGE a 3,5 generace, což je HSPA+.



Obrázek 22 – Měření na Xiaomi Mi3

4.1 Lokace měření

Po technické stránce už je vše připravené a nyní zbývá vybrat místa, kde proběhne měření. Jelikož bydlím na Českomoravské vrchovině v Hlinsku, tak jako první místo bylo vybráno toto město. Jako druhé místo k měření byly vybrány Pardubice, jelikož tam jezdím celkem často a studuji tam. Třetím místem byla vybrána Chrudim, přes kterou projíždím, když jedu do Pardubic. Místa, která byla zvolena, se dají rozdělit do 3 skupin. První skupinou je krajské město (Pardubice), druhým místem je okresní město (Chrudim), třetím místem je mikroregion (Hlinsko). V každém městě bylo provedeno vždy měření ve třech různých částech. Místa byla vybrána tak, aby se nacházela vždy ve všech třech městech. Prvním místem, kde proběhne měření je nádraží. Mobilní Internet tam lidé zcela jistě využívají. Všechna tři města nádraží mají. Druhým místem, které bylo vybráno, je centrum města.

V Pardubicích bude měření probíhat na Třídě míru, v Chrudimi na Resselově náměstí a v Hlinsku bude probíhat měření v historické části města na Betlémě. Ten je vzdálen od náměstí pár desítek metrů. Jako třetím měřením bylo vybráno sídliště. Opět všechna tři města sídliště mají. Konkrétně v Pardubicích se bude jednat o sídliště v Polabinách, v Chrudimi to bude sídliště v ulici V. Nejedlého a v Hlinsku sídliště u bývalého podniku Eta a.s.

4.2 Průběh měření

Měření probíhalo pomocí specializovaného softwaru, který je zdarma ke stažení z obchodu Google Play pro operační systém Android. Jedná se o mobilní aplikace, které jsou přímo k tomuto určeny. Konkrétně byla stažena aplikace DSL.cz – Měření, aplikace Rychlost.cz a aplikace SpeedTest. Všechny tři aplikace umí změřit rychlost stahování a rychlost odesílání dat. Aplikace Rychlost.cz a SpeedTest navíc umí změřit i rychlost odezvy, tedy latenci. Aplikace DSL.cz – Měření, zase navíc obsahuje mapu, kde jsou vidět informace naměřené uživateli. Je to pěkně graficky znázorněno na mapě a je to rozděleno barevně podle operátorů. Každá taková informace udává download, upload a použité měřicí zařízení, tedy ve většině případů mobilní telefon.

Ukázka grafického prostředí aplikací pro měření rychlosti připojení k Internetu:



Obrázek 23 – DSL-měření, Rychlost.cz, SpeedTest

Na měřáku rychlosti Internetu všech tří aplikací byla měřena rychlost stahování dat (download) a rychlost odesílání dat (upload), případně latence. Princip měření rychlosti spočívá v odesílání dat mezi serverem www.dsl.cz, nebo www.rychlost.cz, nebo www.ookla.com a vaším zařízením a měření času jejich přenesení. Tím se postupně zjistila skutečná aktuální rychlost internetové přípojky. Měření trvá přibližně 20 až 30 sekund.

Měřená kvalita mobilního internetového připojení byla vždy měřena pětikrát na jednom místě. Bylo to z toho důvodu, aby se získalo více naměřených hodnot a mohli se tak eliminovat náhodné výkyvy měření, které mohou vznikat díky různým faktorům. Dále

měření probíhalo vždy pomocí tří aplikací uvedených výše. Tímto se získalo 15 měření na jednom místě pro jednoho operátora. Po pěti měření byl proveden vždy medián. Hlavní výhodou mediánu jako statistického ukazatele je fakt, že není ovlivněn extrémními hodnotami. Proto se často používá v případě šikmých rozdělení, u kterých aritmetický průměr dává obvykle nevhodné výsledky. Takto byly naměřené hodnoty vždy oříznuty o minimální a maximální hodnotu. Toto bylo provedeno pro všechny tři měřené aplikace. Z výsledných tří hodnot byl proveden aritmetický průměr, tedy výsledná hodnota. Celkem bylo provedeno 810 měření.

4.3 Naměřené hodnoty

Současná rychlost mobilního Internetu:

Server DSL.cz uvedl naměřené rychlosti mobilního Internetu v březnu 2015. Díky rozsáhlé výstavbě LTE sítí v ČR se dá vysledovat postupné zrychlování mobilního Internetu. V březnu rychlost opět stoupala a lze se tak těšit z rychlejšího mobilního Internetu. Oproti minulému měsíci se průměrná rychlost mobilního Internetu zvedla o zajímavých 8%. Nejrychlejší mobilní Internet měl v březnu operátor O2 a to zejména díky své LTE síti, ve které má jasný náskok před konkurencí. Nejrychlejší 3G síť má Vodafone, který podle statistik v 3G síti dlouhodobě vykazuje vyšší hodnoty než ostatní operátoři. Naopak nejhůře si již několikátý měsíc vede operátor T-Mobile, který na první dva operátory výrazně ztrácí. V první tabulce jsou znázorněny rychlosti mobilního Internetu v datových sítích v měsíci březnu. Ty pak porovná s mými naměřenými hodnotami a s hodnotami co uvádějí operátoři. V druhé tabulce lze spatřit vývoj rychlostí za poslední tři měsíce (zpracováno podle [16]).

Tabulka 14 - Rychlost Internetu v mobilních sítích březen 2015

Rychlost Internetu v mobilních sítích březen 2015			
Operátor	Síť	Průměr v kb/s	Medián v kb/s
Telefonica O2	EDGE	113	118
T-Mobile	EDGE	119	127
Vodafone	EDGE	94	96
Telefonica O2	3G	7542	5732
T-Mobile	3G	7625	6987
Vodafone	3G	8089	7658
Telefonica O2	LTE	25927	23293
T-Mobile	LTE	22925	22649
Vodafone	LTE	23372	22963
Telefonica O2	Celkem	14496	8214
T-Mobile	Celkem	12285	8719
Vodafone	Celkem	13235	9170
Mobil Internet v ČR	Celkem	13403	8665

Tabulka 15 - Průměrné rychlosti Internetu v mobilních sítích

Průměrné rychlosti Internetu v mobilních sítích			
	Rychlost v kb/s		
Síť	Leden 2015	Únor 2015	Březen 2015
GPRS	39	40	40
EDGE	11	109	110
3G	7837	7529	7719
4G LTE	23505	24143	24281
O2 CDMA	896	995	987
U:fonův Internet CDMA	687	793	701
Mobilní Internet c ČR celkem	11430	12488	13403

