

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2008

Jan Zikl

Univerzita Pardubice

Fakulta elektrotechniky a informatiky

**Datové technologie mobilních
operátorů v ČR i zahraničí**

Jan Zikl

Bakalářská práce

2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan ZIKL**

Studijní program: **B2646 Informační technologie**

Studijní obor: **Informační technologie**

Název tématu: **Datové technologie mobilních operátorů v ČR i zahraničí**

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

Cílem bakalářské práce je návrh a tvorba webové aplikace, srovnávající různé druhy bezdrátových datových technologií využívaných u mobilních operátorů v ČR i zahraničí. Teoretická část bude zaměřena na jednotlivé technologie, informace o nich a jejich porovnání a určení technologie budoucnosti.

V implementační části se zaměřím na vytvoření nástroje, který bude schopen na základě vložených údajů o připojení tyto údaje vyhodnotit a umístit je na žebříček současných technologií, určit jeho výhody a nevýhody. A případně uživateli nabídne alternativu.

Nástroj bude vytvořen v jazyce PHP, propojený s databázemi.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

Kosek J. PHP – Tvorba interaktivních internetových aplikací – podrobný průvodce. ISBN: 80-7169-373-1

Škultéty R. Java Skript – Programujeme internetové aplikace. ISBN: 80-251-0144-4

Ullman L. PHP a MySQL – Názorný průvodce tvorbou dynamických WWW stránek. ISBN: 80-251-0063-4

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Janíček**

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2007**

Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2008**



doc. Ing. Simeon Karamazov, Dr.

děkan

V Pardubicích dne 29. dubna 2008

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je shrnutí historie vývoje mobilních technologií s bližším zaměřením na technologie datové, a na základě získaných informací návrh parametrů pro technologii budoucnosti.

V praktické části se práce zaměřuje na návrh a zpracování webové prezentace, zobrazující informace shrnuté v teoretické části. Prezentace plní informační funkci a zároveň nabízí autorizovanému uživateli měnit informační obsah.

KLÍČOVÁ SLOVA

Operátor, mobilní technologie, mobilní telefon, datové technologie, mobilní sítě, webová prezentace, srovnání technologií, historie mobilních technologií.

TITLE

Data mobile technology operators in the Czech Republic and abroad

ABSTRACT

The purpose of this bachelory work is summary of history of progression of mobile technology with further direction of data technology and on gain information proposal of characteristic for technology of future.

In a practical part its been locating proposal and elaboration of web presentation depicting information brought together in a teoretical part. Presentation meet the information function and also offers to accredited user change subject of information.

KEYWORDS

The operator, mobile technology, mobile phone, data technology, mobile networks, web pages, compared technologies, the history of mobile technology.

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Pavlu Janíčkoví za odborné vedení bakalářské práce, za kritiku a rady potřebné k dokončení práce.

Obsah:

1. Úvod a cíl práce	8
1.1. Úvod	8
1.2. Cíl práce	8
2. Historie mobilních technologií	9
3. Mobilní telekomunikační technologie	11
3.1. Nultá generace mobilních technologií.....	11
3.1.1. Technologie ARP	11
3.1.2. Technologie AMR.....	11
3.2. První generace mobilních technologií	12
3.2.1. Technologie NMT	13
3.3. Druhá generace mobilních technologií.....	14
3.3.1. Technologie GSM	15
3.3.2. Technologie IDEN	18
3.4. Dva a půltá generace mobilních technologií	18
3.4.1. Technologie GPRS.....	19
3.5. Nadstavba dva a půlté generace mobilních technologií	20
3.5.1. Technologie CDMA-2000	21
3.5.2. Technologie EGPRS	21
3.5.3. Technologie EDGE	22
3.6. Třetí generace mobilních technologií.....	23
3.6.1. Technologie W-CDMA.....	23
3.6.2. Technologie UMTS.....	23
3.7. Tři a půltá generace mobilních technologií.....	25
3.7.1. Technologie HSDPA.....	25
3.8. Nadstavba tři a půlté generace mobilních technologií	26
3.8.1. Technologie WiMax.....	26

4. Mobilní operátoři v Evropě.....	28
4.1. Operátoři v České republice	29
4.1.1. T-Mobile	30
4.1.2. Telefonica O2.....	31
4.1.3. Vodafone	31
4.1.4. U:fon	32
5. Technologie budoucnosti	33
6. Praktická část	35
6.1. Návrh zpracování zadaného problému	35
6.2. Postup při tvorbě aplikace MoTel	36
6.2.1. Tvorba vzhledu.....	36
6.2.2. Návrh tabulek databáze	37
6.2.3. Programování webové aplikace MoTel	40
7. Závěr	42

Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Časové znázornění nástupu technologií	10
Obrázek 2 – Stanice AMR [10].....	12
Obrázek 3 – Mobilní telefon sítě NMT – NOKIA [16]	14
Obrázek 4 – Zobrazení typů komunikace s vícenásobným přístupem [17].....	15
Obrázek 5 – Struktura sítě GSM [20]	16
Obrázek 6 – Makro BTS stanice [15]	17
Obrázek 7 – SIM karta společnosti O2 [21].....	18
Obrázek 8 – Kódovací schémata GPRS a EDGE [28].....	22
Obrázek 9 – PCMCIA karta „4G Combi karta“ [26].....	25
Obrázek 10 - Logo mobilního operátora Orange [37]	29
Obrázek 11 - Logo mobilního operátora Telefonica [42]	29
Obrázek 12 – Časové znázornění nástupu mobilních operátorů v ČR	30
Obrázek 13 – Původní logo Paegas [41]	30
Obrázek 14 - Logo mobilního operátora T-Mobile [35].....	30
Obrázek 15 – Původní logo Eurotel [39]	31
Obrázek 16 - Logo mobilního operátora O2 [36]	31
Obrázek 17 – Původní logo Oskar [40].....	32
Obrázek 18 – Logo mobilního operátora Vodafone [34].....	32
Obrázek 19 – Logo mobilního operátora Ufon [38]	32
Obrázek 20 - Use Case diagram aplikace MoTel.....	35
Obrázek 21 – Schéma databáze.....	37
Obrázek 22 – záznamy tabulky logy.....	39
Obrázek 23 – logy zobrazené v administrátorském rozhraní.....	39
Obrázek 24 – ukázka z webové aplikace MoTel – informační obsah.....	43
Obrázek 25 – ukázka z webové aplikace MoTel – administrace	44

Seznam zkratek:

Zkratka	Anglický význam	Český význam
AMPS	Advanced Mobile Phone System	Pokročilý mobilní telefonní systém
AMR	-	Automatický městský radiotelefon
ARP	Auto Radio Puhelin	Radiotelefon do auta
CDMA	Code Division Multiple Access	Vícenásobný přístup k síti s kódovým dělením
CDMA 2000	Code Division Multiple Access 2000	Mobilní standard založený na CDMA
CSS	Cascading Style Sheets	Kaskádové styly
ČTÚ	-	Český telekomunikační úřad
ECSD	Enhanced Circuit Switched Data	Rozšíření technologie HSCSD
EDGE	Enhanced Data for GSM Evolution	Další vývojový stupeň navazující na GSM a GPRS
EGPRS	Enhanced General Packet Radio Service	Součást vývoje EDGE, navazuje na GSM
FDD	Frequency Division Duplex	Způsob komunikace na oddělených frekvencích
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Vícenásobný přístup k síti s frekvenčním dělením
GNU	General Public License	Všeobecná veřejná licence
GPRS	General Packet Radio Service	Standard pro datovou komunikaci v síti GSM
GRAN	Generic Radio Access Network	Obecná radiová přístupová síť
GSM	Global System for Mobile Communication	Standard digitálních sítí pro mobilní telefony
HSCSD	High Speed Circuit Switch Data	Technologie rychlého připojení k mobilnímu internetu
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	Technologie urychlující tok dat směrem k uživateli
HTML	HyperText Markup Language	Hypertextový značkovací jazyk

IDEN	Integrated Digital Enhanced Network	Rozšíření technologií TDMA
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství
ITU	International Telecommunication Union	Mezinárodní telekomunikační unie
MySQL	My Structured Query Language	Databázový systém pod licencí GPL
NMT	Nordic Mobile Telecommunication	Severská mobilní síť či standard
PCS	Personal Communications Service	Osobní komunikační služba
PHP	Personal Home Page	Skriptovací programovací jazyk
RNC	Radio Network Controller	Ovladač radiové sítě
SIM	Subscriber Identity Module	Zákaznický identifikační modul, SIM karta
TDD	Time Division Duplex	Způsob komunikace pomocí dělení časem na timesloty
TDMA	Time Division Multiple Access	Vícenásobný přístup k síti s časovým dělením
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Univerzální mobilní telekomunikační systém
USRA	UMTS Satellite Radio Access	Satelitní část sítě UMTS
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access	Pozemní část sítě UMTS
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access	Širokopásmové CDMA
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access	Standard pro bezdrátovou distribuci dat

1. Úvod a cíl práce

1.1. Úvod

Telefonování, posílání zpráv a v poslední době také stále častěji mobilní připojení k internetu patří k atributům moderního světa 21. století. Je až s podivem, jak rychle jde v této oblasti vývoj kupředu.

Jelikož predikce hovoří tak, že v příštích letech bude mobilní komunikace probíhat více jak z 50% pomocí internetových protokolů, je snahou všech mobilních operátorů maximálně stabilizovat svou mobilní síť a nabídnout zákazníkům seriózní a stabilní připojení k internetu. To zároveň zvyšuje snahu výrobců uvádět na trh nové, výkonnější technologie.

Záměrem této práce je popsat jednotlivá vývojová stádia mobilních technologií od jejich raných počátků až k dnešnímu stavu. Na základě těchto sesbíraných informací pak bude možné podle parametrů syntetizovat základní kostru technologie budoucnosti.

1.2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je seznámit čtenáře s historií a současnými technologiemi využívanými ve světě mobilních technologií a na základě těchto shrnutých informací navrhnout technologii budoucnosti s příslušnými klíčovými parametry.

V praktické části je pak cílem navrhnout a vytvořit webovou prezentaci zobrazující informace z bakalářské práce, s možností jednoduché změny informačního obsahu.

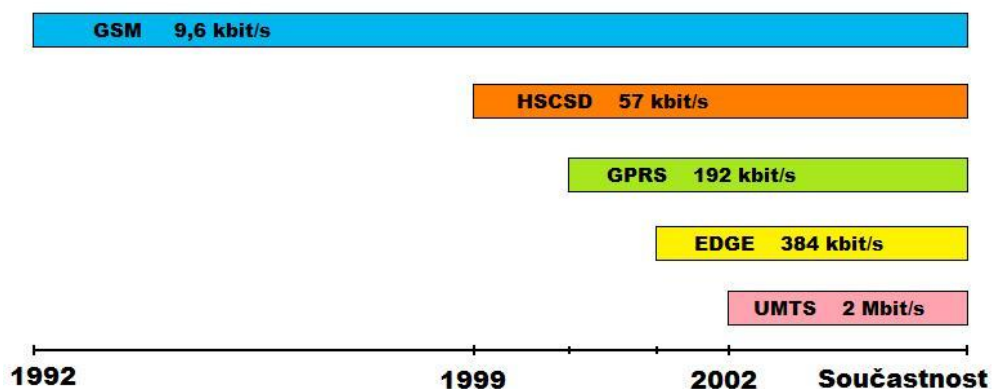
2. Historie mobilních technologií

Historie mobilní komunikace, podobná s dnešní komunikací pomocí mobilního telefonu se píše od roku 1971, kdy byla ve Finsku spuštěna první komerčně využívaná síť svého druhu na světě. Tento pomyslný milník se v mobilních technologiích nazývá počátek nulté generace mobilních sítí.

V osmdesátých letech minulého století byly technologie nulté generace postupně nahrazovány technologiemi generace první. První generace přinesla standardy pro analogovou komunikaci, jako například NMT (Nordic Mobile Telecommunication) či AMPS (Advanced Mobile Phone System) a jejího prvního spuštění se dočkali lidé v severní Evropě, Rusku a později v USA.

Na počátku devadesátých let přichází na trh druhá generace a to se svým hlavním zástupcem, sítí GSM (Global System for Mobile Communication) viz Obrázek 1 - Časové znázornění nástupu technologií. GSM se ve světě používá již od roku 1992 a hlavním rozdílem a přínosem pro mobilní komunikaci je digitalizace komunikace, což přineslo mnohá odlehčení oproti systémům generace první. Použití GSM se již neomezuje na lokální šíření, ale nabízí globální využití po celém světě. V době druhé generace se již rozvíjí i nutnost přenosu dat, ale druhá generace nabízí poněkud nedostačující rychlost 9,6 kbit/s což vedlo k dalším nástavbám.

Dále hovoříme o nástavbě druhé generace, označované někdy jako dva a půltá generace. Zde řadíme především technologii GPRS (General Packet Radio Service), která rozšiřuje možnost využití komunikace o datové služby a implementuje ve své komunikaci protokol IP (internet protokol) pro připojení k Internetu. Maximální teoretická rychlost přenosu dat se zde pohybuje až okolo 85,6 kbit/s. Součástí této nástavby je i EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution), kde rychlost dosahuje až teoretických 384 kbit/s, což je již rychlost pro běžného uživatele internetu dostačující.



Obrázek 1 - Časové znázornění nástupu technologií

Po nástavbách druhé generace následuje generace třetí, kde se nejvíce mluví o vlajkové lodi této generace, a to UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Je však třeba podotknout, že UMTS a síť třetí generace není totéž. Původním plánem mezinárodní telekomunikační unie ITU (International Telecommunication Union) bylo celosvětově sjednotit nástupce sítí GSM a výstupem mělo být právě UMTS. To se však zkomplikovalo situací v USA, kde licence na kmitočty sítí okolo 2 GHz byly již rozprodány. Nyní tedy síť UMTS existuje, ale není jedinou sítí spadající pod třetí generaci. Patří sem například i technologie CDMA2000, která je využívána především v USA. K nám se nedávno CDMA dostalo také, a to díky novému mobilnímu operátorovi U:fon. Vraťme se ale k technologii UMTS, která je v Evropě rozšířená a funguje také v České republice. Maximální rychlosti nabízené touto sítí se pohybují od 144 kbit/s až po 2 Mbit/s.