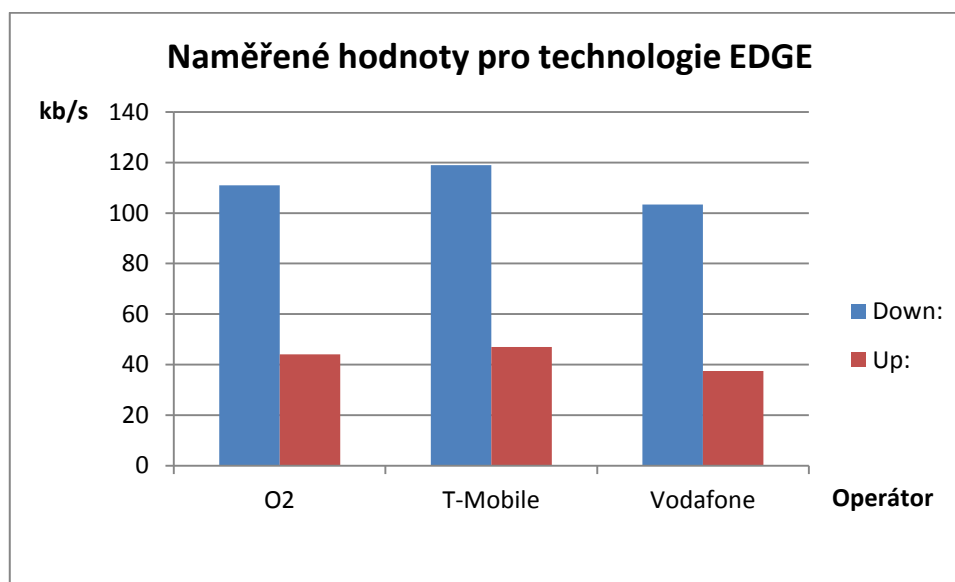
V následující tabulce jsou uvedeny naměřené hodnoty všech tří operátorů pro technologii 2,5 generace EDGE. Nejvyšší naměřenou rychlost stahování dat (download) dosáhl operátor T-Mobile a to s hodnotou 119 kb/s. Druhou nejvyšší hodnotu dosáhl operátor Telefonica O2 a to 111 kb/s. Nejhuře v měření dopadl operátor Vodafone a to s rychlostí stahování dat 103,3 kb/s. Podle březnového měření serveru www.dsl.cz byly naměřeny hodnoty 119 kb/s pro T-Mobile, což se shoduje s naším měřením. Pro operátora Telefonica O2 je to hodnota 113 kb/s, tedy o 2 kb/s vyšší než naměřená hodnota v této práci. Naopak pro operátora Vodafone, byla naměřená hodnota bezmála o 9 kb/s vyšší než udává server DSL. V rychlosti odesílání dat (upload) zvítězil opět T-Mobile s hodnotou 46,9 kb/s, druhá největší rychlost byla naměřena u operátora O2 a to 44,1 kb/s. Na posledním místě je opět operátor Vodafone s 37,4 kb/s. Jako třetím parametrem měření bylo změřit latenci. Nejlépe v měření dopadl Vodafone a to s naměřenou hodnotou 164,3 ms. Dvě měření bohužel nebyla provedena, jelikož aplikace SpeedTest a aplikace Rychlost.cz, které latenci měří, se nepřipojily k serveru a měření tak nebylo zrealizováno. Průměrná rychlost tedy byla brána ze 7 měřících míst. Druhou nejnížší hodnotu dosáhl T-Mobile a to 190,7 ms. Poslední, tedy největší latence byla naměřena u operátora Telefonica O2 a to 215,5 ms.

Technologie EDGE je v dnešní době už zastaralá. Rychlost, kterou udávají operátoři u této technologie, by se měla pohybovat až 236 kb/s. Realita je však trochu jiná. Naměřené hodnoty jsou takřka o polovinu nižší, tedy okolo 115 kb/s. Největší naměřená hodnota byla změřena v Chrudimi na nádraží a to 209 kb/s. Všechny naměřené hodnoty jsou v samostatném souboru v Excelu, který je součástí této diplomové práce.

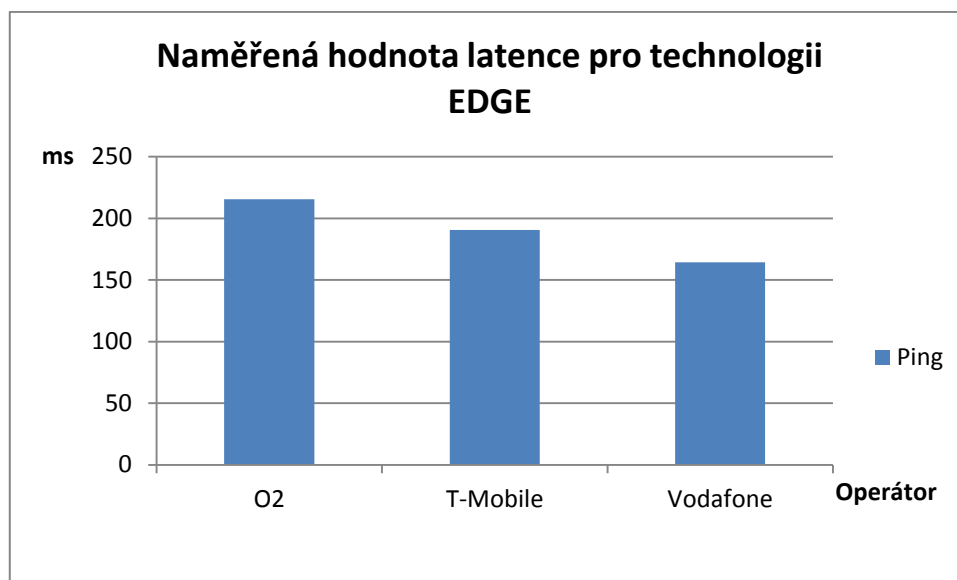
Tabulka 16 - Naměřené hodnoty technologie EDGE pro jednotlivé lokace měření

EDGE	Telefonica O2			T-Mobile			Vodafone		
Pardubice	Down [kb/s]	Up [kb/s]	Ping [ms]	Down [kb/s]	Up [kb/s]	Ping ms	Down [kb/s]	Up [kb/s]	Ping ms
Náměstí	106	47	363	108	42	269	56	5	nezměřeno
Nádraží	104	37	272	147	60	204	83	30	270
Sídliště	103	46	296	117	36	274	122	39	nezměřeno