Vývoj technologií však pokračoval i po UMTS navazující tři a půltou generací. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) patří právě mezi hlavní zástupce této generace, nabízí již vysokou rychlost připojení k Internetu a nízkou odezvu. V současné době se již mluví o čtvrté generaci, ale určení přesné hranice, která rozdělí třetí a čtvrtou generaci se zdá být dost složité, a proto se stále o čtvrté generaci mluví spíše v budoucím čase.

3. Mobilní telekomunikační technologie

3.1. Nultá generace mobilních technologií

Nultá generace je milník značící počátek bezdrátové technologie mobilních telefonů. Jednou z používaných technologií byla ARP (Auto Radio Puhelin), spuštěná v roce 1971. Byla to první komerční síť mobilních telefonů vůbec a jejího prvního spuštění se dočkalo Finsko. V Československu byl v roce 1987 spuštěn AMR (Automatický Městský Radiotelefon), který byl vyvíjen zcela samostatně v Československu. [6] [7]

3.1.1. Technologie ARP

ARP (Auto Radio Puhelin) je první komerční veřejnou mobilní sítí, která byla využívána ve Finsku. Výstavba sítě byla započata roku 1969. Prvního spuštění se ARP dočkalo v roce 1971 a plného pokrytí v roce 1978 se 140 BTS (Base Transceiver Station) stanicemi. Činnost sítě byla ukončena na konci roku 2000.

Technická specifikace ARP:

- Frekvence 147.9 - 154.875 MHz
- Přenosový výkon 1 - 5 wattů
- Analogový přenos bez kódování
- Poloduplexní přenos
- Síť nepodporuje předávání
- Dosah jedné BTS cca 30 km

Velikost terminálů se ještě zdaleka nepodobala mobilnímu telefonu. Zabírala bezmála polovinu zavazadlového prostoru soudobých osobních aut. [8]

3.1.2. Technologie AMR

AMR (Automatizovaný Městský Radiotelefon) je mobilní síť vyvinutá v pardubické Tesle, a to zcela nezávisle na vývoji ve světě.

Jednalo se o systém, který nebyl určen pro veřejnost, ale především pro účely státní správy, což předurčovalo mnohá omezení, kterými AMR disponoval. Stanice AMR umožňovala pouze příchozí a odchozí hovory, neumožňovala mezinárodní hovory

a také síť nepodporovala účtování hovorů. Pro volání se využíval pouze čtyřmístný kód a nebylo možné zjistit, odkud hovor přichází. To na druhou stranu přineslo jednoduchoost a možnost rychlého nasazení.



Obrázek 2 – Stanice AMR [10]

Technická specifikace AMR: [9]

- Frekvence 162 - 167 MHz, 161 - 165 MHz, 152 - 157 MHz
- Přeladování na jednotlivé frekvence manuální
- Provoz nešifrovaný, odposlouchávatelný
- Dosah BTS 15-25 km
- 63 BTS stanic
- Možnost komunikace i bez BTS (mezi sebou)
- Síť nepodporovala autorizaci

Experimentální provoz sítě AMR začal v roce 1978 a 5 let poté byl spuštěn provoz po celém tehdejší Československu. Provoz byl pak ukončen v roce 1999. [9] [10]

3.2. První generace mobilních technologií

První generace je založena na analogovém přenosu, který byl představen v 80. letech minulého století.

Výčet technologií využívaných v první generaci není dlouhý. Do první generace zahrnujeme například AMPS (Advanced Mobile Phone System) využívaný v USA či NMT (Nordic Mobile Telephone) ze severní Evropy (Skandinávie) a Ruska.

3.2.1. Technologie NMT

NMT (Nordic Mobile Telephone), jak již napovídá název, je technologie využívaná a vyvíjená v severských evropských zemích. Vývoj probíhal před rokem 1981, v tomto roce byla síť NMT také poprvé komerčně spuštěna. Síť pracovala ve dvou frekvenčních pásmech, a to NMT-450 a NMT-900. Varianta NMT-900 byla o 5 let mladší a nabízela již více využitelných kanálů. Síť NMT se objevila a byla dlouho využívána na našem území, a to od roku 1991 společností Eurotel (dnešní O2) pod názvem „Tip“. Přechodem na druhou generaci (síť GSM) pak došlo ke snížení počtu zákazníků využívající „Tip“ (čísla začínající 601) a její využití bylo ukončeno v roce 2006.

Technická specifikace NMT:

- Frekvence 450 a 900 MHz
- Dosah BTS 2 – 30 km
- Spojení duplexním přenosem
- Výkon stanic 15/6/1 wattů
- Do roku 1999 možnost odposlechu
- Tarifikace a roaming doplněny v průběhu
- Podpora předávání
- Podpora jednoduchého přenosu dat DMS (Data and Messaging Service)
- Signalizace 600/1200 bit/s s modulací FFSK (Fast Frequency Shift Keying)

Jelikož technologie sítě NMT byla otevřená, nabízela se možnost firmám vyvíjet zařízení pro tuto síť, a proto došlo k velkému rozšíření této technologie. Mezi tyto firmy patřily především severská NOKIA či ERICSSON viz Obrázek 3 – Mobilní telefon sítě NMT – NOKIA. Vývoj telefonů šel velmi rychle dopředu a zanedlouho se telefony přestěhovaly ze zavazadlových prostorů vozidel do kapes zákazníků. [11]
[12]



Obrázek 3 – Mobilní telefon sítě NMT – NOKIA [16]

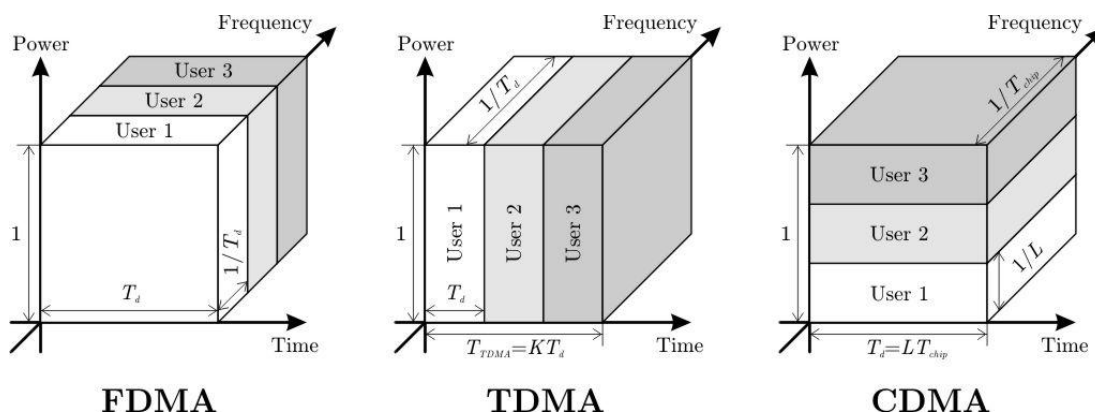
3.3. Druhá generace mobilních technologií

Druhá generace technologie mobilního telefonu standardně není schopna přenášet data, jako například e-maily, ale pouze digitální hlasový hovor, či pomocná data, jako je datum či čas. V některých standardech jsou dokonce podporovány i SMS.

V USA jsou služby druhé generace často uvedeny jako PCS Personal Communications Service.