Chrudim									
Náměstí	110	44	134	112	49	129	130	46	178
Nádraží	121	49	174	133	51	200	123	46	87
Sídliště	129	44	292	119	52	171	116	41	191
Hlinsko									
Náměstí	113	43	104	108	42	141	98	47	101
Nádraží	104	40	156	107	45	172	99	42	153
Sídliště	109	47	149	120	45	156	103	41	170
Průměr	111	44,1	215,5	119	46,9	190,7	103,3	37,4	164,3



Graf 3 - Naměřené hodnoty technologie EDGE



Graf 4 - Naměřené hodnoty latence technologie EDGE

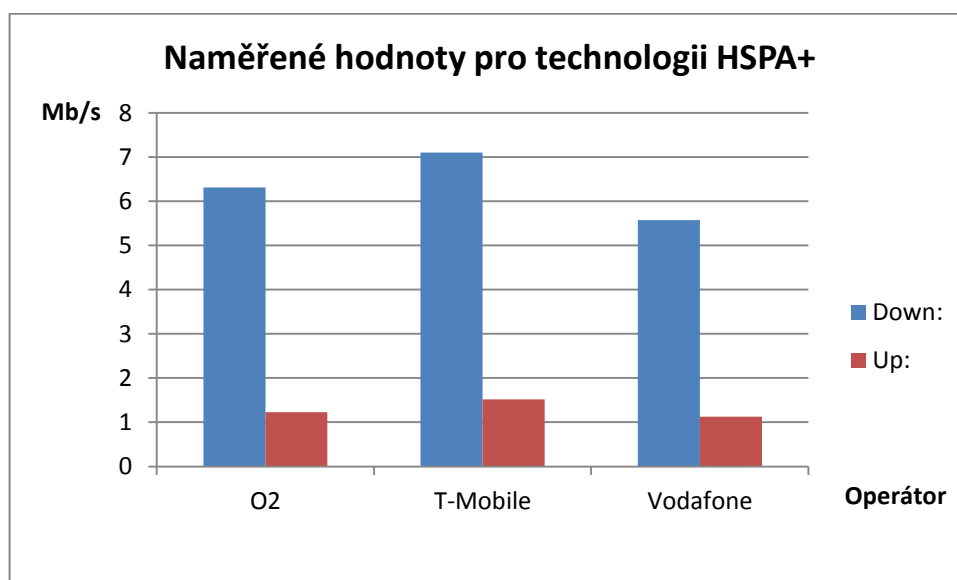
Druhé měření proběhlo pro technologii HSPA+. Tato technologie spadá do 3,5 generace. Maximální rychlost, kterou udávají operátoři, by se měla pohybovat okolo 21 Mb/s. Z následujícího měření je patrné, že této rychlosti jsme se ani z poloviny nepřiblížili. I když některé nejvyšší naměřené hodnoty dosahovaly až k 14 Mb/s, průměrné hodnoty měření však klesly pod 10 Mb/s. V měření nejlépe dopadl T-Mobile a to s naměřenou hodnotou pro stahování dat (download) 7,045 Mb/s. Druhou nejvyšší hodnotu dosáhl operátor Telefonica O2 a to 6,307 Mb/s. Nejhuře si vedl operátor Vodafone a to 5,570 Mb/s. Rychlost odesílání dat (upload) byla nejvyšší opět u T-Mobile, 1,516 Mb/s. Druhá nejvyšší hodnota u Telefonica O2 a to 1,231 Mb/s. Hned za ním je s minimálním rozdílem Vodafone s rychlostí 1,126 Mb/s. Nejnížší latence 206 ms dosáhl operátor O2. Za ním pak T-Mobile a Vodafone. Porovnáme-li naměřené hodnoty s naměřenými hodnotami serveru www.dsl.cz, zjistíme, že se liší cca o 1 Mb/s v případě operátorů Telefonica O2 a T-Mobile. U operátora Vodafone je to přibližně o 2,5 Mb/s.

I když jsme u této technologie nenaměřili takové výsledky, jako nám udávají operátoři, dá se celkem s jistotou říci, že pro veškerou práci, ke které potřebujeme mobilní Internet, nám tato technologie bude ve většině případů dostatečně vyhovovat. Opět všechny naměřené hodnoty jsou v samostatném souboru v Excelu, který je součástí této diplomové práce.

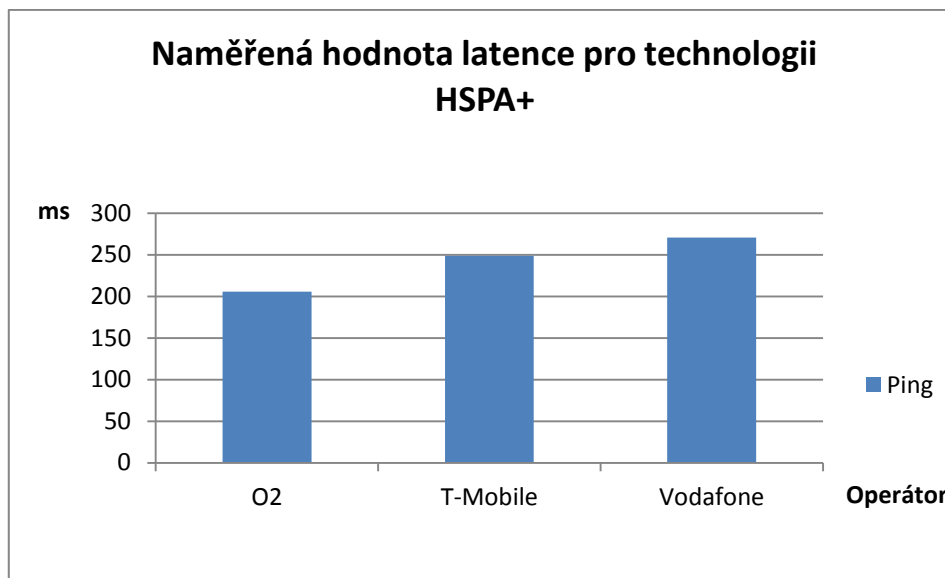
Tabulka 17 - Naměřené hodnoty technologie HSPA+ pro jednotlivé lokace měření

HSPA+	Telefonica O2			T-Mobile			Vodafone		
Pardubice	Down [Mb/s]	Up [Mb/s]	Ping [ms]	Down [Mb/s]	Up [Mb/s]	Ping ms	Down [Mb/s]	Up [Mb/s]	Ping ms
Náměstí	6,569	1,186	239	7,777	1,696	251	4,876	0,917	570
Nádraží	6,594	1,229	221	8,145	1,839	350	5,929	1,008	373

Sídliště	7,219	1,375	156	7,307	1,542	231	6,671	1,039	163
Chrudim									
Náměstí	6,396	1,158	198	6,719	1,366	234	1,867	0,888	230
Nádraží	6,223	1,233	236	6,404	1,448	289	6,810	1,407	141
Sídliště	6,231	1,303	217	6,951	1,334	269	6,587	1,316	261
Hlinsko									
Náměstí	5,632	1,360	200	6,312	1,434	181	6,713	1,365	242
Nádraží	6,033	1,063	190	7,058	1,568	150	1,693	0,617	317
Sídliště	5,866	1,175	195	6,733	1,417	288	8,979	1,574	146
Průměr	6,307	1,231	205,8	7,045	1,516	249,2	5,570	1,126	271,4



Obrázek 24 - Naměřené hodnoty technologie HSPA+



Graf 5 - Naměřené hodnoty latence technologie HSPA+

Shrnutí

Z naměřených hodnot lze vyvodit několik závěrů. Nejlépe v měření obstál operátor T-Mobile, který měl nejvyšší naměřené hodnoty stahování dat, odesílání dat a to u obou technologií. Zklamáním tohoto měření je operátor Vodafone, který celkem s velkou ztrátou zůstává za ostatními operátory. Co se týče pokrytí technologií EDGE, tak lze říci, že všichni tři operátoři jsou na tom přibližně stejně. Pokrytí technologií HSPA+ je nejslabší u operátora Vodafone, nejsilnější u operátora Telefonica O2. Vítězem měření je tedy T-Mobile, na druhém místě skončil operátor Telefonica O2 a na posledním třetím místě operátor Vodafone.

5 Aplikace pro výběr nejvhodnějšího operátora

Cílem v této části diplomové práce bylo vytvořit aplikaci, která dle uživatelem zadaných parametrů vyhodnotí nejvhodnějšího poskytovatele mobilního internetového připojení.

5.1 Popis aplikace

Jedná se o desktopovou aplikaci, která má dvě hlavní funkcionality. První je interaktivní mapa, na které jsou zobrazena všechna měřená místa. Každé místo také zahrnuje naměřená data. V našem případě rychlost stahování, rychlost odesílání dat a latenci. Interaktivní mapa v aplikaci je řešena přes rozhraní Google Maps JavaScript API v3, pomocí níž lze přistoupit k funkcím Google Map, které jsou zpřístupněny pro vývoj vlastních aplikací. Google Maps JavaScript API v3 je napsána v jazyce JavaScript. To nám umožňuje celkem snadnou implementaci jak do desktopových aplikací, tak hlavně především do webových aplikací. Funkce mapy jsou stejné jako ty, na které jsme zvyklí ze serveru www.maps.google.com. Dá se tedy s mapou jednoduše posouvat pomocí myši, přibližovat a oddalovat mapu. Nechybí ani služba Google Street View spuštěná v květnu 2007. Ta umožňuje 360° panoramatický pohled na ulici s možností virtuálně se po ulici projít, otáčet pohledem, nebo odbočit na jinou ulici či cestu na křižovatce. Z panoramatických fotografií si můžete udělat přesnou představu o vzhledu daného místa, přečíst pouliční tabule (díky kvalitě snímků často i otevírací hodiny podniků), nebo si dopředu prostudovat složité křižovatky, přes které budete projíždět.

Druhou část, kterou aplikace obsahuje, je výběr nejvhodnějšího tarifu. Pomocí filtru si uživatel může nastavit filtrační parametry, které program porovná a na základě výsledku nám vybere nejvhodnější tarif. Filtrační parametry si uživatel vybírá pomocí checkboxů a pomocí sliderů. Po stisku tlačítka „vyfiltruj“, aplikace vypíše do textového panelu nejvhodnější operátory spolu s tarify, které odpovídají nastaveným filtrům.

5.2 Použité technologie

5.2.1 NetBeans

Vývojové prostředí NetBeans IDE je vývojový nástroj, pomocí kterého programátoři mohou psát, ladit, překládat a distribuovat programy. Toto vývojové prostředí je vytvářeno v jazyce Java, ale podporuje prakticky kterýkoli programovací jazyk. Pro NetBeans existuje ohromné množství modulů, kterými lze toto vývojové prostředí ještě rozšířit. Tento vývojový nástroj je bezplatně šiřitelný produkt a jeho užívání není nijak omezeno. Kvůli tomu je v dnešní době dosti oblíbený mezi uživateli.

Mimo vývojového prostředí je také dostupná vývojová platforma NetBeans Platform, což je modulární a rozšiřitelný základ pro vytváření rozsáhlých desktopových aplikací. Mnoho samostatných dodavatelů softwaru nabízejí dodatečné moduly, které lze snadno slučovat a které mohou být použity k vývoji jejich vlastních nástrojů a řešení.

Oba produkty jsou vyvíjeny pod licencí Open Source a je možné je bezplatně používat v komerčním i nekomerčním prostředí. Program je možné stáhnout na oficiálních stránkách výrobce⁸. Aktuální verze NetBeans je 8.0.2.

5.2.2 Značkovací jazyk HTML5

Jazyk HTML je v informatice název značkovacího jazyka, který se používá při vytváření webových stránek, které jsou propojeny hypertextovými odkazy. HTML je hlavním z jazyků pro vytváření stránek v systému World Wide Web, který umožňuje publikaci dokumentů na Internetu. Hlavním prvkem jsou tagy (značky) a atributy (vlastnosti). Mezi značky se uzavírají části textu dokumentu a tím se určuje význam (sémantika) obsaženého textu. Jazyk HTML byl v aplikaci použit pro vypsání naměřených hodnot do tabulky.