Pro rozdělení sítí druhé generace je ještě třeba vysvětlit dvě důležité zkratky využívané v dalších částech práce, a to TDMA (Time Division Multiple Access) a CDMA (Code Division Multiple Access) jejichž popis dále doplňuje Obrázek 4 – Zobrazení typů komunikace s vícenásobným přístupem. [19]

- TDMA (Time Division Multiple Access) je princip, při kterém je jedna přenosová frekvence sdílena pro přenos více hovorů na základě časového rozlišení. Každý z mobilních telefonů sdílející danou frekvenci, má vyhrazený určitý časový úsek, tak zvaný timeslot, po který na dané frekvenci vysílá nebo přijímá, a to v takové rychlosti, která nenaruší srozumitelnost hovoru. Řetězec krátkých časových úseků vytváří přenosový kanál.
- CDMA (Code Division Multiple Access) funguje zcela jinak. Tento princip je založený na vysílání kódovaných informací více přihlášeným stanicím najednou. Ty si však na základě vlastního šifrovacího (dešifrovacího) klíče rozkódují jen ta data, která jsou směřována jim. Ostatní data jsou zahozena.
- FDMA (Frequency Division Multiple Access) je princip vícenásobného přístupu s frekvenčním dělením. Pásmo se dělí na dílčí frekvenčně oddělené kanály, které jsou pak využívány ke komunikaci.



Obrázek 4 – Zobrazení typů komunikace s vícenásobným přístupem [17]

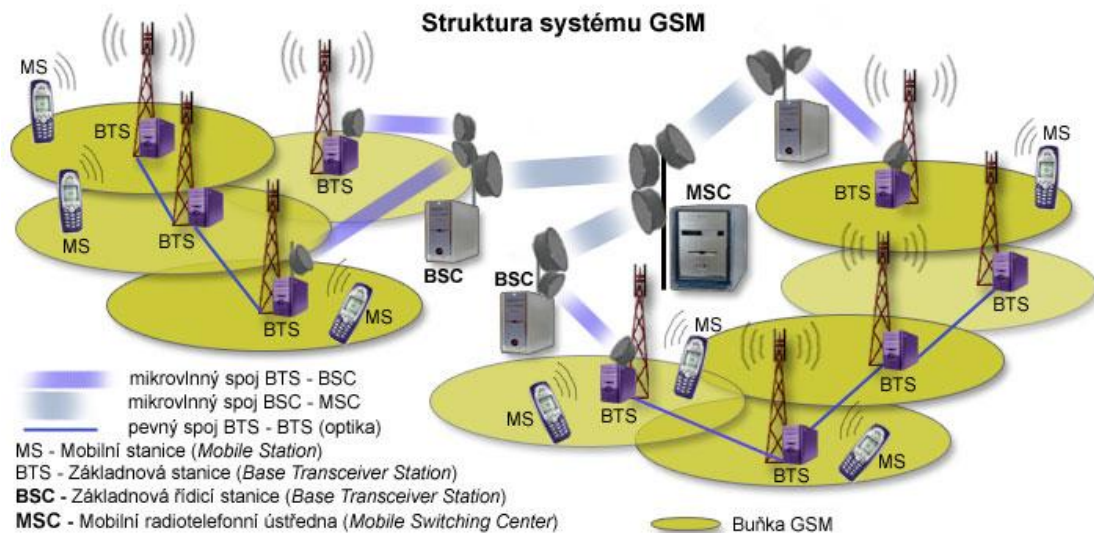
Hlavní standardy druhé generace mobilních technologií jsou: [18]

- GSM - princip TDMA
- IDEN - princip TDMA
- IS-136 - princip TDMA (označováno také jako D-AMPS)
- IS-95, - princip CDMA (označováno také jako CDMA-One)
- PDC - princip TDMA (využíváno výhradně v Japonsku)

3.3.1. Technologie GSM

GSM (Globální Systém pro Mobilní komunikaci) převzal svou zkratku z původně francouzského názvu „Groupe Spécial Mobile“. Odhaduje se, že více jak 80% uživatelů mobilních služeb využívá v současné době právě síť GSM, a to v počtu okolo tří miliard uživatelů v téměř 220 zemích světa.

Jelikož je hlasová komunikace přes GSM plně digitální, což předurčuje i zařazení do druhé generace, znamená to, že integrace s datovými službami mohla být provedena nedlouho po její implementaci. Datové pakety se oficiálně do standardu přidaly v roce 1997, a to pod názvem GPRS (viz kapitola 3.4.1). Schéma sítě GSM zobrazuje Obrázek 5 – Struktura sítě GSM. [14]



Obrázek 5 – Struktura sítě GSM [20]

Technická specifikace GSM:

- Frekvence 850/900/1800/1900 MHz
- Vícenásobný přístup pomocí TDMA
- Plně digitální přenos hlasu
- Plně podporovaný roaming
- 4 typy buněk (makro, mikro, piko a deštníkové buňky)
- Maximální dosah buňky je 35 km [13]

Roaming je služba dovolující využít buňky cizí sítě při přenosu signálu. Roamingové partnerství je podmíněno roamingovou smlouvou, díky níž mohou uživatelé jedné sítě využívat služby sítě druhé. Rozlišujeme národní a mezinárodní roaming. Podmínkou, která je nutná pro využití této služby je kompatibilita telefonu s typem sítě.

V sítích GSM se využívají 4 různé druhy buněk:

- Makro buňky – jsou umístěny na základnové stanici, stožáru či budově, vždy nad úrovní střech, viz. Obrázek 6 – Makro BTS stanice
- Mikro buňky – umístění v zastavěných oblastech, anténa umístěna pod úrovní střech
- Piko buňky – využívají se v uzavřených prostorách budov, průměrný dosah 20 - 40 metrů

- Deštníkové buňky - používají se pro pokrytí oblastí v tzv. stínech a na vyplnění mezer mezi buňkami. Z technického hlediska se jedná o klasické makro buňky, pojem „deštníkové“ se pro ně používá pro jejich specifické užití



Obrázek 6 – Makro BTS stanice [15]

Historie GSM v bodech:

- 1982 – založení Groupe Spécial Mobile (GSM)
- 1987 – definice technických základů
- 1990 – definována specifikace GSM (6000 stran)
- 1991 – první spuštění ve Finsku
- 1998 – GSM převedeno pod 3GPP (původní plány na 3. generaci)
- 1998 – zavedení předplacených služeb

3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) je dohoda vzniklá v prosinci roku 1998. Cílem dohody bylo vyvinout technologii třetí generace rozvinutím současné technologie GSM.

GSM a SIM (Subscriber Identity Module) karta

Jedním z hlavních prvků využívaných v síti GSM je SIM karta. Jedná se o smart kartu, obsahující informace potřebné k přihlášení uživatele do sítě. Je možné na ni také uložit telefonní seznam či SMS. SIM karta je samostatný modul, který může uživatel vyjmout z mobilního přístroje a využít ho v jiném GSM zařízení. Vzhled SIM karty se ukazuje Obrázek 7 – SIM karta společnosti O2.



Obrázek 7 – SIM karta společnosti O2 [21]

Bezpečnost sítě GSM

Bezpečnost sítě GSM již s dnešním odstupem času nedostačuje nárokům na soukromí, které jsou v současnosti na datové přenosy kladeny. Systém zabezpečení hovorů je chráněn dvěma základními šiframi A5/1 a A5/2, ale obě jsou v reálném čase prolomitelné. Je zde však otevřená možnost pro operátory šifru bez větších problémů obměnit. Dalším nedostatkem je autorizace, která je pouze jednostranná, při které je uživatel autorizován do sítě a chybí opak. [14]

3.3.2. Technologie IDEN

IDEN (Integrated Digital Enhanced Network) je technologie vyvinutá firmami NEXTEL a MOTOROLA v roce 1994 pro rozšíření sítě TDMA o dodatkové služby jako jsou například Push-to-Talk nebo SMS.

Technická specifikace IDEN:

- Frekvence 806-821/851-866 MHz
- Vícenásobný přístup pomocí TDMA
- Plně duplexní přenos
- Počet kanálů - 30 (6 uživatelů na kanál)
- Šířka kanálu - 25KHz
- Modulace - M16-QAM [22]

3.4. Dva a půltá generace mobilních technologií

Pod pojmem dva a půltá generace můžeme vidět popis systému druhé generace, který obsahuje navíc paketovou komunikaci. Výraz dva a půltá generace není oficiální označení na rozdíl od druhé či třetí generace. Používá se především pro účely obchodování, ale je již natolik zobecněný, že jej najdeme i v nejedné odborné literatuře.

Rozdíl mezi dva a půltou a třetí generací je takový, že u provozu třetí generace běží všechna data i hlas na jedné síti, kdežto v nižších generacích jsou datové a hlasové služby ve zvláštní síti.

Mezi nejznámější zástupce dva a půlté generace patří bezesporu GPRS (General Packet Radio Service), které rozšiřuje služby druhé generace o rychlejší data.

3.4.1. Technologie GPRS

GPRS (General Packet Radio Service). Jedná se o technologii vysokorychlostních datových přenosů umožňující efektivní mobilní připojení k IP sítím, tedy především internetu. Důležitá je i možnost neustálého online spojení bez nutnosti vytáčení čísla pro spojení se vzdáleným počítačem. Zrychlení datového přenosu ovlivnilo především sdružení více přenosových kanálů.

Zařízení využívající GPRS se dělí do tří skupin:

- Třída A – mobilní telefon umí využít GPRS a GSM mód současně
- Třída B - lze použít GPRS připojení nebo hovořit přes GSM mód - nelze využít obě služby dohromady (v jednom čase), je zde však možné přerušit a znovu obnovení datového přenosu
- Třída C - jen GPRS mód nebo jen GSM mód

Pro GPRS není určena konkrétní přenosová rychlost jako u klasického datového přenosu v GSM (9,6 kbit/s), ale může být proměnná i během samotného přenosu. Je závislá především na kvalitě spojení a tím automaticky zvoleného kódovacího schématu a na využití kapacity BTS, na které je prováděn datový přenos, to znamená počet přidělených timeslotů.

Kódovací schémata jsou čtyři a liší se úrovní zabezpečení proti chybám při přenosu dat.

- CS1 - největší zabezpečení přenosu dat, nejnižší rychlost - 9 kbit/s.
- CS2 - střední zabezpečení dat, vyšší přenosová rychlost - 13,4 kbit/s.
- CS3 - minimální zabezpečení dat, přenosová rychlost - 15,6 kbit/s.
- CS4 - bez použití zabezpečení, nejvyšší přenosová rychlost - 21,4 kbit/s.

Kódovací schéma volí mobilní telefon při přenosu dat automaticky v závislosti na momentální kvalitě spojení a signálu.

Jeden kanál GPRS je vnitřně rozdělen na 8 timeslotů. Pro datové přenosy se využívá až 6 timeslotů, a to u přístrojů označovaných GPRS třídou 10 (4+2). Pokud je na BTS přiděleno více timeslotů než jeden, konečná teoretická maximální rychlost se vypočítává jako násobek rychlosti podle použitého kódovacího schématu a počtu timeslotů. Počet přidělených timeslotů pro přenos dat je závislý na typu telefonu a také na vytiženosti BTS, na které je prováděn datový GPRS přenos.

Typ telefonu z pohledu GPRS je brán jako technický počet timeslotů (4+2) pro Downlink a Uplink pro daný telefon. Jednoduchou rovnicí pak můžeme spočítat maximální přenosové rychlosti přístroje při optimálních podmínkách:

CS4 – 21,4 kb/s, telefon typ 4+2

*4*21,4 = 85,6 kbit/s Downlik*

*2*21,4 = 42,8 kbit/s Uplink*

GPRS je paketově-přepínaná technologie, což znamená, že více uživatelů sdílí stejný přenosový kanál a data se přenášejí, pouze když jsou odeslána. Celková kapacita linky může být okamžitě vyhrazena těm uživatelům, kteří zrovna posílají data, což poskytuje vyšší prostupnost tam, kde uživatelé posílají nebo přijímají data periodicky. Prohlížení webových stránek, přijímání e-mailů hned jak přijdou, chatování, to jsou příklady, kde se využívá občasný přenos dat, což prospívá sdílení dostupné kapacity.

GPRS je většinou účtované za přenesené kilobyty, zatímco CSD se účtuje za dobu připojení. [23]

3.5. Nadstavba dva a půlté generace mobilních technologií

Do nadstavby dva a půlté generace řadíme služby, které svou rychlostí nesplňují parametry pro generaci druhou, ale zároveň nejsou uzpůsobeny k hlasové a datové komunikaci dohromady, aby splnily podmínky třetí generace.

3.5.1. Technologie CDMA-2000

Technologie CDMA-2000 (Code Division Multiple Access 2000) je mobilní technologie na rozhraní dva a půlté a třetí generace, určenou pro hlas a data.

CDMA2000 funguje v několika frekvenčních pásmech:

- 450 MHz
- 800 MHz
- 1 700 MHz
- 1 900 MHz
- 2 100 MHz

Vývojová stádia CDMA:

- CDMAone
- CDMA2000 1x
- CDMA2000 1xEV-DO (maximální rychlost přenosu dat 2,44 Mb/s)
- CDMA2000 1xEV-DV (teoretická max. přenosová rychlost 5 Mb/s)
- CDMA2000-3xRTT (maximální rychlost přenosu dat 2 Mb/s)

CDMA 450, neboli CDMA2000 1xEV-DO představuje technologii, pracující se staršími základnovými stanicemi NMT (Nordic Mobile Telephone) u nás využívanými pro síť TIP. Díky lepšímu šíření signálu není potřeba tak velké množství těchto stanic jako v sítích GSM. Toho také využil operátor Eurotel (nyní Telefonica O2 a.s.), který vylepšil vysílače sítě TIP nadstavbu ve formě CDMA 450. K činnosti se využívá stejné frekvenční pásmo 450 MHz.