5.2.3 Cascading Style Sheets – CSS

CSS by se dal označit jako "souhrn pravidel a metod pro formátování webových stránek". U nás se to obecně nazývá kaskádové styly. Proč zrovna kaskádové styly? Kaskádové proto, že se jednotlivé stylování nechá vršit na sebe do pomyslných kaskád, ale v praxi je to zcela jiné, a toto "vrstvení" není to hlavní, proč kaskádové styly jsou tak používané a výkonné. Hlavní výhodou je umožnit návrhářům izolaci vzhledu dokumentu od jeho struktury a obsahu. Původně to měl umožnit už jazyk HTML, ale v důsledku nedostatečných standardů a konkurenčního boje výrobců prohlížečů se vyvinul jinak. Starší verze HTML zahrnují celou řadu prvků, které nepopisují obsah a strukturu dokumentu, ale i způsob jeho zobrazení. Z hlediska zpracování dokumentů a vyhledávání informací není takový vývoj potřebný. CSS bylo využito k nastýlování tabulek se zobrazenými hodnotami měření (čerpáno z [17]).

5.2.4 Scriptovací jazyk JavaScript

JavaScript je objektově orientovaný programovací jazyk, využívaný při tvorbě webových stránek. Na rozdíl od serverových programovacích jazyků (například PHP) sloužících ke generování kódu samotné stránky. JavaScript běží na straně klienta, tedy v prohlížeči až po stažení do vašeho počítače. JavaScript se využije především při vytváření interaktivních webových stránek. Příkladem použití je například rozbalovací menu, plynulé přechody obrázků atd. V aplikaci je v JavaScriptu naprogramováno rozhraní Google Maps JavaScript API v3, které spojením spolu s HTML5 umožňuje zobrazení mapy společnosti Google.

5.3 Implementace

5.3.1 Třída HlavníPanel.java

Tato třída je stěžejní pro celou aplikaci. Dědí z třídy FrameView, která je důležitá pro naprogramování grafického vzhledu aplikace. Abychom mohli využívat Swingových prvků v NetBeansech (obsahují tlačítka, checkboxy, textová pole aj.), museli jsme doinstalovat Swingapp modules. Třída HlavníPanel obsahuje všechny ovládací prvky aplikace, ze kterých se volají jednotlivé metody. Nejdůležitější metoda v této třídě je

⁸ <http://netbeans.org/downloads/index.html>

SelectCenik, která se zavolá, po stisknutí tlačítka „Vyfiltruj“. Provede se porovnání námi zadaných hodnot a vyfiltrují se správné výsledky.

5.3.2 Třída GoogleMapsPanel.java

Tato třída je potomkem JFXPanel, který obsahuje komponentu webView, pomocí níž se vykresluje mapa do samostatného okna. Třída GoogleMapsPanel obsahuje čtyři metody (čerpáno z [18],[19]).

- První z nich je metoda **inicilazace()**. Tato metoda má za úkol načíst soubor GoogleMapsContent.html. Ten obsahuje zdrojový kód interaktivní mapy.

```
private void inicializace()
{
    webView = new WebView();
    webView.setCache(true);
    webEngine = webView.getEngine();

    webEngine.load(getClass().getResource("GoogleMapsContent.html").toExternalForm());

    setScene(new Scene(webView, 800, 600));
}
```

Obrázek 25 - Ukázka metody inicializace

- Další metoda je **nastavCenter(double lat, double lon)**. Tato metoda nastavuje střed mapy. V parametrech jsou uvedeny x, y souřadnice.

```
public void nastavCenter(double lat, double lon)
{
    webEngine.executeScript("nastavCenter(" + lat + "," + lon + ")");
}
```

Obrázek 26 - Ukázka metody nastavCenter

- Třetí metodou je **nastavZoom(int zoom)**. Tato metoda nastavuje výchozí zoom mapy. V parametru je hodnota, která značí úroveň přiblížení.

```
public void nastavZoom(int zoom)
{
    webEngine.executeScript("nastavZoom(" + zoom + ")");
}
```

Obrázek 27 - Ukázka metody nastavZoom

- Poslední metodou je **pridejMarker**(Misto pom). Pomocí níž přidáváme do mapy značky tzv. markery. V aplikaci je vždy umístěn marker jako měřicí bod. Po kliknutí na něj se zobrazí informace o naměřených rychlostech.

```
public void pridejMarker(Misto pom)
{
    Rychlosti tmobile = pom.getMmobile();
    Rychlosti vodafone = pom.getMvodafone();
    Rychlosti o2 = pom.getM02();
    webEngine.executeScript("pridejMarker(" + pom.getLat() + "," +
    pom.getLon() + "," + pom.getPopisek() + "," +
    tmobile.getDownloadEDGE() + "," + tmobile.getUploadEDGE() + "," +
    tmobile.getLatenceEDGE() + "," + tmobile.getDownloadHSPA() + "," +
    tmobile.getUploadHSPA() + "," + tmobile.getLatenceHSPA() + "," +
    vodafone.getDownloadEDGE() + "," + vodafone.getUploadEDGE() + "," +
    vodafone.getLatenceEDGE() + "," + vodafone.getDownloadHSPA() + "," +
    vodafone.getUploadHSPA() + "," + vodafone.getLatenceHSPA() + "," +
    o2.getDownloadEDGE() + "," + o2.getUploadEDGE() + "," +
    o2.getLatenceEDGE() + "," + o2.getDownloadHSPA() + "," +
    o2.getUploadHSPA() + "," + o2.getLatenceHSPA() + ")");
}
```

Obrázek 28 - Ukázka metody pridejMarker

5.3.3 Třída LoadData.java

Tato třída nám zajišťuje načtení potřebných dat jakožto vstupů do aplikace. Všechna data jsou uložena ve formátu csv. Tento formát je vhodný pro import a export dat v aplikaci Microsoft Excel. Třída obsahuje tři metody.

První metoda je **loadMista(...)**, ta nám načte soubor, ve kterém jsou uložena všechna data o naměřených rychlostech. Takto načtená data jsou rozhozena do řádků a jsou vložena do ArrayListu.

Druhá metoda je **loadCenik(...)**. Ta dělá v podstatě to samé co předchozí metoda, jen s tím rozdílem, že nám načte ceník. V něm jsou uloženy data ve čtyřech sloupcích. V prvním je název tarifu, v druhém operátor, třetí sloupec obsahuje maximální FUP limit a poslední sloupec zahrnuje cenu, za kterou je tarif nabízen.

Poslední, tedy třetí metoda je **selectCenik(...)**. Tato metoda nám vrací objekt ArrayListu. V něm jsou obsaženy výsledky, které jsou vyfiltrovány podle našich zadaných parametrů.

5.3.4 Třída Aplikace.java

Třída Aplikace dědí z SingleFrameApplication. Tato třída obsahuje hlavní spouštěcí třídu Main.