CDMA2000 1xEV-DO je původně nadstavba třetí generace pro starší síť CDMA2000 1X, které poskytují klasické hlasové služby a paketové přenosy o rychlosti 144 Kb/s. V takových sítích funguje CDMA2000 1xEV-DO jako nové rádiové rozhraní, podobně jako UMTS pro síť GSM/GPRS. [29]

3.5.2. Technologie EGPRS

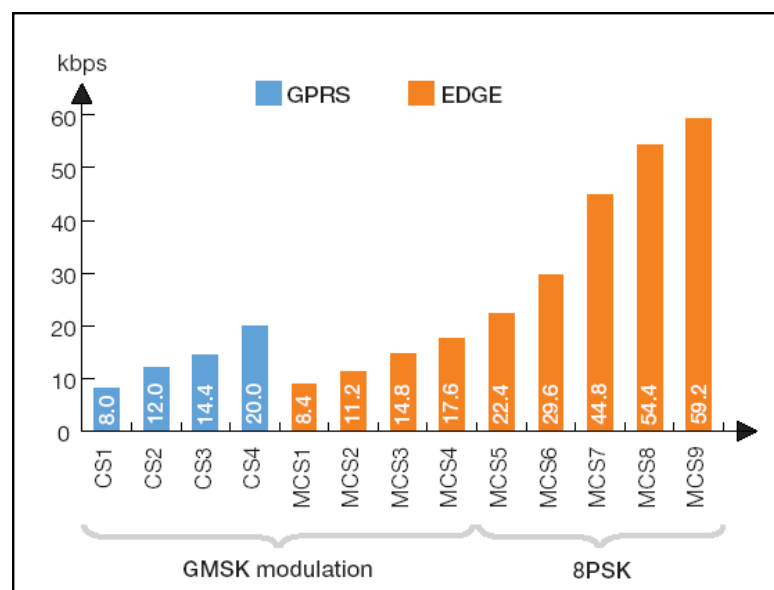
EGPRS (Enhanced General Packet Radio Service) je částí implementace EDGE a je tedy také rozšířením služby GPRS.

Nové prvky EGPRS:

- nová modulace 8-PSK vedle standardní GMSK
- devět kódových a modulačních schémat
- nově přepracovaná vrstva RLC/MAC
- inkrementální redundance
- větší délka okna

3.5.3. Technologie EDGE

EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) je rozšíření technologie GPRS. Vyšší rychlost je dosažena jiným způsobem modulace a rozšířením počtu kódovacích schémat ze stávajících čtyř v GPRS o dalších devět pro EDGE, přičemž první čtyři jsou totožné. Viz Obrázek 8 – Kódovací schémata GPRS a EDGE.



Obrázek 8 – Kódovací schémata GPRS a EDGE [28]

Na rozdíl od GPRS je u EDGE v schématech MCS5-MCS9 použita modulace 8-PSK, která dovoluje přenést tři informační bity pomocí jednoho symbolu na rádiové vrstvě, GPRS dovoluje přenést s modulací GMSK pouze jeden informační bit na jeden symbol.

Rozšíření EDGE zahrnuje dvě hlavní části:

- EGPRS (Enhanced GPRS) – pro přepínání paketů – paketové přenosy
- ECSD (Enhanced Circuit Switched Data) – pro přepojování okruhů

K využití služby třeba mobilního telefonu nebo jiné zařízení, které tuto technologii podporuje. [24]

3.6. Třetí generace mobilních technologií

Třetí generaci mobilních telefonů zastupují služby se schopností přenášet hlas i data zároveň, bez vzájemného omezení. Hlavní službou využívanou v těchto sítích měly být videohovory, které se ale v České republice příliš neujaly, což dokazuje jednak stále prodlužovaná speciální sleva prezentovaná na webu společnosti O2, tak fakt, že najít uživatele, který bude u O2 a současně se bude nacházet v dosahu sítě třetí generace, není jednoduché. Nejrychlejší nástup technologií třetí generace byl zaznamenán v Japonsku, zatímco v Evropě byl nástup třetí generace zbrzděn vysokou cenou prodávaných licencí na potřebná pásma.

Mobilní sítě třetí generace nejsou sítěmi podle standardu IEEE 802.11, ale jsou sítěmi určenými pro personální zařízení, například (PDA) nebo mobilní telefony.

3.6.1. Technologie W-CDMA

W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) je euro-japonský standard sítě mobilních telefonů třetí generace a je součástí standardů ITU-2000. Definuje pozemní (UTRA - UMTS Terrestrial Radio Access) a satelitní (USRA) mobilní službu. Již z názvu vyplývá, že se jedná o standard využívající širokopásmové dělení pomocí CDMA.

Standard W-CDMA je často zaměňován s názvem UMTS a to právem. W-CDMA je technický název standardu zatím co UMTS je označením ekonomicko-politickým, které je více zažité. [29]

3.6.2. Technologie UMTS

UMTS (Universal Mobile Telecommunication Systém) je systém třetí generace, který byl plánován jako nástupce technologie GSM.

Struktura UMTS sítě [27]

- Uživatelská stanice - obecně mobilní telefon či terminál schopný přistupovat k UMTS síti.

- Obecná radiová přístupová síť (GRAN) - představuje přístupové médium transportující informace mezi uživatelskou stanicí a jádrem sítě. Standard IMT-2000 ponechává otevřenou otázku, jak má GRAN vypadat, a tím se naskýtají možnosti budoucímu rozšíření a dalším standardům. Jako GRAN mohou sloužit již existující mobilní digitální standardy, nebo nové standardy, které obsahují UMTS koncept – například UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network). GRAN se sestává dále ze dvou subkomponent:
 - základnových stanic označovaných jako Node B (Základna uzlu - jde o ekvivalent pojmu BTS v GSM sítích).
 - RNC (Radio Network Controller), ovladače radiové sítě.
- Jádro sítě - je samotný balík služeb poskytovaný UMTS sítí a rozhraní k ostatním službám, například k jiným telefonním sítím či do internetu. Dnes se předpokládá, že pro nasazení UMTS se bude používat společné jádro sítě pro UMTS a GSM, tedy že operátor upgraduje svoje stávající GSM jádro sítě tak, aby vyhovovalo požadavkům UMTS.

UMTS nabízí dva režimy oddělení uplinku a downlinku:

- TDD (Time Division Duplex) – uplink a downlink fungují na stejné frekvenci, střídání se na základě různých time slotů
- FDD (Frequency Division Duplex) – uplink a downlink fungují současně na oddělených frekvencích

Fast-UMTS je bezdrátová širokopásmová síť, která využívá technologii UMTS TDD, funguje v České republice pod názvem „Internet 4G“. Poskytuje zákazníkům rychlejší datové přenosy při stahování dat (downlink) – teoreticky až 2.2 Mb/s přes Fast-UMTS oproti max. 384 kb/s přes standardní UMTS, rychlejší datové přenosy při odesílání dat (uplink) – teoreticky až 1.1 Mb/s přes Fast-UMTS oproti max. 128 kb/s přes UMTS a nižší latenci okolo 50 ms přes Fast-UMTS oproti 200 ms.

Služba Fast-UMTS je v síti T-Mobile využívána pouze pro datové účely a k tomu jsou přizpůsobeny zařízení pro příjem signálu (modem). Jeden z modemů nabízených společností T-Mobile ukazuje Obrázek 9 – PCMCIA karta „4G Combi karta“. [25]



Obrázek 9 – PCMCIA karta „4G Combi karta“ [26]

Frekvence využívané v UMTS:

- Párové kmitočty (FDD)
 - 1920 – 1980 MHz uplink
 - 2110 – 2170 MHz downlink
- Nepárové kmitočty (TDD)
 - 1900 – 1920 MHz
 - 2010 – 2025 MHz
- Družicové párové kmitočty
 - 1980 – 2010 MHz
 - 2170 - 2200 MHz [27]

3.7. Tři a půltá generace mobilních technologií

Tato kapitola pojednává o technologii HSDPA, jakožto hlavním zástupci tři a půlté generace mobilních technologií.