5.3.5 Třída Cenik.java

Tato třída obsahuje atributy o ceníku (název balíčku, operátor, FUP limit a cenu). Dále třída obsahuje konstruktor a setové a getové metody.

5.3.6 Třída Misto.java

Tato třída obsahuje atributy o místě (město, lokace, popisek,...). Dále třída obsahuje konstruktor a setové a getové metody.

5.3.7 Třída Rychlost.java

Tato třída obsahuje atributy o rychlosti (operátor, downloadEdge, uploadEdge,...). Dále třída obsahuje konstruktor a setové a getové metody.

5.3.8 HTML soubor GoogleMapsContent.html

V tomto html dokumentu se v elementu `<div id="map-canvas"></div>` zobrazuje Google Mapa. Zobrazení mapy je řešeno pomocí JavaScriptu, který má tři funkce.

- První je **nastavCenter**(lat1, lon1). Tato funkce vycentruje mapu na střed pomocí souřadnic, které jsou zadány v parametru.
- Druhou metodou je **nastavZoom**(zoom). Tato funkce nám nastaví požadované přiblížení mapy.
- Třetí funkcí je **pridejMarker**(lat, lon, popisek, downloadTmobileEDGE, uploadTmobileEDGE,...). Pomocí této funkce se dá nastavit na zadané souřadnici jakýsi informační špendlík. Po kliknutí na něj se zobrazí informační okénko s naměřenými hodnotami. Ty jsou znázorněny pomocí HTML tabulky a nastýlovány pomocí CSS stylů.
- Poslední funkcí je **initialize**(). Ta vytváří nový objekt mapy a vkládá ji do html dokumentu. Dále nastavuje zobrazení středu mapy a úroveň přiblížení.

6 Závěr

Diplomová práce se skládá ze dvou částí, a to části teoretické a části praktické. V první části diplomové práce je zmapování Internetu jako celku. Vše co se týče historie Internetu, služeb a technologií připojení je popsáno v kapitole 2.

V kapitole 3. jsou zmapovány datové technologie, které se využívají pro připojení mobilního Internetu v České republice. Dále byla zjištěna míra pokrytí pro všechny tři největší tuzemské operátory (viz kapitola 3.4.).

Dalším cílem v teoretické části je popsáno jakým způsobem využívají podnikové subjekty mobilní Internet ke svému podnikání. V mém případě se jednalo o společnost Global Expert, s.r.o., kde jsem v kapitole 3.6.2. uvedl na dvou příkladech využití mobilního Internetu ve zvoleném podniku. Dokázal jsem, že pro firmu není mobilní Internet nikterak velkým finančním zatížením. Naopak v dnešní době by se bez něho už neobešla a náklady spojené s činností firmy by výrazně vzrostly.

Druhá část diplomové práce se zabývala praktickými aspekty. Jako první jsem provedl měření, které zahrnovalo všechny tři největší české operátory (viz kapitola 4.). Měření bylo provedeno pro technologie 2,5 generace tedy EDGE a pro technologii HSPA+ 3,5 generace. Měření proběhlo ve třech městech České republiky. Konkrétně v Pardubicích, Chrudimi a Hlinsku. Naměřená data byla vždy změřena ve třech lokalitách pro dané město. Celkem jsem uskutečnil 810 měření. Data jsem zpracoval do rozumné podoby a zhodnotil naměřené výsledky. Nejlépe si vedl operátor T-Mobile, naopak nejhůře operátor Vodafone. Co se týče technologie EDGE tak všichni tři operátoři disponují celkem slušnou mírou pokrytí. Rychlost stahování však nedosahovala takových výsledků, co nám udávají mobilní operátoři. Skutečná rychlost se pohybovala přibližně na hranici 50% rychlosti od údajů mobilních operátorů. Technologie HSPA+, která spadá do 3,5 generace, by měla být jistě daleko rychlejší. Nejlépe v testu měření dopadl opět T-Mobile, nejhůře zas operátor Vodafone. Naměřená reálná rychlost se pohybovala od 5,5 Mb/s až do 7 Mb/s. Hodnota, kterou udávají operátoři je na hranici 21 Mb/s. Skutečná naměřená rychlost je tedy o 70% nižší než v oficiálních zprávách našich operátorů. V České republice se k mobilnímu Internetu připojíme téměř kdekoliv. Nicméně technologiemi 3. generace stále nejsou pokryty velké části neobydlených území a některé části venkova, nebo volné přírody. Na takovýchto místech si ještě uživatelé bohužel budou muset vystačit s výrazně pomalejším EDGE, popřípadě GPRS.

Dalším cílem, který jsem si stanovil v této práci, bylo dokázat, že stále více lidí využívá mobilní Internet. Proto jsem provedl průzkum využívání mobilního Internetu v mobilu, který je součástí přílohy, konkrétně příloha 1. Dotázání respondenti byli z různých oborů a celkově jich odpovědělo 54. Z průzkumu jsem zjistil, že téměř 77% dotázaných má v mobilu trvale mobilní Internetové připojení. Dále jsem zjistil, že dotázaní průměrně utratí za paušál, který zahrnuje mobilní Internet okolo 400 Kč měsíčně. Možná trochu zavádějící bude věk respondentů, ten je pouhých 24 let. Do budoucnosti však lze očekávat, že tento

trend bude mít vzrůstající tendenci. Tímto jsem dokázal, že lidé opravdu stále více využívají mobilní Internet.

V poslední 5. kapitole diplomové práce bylo vytvoření aplikace, která vybere nejvhodnějšího poskytovatele mobilního internetového připojení. To je realizováno pomocí filtrů, které si nastavíme a po stisknutí tlačítka „vyfiltruj“ je proveden výběr tarifů, které odpovídají zadaným hodnotám filtrů. Aplikace byla také dále rozšířena o interaktivní mapu, která nám zobrazuje naměřené hodnoty. Využil jsem tam spojení s Google mapami, které jsou implementovány pomocí Google Maps JavaScript API v3.

Pro mě jako autora této práce bylo toto téma celkem zajímavé, hlavně co se týče měření reálných hodnot. Tam jsem dokázal, že operátoři neposkytují takové služby, na které nás lákají. Samotná aplikace by se dala určitě v mnoha ohledech vylepšit. Například filtrování by mohlo být podle více parametrů, grafický design by mohl být také lepší. Dále by aplikace mohla být umístěna někde na webu, kam by lidé mohli zadávat svoje naměřené hodnoty. Tím by se aplikace výrazně rozšiřovala a výsledky skutečných rychlostí by se zpřesňovaly.

Literatura

1. Internet. *Wikipedie, otevřená encyklopedie*. [Online] 27. Březen 2014. [cit: 30. Březen 2014.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Internet>.
2. Historie Internetu. *Jak na internet*. [Online] 2013. [cit: 30. Březen 2014.] <http://www.jaknainternet.cz/page/1205/historie-internetu/>.
3. Technologie připojení. *Dostupnost Internetu*. [Online] 2011. [cit: 31. Březen 2014.] <http://dostupnost-internetu-v-cr.webnode.cz/technologie-pripojeni-k-internetu/>.
4. Kysela, Jiří. Vysoká škola Ekonomická v Praze. *Současný stav mobilního Internetu v České republice a možnosti jeho využití u velmi malých podniků a živnostníků*. [Online] 2010. http://www.vse.cz/vskp/19558_soucasny_stav_mobilniho_internetu_v_ceske_republice_a_moznosti_jeho_vyuziti_u_velmi_malych_podniku_a_zivnostniku.
5. Klasifikace sítí. *Antalová Dagmar, Bezdrátové technologie*. [Online] 2011. [cit: 17. Červen 2014.] <http://antalova-bibs.webnode.cz/klasifikace-siti/dle-rozsahlosti/>.
6. Wi-Fi. *Wikipedie, otevřená encyklopedie*. [Online] 29. Květen 2014. [cit: 19. Červen 2014.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>.
7. WiMax. *Wikipedie, otevřená encyklopedie*. [Online] 10. Říjen 2013. [cit: 19. Červen 2014.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/WiMAX>.
8. GPRS. *Wikipedie, otevřená encyklopedie*. [Online] 30. Září 2013. [cit: 19. Červen 2014.] http://cs.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service.
9. Vrbacký, Jakub. Technologie mobilního internetu – od CSD po LTE Advanced. *Mobilizujeme.cz*. [Online] 12. Únor 2012. [cit: 20. Červen 2014.] <http://mobilizujeme.cz/clanky/technologie-mobilniho-internetu-od-csd-po-lte-advanced-vedecke-okenko/>.
10. Vavřina, Josef. Femtobuňky - novinka v mobilních sítích. *stahuj.cz Magazín*. [Online] 20. Červen 2009. [cit: 22. Červen 2014.] <http://magazin.stahuj.centrum.cz/femtobunky-novinka-v-mobilnich-sitich/>.
11. Macháček, Miloslav. Mobilní bezdrátové datové přenosy v roce 2013. *internetprovsechny.cz*. [Online] 12. Březen 2013. [cit: 22. Červen 2014.] <http://www.internetprovsechny.cz/mobilni-bezdratove-datove-prenosy-v-roce-2013/>.
12. Srb, Luboš. Chceme od mobilních operátorů vyšší rychlosti či lepší pokrytí? *mobilizujeme.cz*. [Online] 11. Srpen 2013. [cit: 22. Červen 2014.] <http://mobilizujeme.cz/clanky/chceme-od-mobilnich-operatoru-vyssi-rychlosti-ci-lepsi-pokryti/>.

13. Kuruc, Jiří. Mobilní internet v ČR: srovnání technologií. *mobilmania.cz*. [Online] 27. Červenec 2008. [cit: 22. Červen 2014.] <http://www.mobilmania.cz/clanky/mobilni-internet-v-cr-srovnani-technologii/t-mobile-vodafone-ufon/sc-3-a-1119681-ch-1040550/default.aspx>.
14. Virtuální operátoři v ČR. *virtualni operator srovnani*. [Online] 2013. [cit: 22. Červen 2014.] <http://www.virtualni-operator-srovnani.cz/>.
15. Redakce. <http://www.dsl.cz>. *DSL.cz*. [Online] 14. Březen 2015. [cit: 10. Duben 2015.] <http://www.dsl.cz/clanek/3264-namerene-rychlosti-internetu-na-dsl-cz-v-breznu-2015>.
16. www.globalexpert.cz. *Global Expert*. [Online] Global Expert s.r.o., 2010. [cit: 10. Duben 2015.] <http://www.globalexpert.cz/cs/kdo-jsme/predstaveni-spolecnosti.shtml>.
17. Kaskádové styly. *Wikipedie, otevřená encyklopedie*. [Online] 21. Duben 2015. [cit: 22. Duben 2015.] http://cs.wikipedia.org/wiki/Kask%C3%A1dov%C3%A9_styly.
18. Google Developers. *Google Maps JavaScript API v3*. [Online] Google inc., 28. 4 2015. [cit: 28. 4 2015.] <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/tutorial>.
19. Henek, Ondřej. Jednoduchý web nad Google Maps API v3. *Ondřej Henek - blog*. [Online] 27. 6 2013. [cit: 20. 4 2015.] <http://blog.ondrejhenek.cz/jednoduchy-web-nad-google-maps-api-v3/>.