3.7.1. Technologie HSDPA

HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) je protokol mobilní telefonie tři a půlté generace. Objevil se v pátém vydání standardu UMTS a je dostupný jak pro UMTS FDD, tak pro UMTS TDD.

Hlavní změny proti UMTS jsou přímo na radiové části sítě, tedy na RNC a Node B

- Přesunutí části úkolů z RNC na Node B
- Základnové stanice se starají o plánování a řízení místo RNC
- Většina funkcí MAC (Medium Access Control) je z RNC přesunuta na Node B

Tyto změny na sebe váží potřebu výkonnějšího hardwaru potřebného na Node B

Oproti Release 99 zavádí HSDPA nová schémata pro přenos paketových dat. Namísto rychlého řízení vysílacího výkonu a proměnného faktoru rozprostření se používá dynamická adaptivní modulace a kódování, více kódové operace, rychlé plánování a opakované odesílání na fyzické vrstvě.

Technická specifikace HSDPA:

- Rok spuštění – 2005
- Typ přístupu - WB-CDMA
- Kmitočtové pásmo 873/1900 MHz
- Šířka kanálu 5 MHz
- Průměrná rychlost 550 – 1100 kbit/s [31] [32]

3.8. Nadstavba tři a půlté generace mobilních technologií

Tato kapitola se zaměřuje na technologie na rozhraní třetí a čtvrté generace, jelikož však čtvrtá generace nebyla přesně definována, jsou tyto služby zařazeny jako doplněk generace tři a půlté. Mezi nejvíce diskutované zástupce patří technologie WiMax.

3.8.1. Technologie WiMax

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) je vyvíjející se bezdrátovou technologií definovanou v řadě norem IEEE 802.16. Jde o standard zaměřený na venkovní sítě, jako doplněk k WiFi. Cílem tohoto standardu je vytvořit levný a snadno rozšířitelný širokopásmový přístup k internetu.

Historie standardu 802.16:

- 1998 počátku standardu
- 2000-2002 intenzivní vývojová činnost
- 2002 publikována první verze (802.16)
- 2003 druhá verze standardu (802.16a)
- 2005 verze označovaná jako „mobilní WiMax“ (802.16e)

802.16 byl specifikován pro přímou viditelnost na frekvenčním pásmu 10-66 GHz, přenosová rychlost se zde pohybuje až u hranice 134 Mb/s. U varianty 802.16a z dubna 2003 je frekvence v rozsahu 2-11 GHz. U nižších frekvencí již není vyžado-

vána přímá viditelnost. Dosah této varianty se pohybuje v rozmezí 40-70 km a rychlost je 70 Mb/s.

Rozdíly WiMax a WiFi

- WiMax je systém s velkým dosahem, který je schopen pokrýt mnoho kilometrů čtverečných, a který obvykle používá licencovaná kmitočtová spektra. Různé 802,16 standardy poskytují různé druhy přístupu.
- WiFi je systému s kratším dosahem, typicky několik desítek metrů, který používá pro přístup k síti nelicencované spektrum. WiFi se používá pro přístup uživatele do sítě, síť ale nemusí být připojena k Internetu.
- WiMax a WiFi mají zcela odlišné mechanismy QoS (Quality of Service). WiMax používá mechanismus založený na spojení mezi základní stanicí a zařízením uživatele, kde každý spoj má svůj vlastní specifický algoritmus, což znamená, že QoS mechanismus je zaručen pro každý tok. WiFi zavedla QoS mechanismus podobný jako v síti ethernet, kde pakety mohou získat prioritu na základě jejich značky. To znamená, že QoS je relativní mezi pakety.

Pracovní frekvence technologie WiMax:

- 3,5 GHz - Licencované, mezinárodní pásmo
- 10,5 GHz - Licencované, mezinárodní pásmo (v ČR bezlicenční)
- 2,5 – 2,7 GHz - Licencované, USA, Severní Amerika
- 2,4 GHz - Nelicencované, mezinárodní
- 5,725 – 5,825 GHz - Nelicencované, mezinárodní [30]

4. Mobilní operátoři v Evropě

Díky silnému konkurenčnímu prostředí vznikaly v Evropě a v celém světě skupiny mobilních operátorů, které sdružovaly svou strategii, a časem se seskupily pod jednu silnou značku. Nejlepším příkladem je Vodafone, který je v současné době nejsilnější skupinou mobilních operátorů ve světě seskupující 28 operátorů.

Skupina Vodafone

Název operátora Vodafone vznikl z anglických slov „Voice Data Phone“. Je největší skupina mobilních operátorů působících v Evropě sdružující 28 operátorů z celého světa. Největší světové prvenství v počtu zákazníků má však operátor „China MOBILE“. Firma Vodafone na světovém trhu působí od roku 1985. Vodafone také přinesl do mobilní komunikace roaming a mezinárodní hovory. V současnosti má celá skupina Vodafone 186,8 milionů zákazníků

Skupina T-Mobile

T-Mobile, jakožto nadnárodní skupina mobilních operátorů, je centrálně řízena německými akcionáři v čele s vlastníkem Deutsche Telekom. Společnost rozšiřuje své působení cíleným zakoupením slabších, již působících operátorů, které později vystupují pod značkou T-Mobile nebo případně T-com.

Nejvýznamnějšími zástupci z řad „T-Mobile zemí“ je Německo a Česká republika, ta přináší do společné kasy Deutsche Telekomu největší podíl zisku, dalšími jsou ještě například Nizozemsko či Rakousko.

Vznik skupiny se datuje k založení Deutsche Telekom, a to k roku 1990. Celá mezinárodní skupina má 125 miliónů zákazníků k datu 30. červnu 2008.

Skupina Orange

Orange je název operátorů spadající pod společenství France Telecom. Skupina Orange je velmi mladá, vznikla v roce 2005. Celá skupina France Telecom má 174 miliónů zákazníků k 30. srpnu 2008, z čehož pod Orange spadá 113,8 miliónů. Všichni operátoři Orange vystupují pod jednotným logem, viz Obrázek 10 - Logo mobilního operátora Orange.



Obrázek 10 - Logo mobilního operátora Orange [37]

Skupina O2

Skupina O2 je velká společnost v současné době čítající 24 členů po celém světě s více než 233 miliónů zákazníků. V roce 2006 O2 oznámila spojení se skupinou Telefonica a tvoří tak velmi silnou dvojici se společnými cíli. Oba operátoři vystupují pod společným názvem Telefonica O2.

Skupina Telefonica

Společnost Telefonica byla založena dne 19. dubna 1924 jako akciová společnost. Na začátku roku 2006 se Telefonica spojila se společností O2. Dnes je jedním z vedoucích integrovaných telekomunikačních operátorů po celém světě. Logo viz. Obrázek 11 - Logo mobilního operátora Telefonica.



Obrázek 11 - Logo mobilního operátora Telefonica [42]

4.1. Operátoři v České republice

Historii veřejných mobilních komunikačních služeb zahájila v roce 1991 společnost Eurotel, která na území České republiky vybuodovala síť technologie NMT s obchodním názvem TIP. Po dobu pěti let pak v České republice, díky exkluzivní smlouvě, působil pouze Eurotel.

V roce 1996 se smluvní exkluzivita uvolnila a na trhu se objevil další subjekt, kterým byla firma RadioMobil a.s., která přišla se značkou Paegas.