Seznam příloh

Příloha 1 – Průzkum využívání mobilního Internetu v mobilu

Příloha 2 – Ukázka aplikace

Příloha 3 – Obsah přiloženého CD

Příloha 1 - Průzkum využívání mobilního Internetu v mobilu

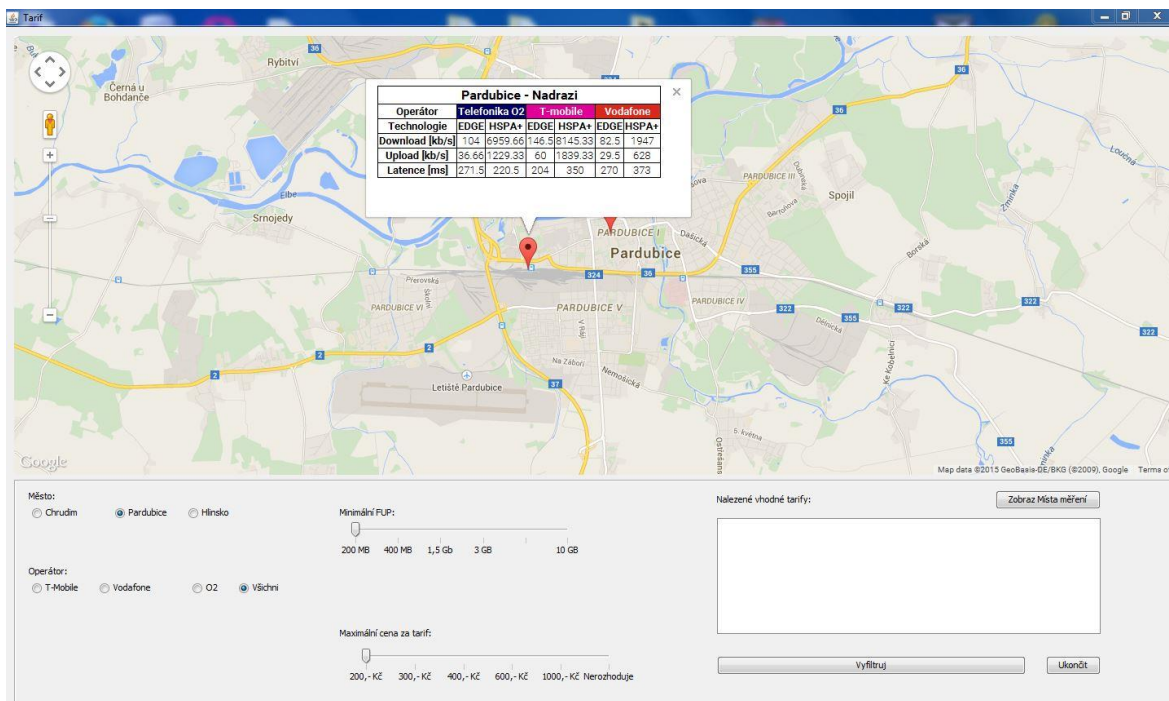
Tabulka 18 - Průzkum využívání mobilního Internetu

Iniciály respondenta	Věk respondenta	Zda má mobilní Internet v mobilu	Cena paušálu v Kč	Pokud nemá, kolik schopen platit v Kč	Využívání mobilního Internetu
O.S.	26	má	290		Denně
T.J.	29	má	250		Denně
V.Š.	23	má	305		Zřídka
P.B.	23	nemá		0	Vůbec
H.Ž.	26	má	150		Denně
O.S.	27	má	50		Denně
T.H.	28	má	180		Aspoň 3x týdně
V.P.	26	má	180		Zřídka
H.Š.	40	má	749		Zřídka
H.K.	26	má	330		Aspoň 3x týdně
D.K.	20	má	500		Denně
D.Š.	17	nemá		100	Vůbec
K.M.	22	má	499		Denně
H.V.	24	nemá		120	Vůbec
I.M.	24	má	200		Zřídka
O.O.	24	má	499		Aspoň 3x týdně
L.K.	25	má	350		Aspoň 3x týdně
J.Ř.	23	má	500		Zřídka
I.S.	22	má	700		Denně
D.V.	25	má	390		Denně
P.C.	23	má	300		Denně
V.M.	26	nemá		150	Vůbec
P.B.	27	nemá		100	Vůbec
N.M.	23	má	700		Zřídka
M.K.	23	má	230		Aspoň 3x týdně
L.B.	22	má	300		Zřídka
J.D.	26	nemá		100	Vůbec
D.K.	27	má	400		Denně
R.Š.	23	má	250		Denně
N.N.	26	má	450		Zřídka
M.M.	23	má	400		Aspoň 3x týdně
P.Š.	24	má	130		Denně
J.P.	27	má	600		Zřídka
F.Z.	22	má	350		Zřídka
N.M.	22	nemá		150	Vůbec
M.B.	25	má	555		Zřídka
I.K.	26	má	300		Aspoň 3x týdně
A.M.	24	má	350		Denně
P.V.	19	nemá		100	Vůbec
P.D.	23	nemá		100	Vůbec

K.S.	24	má	750		Denně
P.Ch.	24	nemá		150	Vůbec
M.P.	24	má	450		Denně
J.Ž.	26	má	550		Denně
O.H.	26	nemá		50	Vůbec
E.G.	25	má	300		Denně
I.M.	25	má	750		Aspoň 3x týdně
N.S.	24	má	1400		Denně
M.Š.	25	nemá		150	Vůbec
K.M.	13	má	350		Zřídka
Š.K.	26	má	200		Zřídka
J.N.	25	má	227		Denně
N.V.	19	má	333		Aspoň 3x týdně
M.D.	22	má	400		Denně
Celkový počet respondentů:			54		
S mobilním Internetem:			42		
Bez mobilního Internetu:			12		
Průměrná cena za mob. Internet v Kč:			408		
Průměrná cena - schopen platit v Kč:			106		
Max cena za mobilní Internet v Kč:			1400		
Min cena za mobilní Internet v Kč:			50		
Procentuální vyjádření má/nemá:			77,7 % : 22,3%		
Průměrný věk respondenta:			24,2 let		
Využívání mobilního Internetu:		20 x denně			
		13 x zřídka			
		9 x aspoň 3x týdně			
		12 x vůbec			

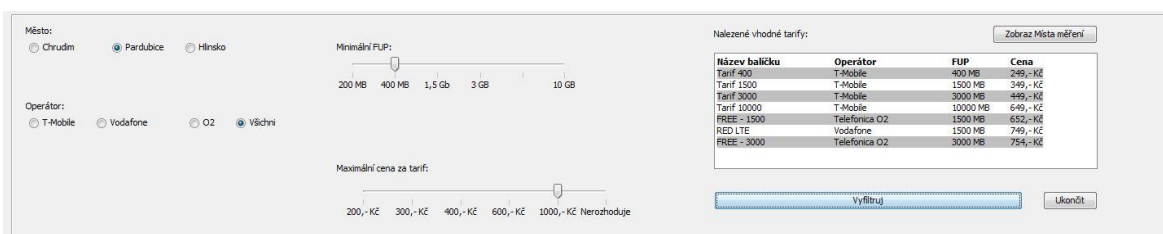
Příloha 2 – Ukázka aplikace

Ukázka grafického rozhraní aplikace. Znáznorněna mapa s naměřenými hodnotami pro konkrétní měřené místo.



Obrázek 29 - Ukázka aplikace, mapa a naměřené hodnoty

Ukázka nastavení filtru a následného vyhodnocení nejvhodnějšího tarifu.



Obrázek 30 - Filtr a vyhodnocení vhodného tarifu

Příloha 3 – Obsah přiloženého CD

Příložené CD obsahuje text diplomové práce v elektronické podobě, všechny použité obrázky, detailní měření v souboru Excel, výsledky průzkumu v souboru Excel a zkompilovanou aplikaci pro výběr nejvhodnějšího operátora včetně všech zdrojových kódů.