Třetí operátor do otevřeného konkurenčního prostředí vstoupil v roce 2000 pod názvem Oskar. Čtvrtý a zatím poslední poskytovatel mobilních služeb je U:fon, jehož nástup je spjat s rokem 2007. Časovou osu ukazuje Obrázek 12 – Časové znázornění nástupu mobilních operátorů v ČR



Obrázek 12 – Časové znázornění nástupu mobilních operátorů v ČR

Mobilní operátoři jsou v dalších podkapitolách řazeni podle počtu zákazníků a to k 30. červnu 2008.

4.1.1. T-Mobile

Společnost T-Mobile začala své působení na českém trhu pod obchodním názvem Paegas (logo viz Obrázek 13 – Původní logo Paegas). Zakládající společnost Radio-Mobil a.s. zahájila svůj provoz 30. září 1996. V roce 2002 přebírá Paegas název T-Mobile a v roce 2003 se mění i obchodní značka (Nové logo viz Obrázek 14 - Logo mobilního operátora T-Mobile).



Obrázek 13 – Původní logo Paegas [41]

V současné době je T-Mobile největším operátorem na Českém trhu, a to jak s největším počtem zákazníků (5,313 miliónů) tak i s největším ziskem 16,2 miliardy Kč.



Obrázek 14 - Logo mobilního operátora T-Mobile [35]

Služby nabízené mobilním operátorem:

GSM hovory, SMS, GPRS, MMS, EDGE, UMTS TDD (Internet 4G) [35]

4.1.2. Telefonica O2

Původní název současné Telefonica O2 byl Eurotel, viz Obrázek 15 – Původní logo Eurotel. Eurotel byl prvním mobilním operátorem v České republice. Založen byl v roce 1991 společnými vlastníky SPT Telecom a Atlantic West. První komerčně provozovanou sítí od roku 1991 byla v České republice NMT na frekvenci 450 MHz s obchodním názvem TIP, která byla v roce 2006 ukončena a kapacity vysílačů 450 MHz byly dále využity pro datovou síť HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). Od roku 2001 vlastní Eurotel licenci na provoz sítě UMTS a od prosince 2005 byl v Praze a Brně jeho provoz spuštěn.



Obrázek 15 – Původní logo Eurotel [39]

Od 1. září 2006 je vlastníkem společnosti nově vzniklá Telefonica O2 a.s., viz Obrázek 16 - Logo mobilního operátora O2, která zastřešila jak Eurotel, tak i provozovatele pevných linek – Český Telecom. O2 má ke dni 30. června 2008 5,16 miliónů mobilních zákazníků.



Obrázek 16 - Logo mobilního operátora O2 [36]

Služby nabízené mobilním operátorem:

GSM hovory, SMS, GPRS, MMS, W-CDMA a UMTS data, videohovory

4.1.3. Vodafone

Společnost Vodafone se na českém mobilním trhu objevila poprvé pod názvem a značkou Oskar (viz. Obrázek 17 – Původní logo Oskar), a to 1. března 2000 jako třetí mobilní operátor. Hlavním vlastníkem a zakladatelem byla společnost Český Mobil a.s. Během necelého roku se Oskaru podařilo vystavět vlastní konkurenci schopnou mobilní síť a během prvního roku v silné konkurenci získal první milión zákazníků.



Obrázek 17 – Původní logo Oskar [40]

V roce 2005 se Oskar stal členem skupiny Vodafone, který je nyní jeho stoprocentním vlastníkem a zároveň převzal název a obchodní značku Vodafone (viz Obrázek 18 – Logo mobilního operátora Vodafone). Poslední zveřejněné statistiky hovoří o 2,582 milionů zákazníků k datu 30. září 2007.



Obrázek 18 – Logo mobilního operátora Vodafone [34]

Služby nabízené mobilním operátorem:

GSM hovory, SMS, GPRS, MMS, EDGE [34]

4.1.4. U:fon

Značku U:fon (viz. Obrázek 19 – Logo mobilního operátora Ufon) můžeme v Čechách najít od května 2007. Společnost provozující tuto značku patří do skupiny společnosti MobilKom a.s., která vlastní většinu licencí, potřebných pro fungování v České republice.

MobilKom byl založen v roce 1993 jako spojení firem Motorola, Connektel a Konnektel za účelem provozu veřejných sítí v České republice. Od roku 1998 vlastní MobilKom licenci od ČTÚ (Českého telekomunikačního úřadu) pro připojení do veřejné telefonní sítě.



Obrázek 19 – Logo mobilního operátora Ufon [38]

Služby nabízené mobilním operátorem:

CDMA 2000 hovory a data

5. Technologie budoucnosti

Na základě získaných informací o vývoji mobilních technologií od jejich prapočátku, které jsou shrnuty v kapitole: Mobilní telekomunikační technologie, můžeme vytvořit strom vývoje. Takovýto strom by u „svých kořenů“ měl technologie nulté generace a na hrotech nejvyšších větví by se nacházely nejnovější technologie, mezi nimiž bezesporu nebude chybět například WiMax.

Při vývoji většiny technologií počínaje druhou generací byl v cílech vývoje zařazen požadavek globální využitelnosti, to je možnost propojit touto technologií celý svět do jediné sítě. Tyto plány však často ztroskotaly na licencích frekvenčních pásem či vývoji novějších a rychlejších technologií.

Proto jako jeden z hlavních požadavků na mobilní telekomunikační technologii budoucnosti můžeme označit právě globální využitelnost.

Jelikož se předpokládá, že v nedaleké budoucnosti bude většina služeb mobilních operátorů probíhat jako propojení s celosvětovou sítí Internetu, a objemy dat, které internet obsahuje, jsou velmi těžko vyčíslitelné, bude významným parametrem pro tyto služby rychlost přenosu dat, a to jak uplink tak i downlink. Jejich rychlost dosahuje v současných systémech hranice desítek megabitů za sekundu a dle predikce vývoje se dá soudit, že rychlosti ještě porostou. Hlavní překážkou růstu těchto parametrů však i nadále zůstává kapacita přenosových tras mezi jednotlivými přípojnými body, případně BTS.

Latence je další z klíčových parametrů. V dnešní době tento parametr ocení spíše hráči online her. Parametr vyjadřuje zpoždění, s jakým data doputují na místo určení, nebo se také setkáváme s pojmem rychlost odezvy. Snadným nástrojem pro zjištění odezvy připojení je příkaz využitelný v příkazové řádce, jehož postačující syntaxe je:

ping Název_cíle (například www.upce.cz)

kde do názvu cíle můžeme uvést webovou či IP adresu cílového místa. Výsledkem příkazu je potom informace o tom, zda byl požadavek úspěšný a jak dlouho trvalo doručení dat na toto cílové místo, tedy odezva.

U mobilních sítí druhé a dva a půlté generace se latence pohybuje v řádech stovek a možná i tisíce milisekund. Třetí generace přináší zvrát a některé technologie, například UMTS-TDD již garantují odezvu pohybující se okolo 50 ms. Nejlepších výsledků z pohledu odezvy dosahují pevné IP sítě, kde se rychlost dostává pod hranici 1 ms, to vše ale na úkor komfortu připojení odkudkoliv.

Nyní se nacházíme v době, kdy je velký tlak veden na ochranu osobních údajů a obecně ochranu soukromí, proto nesmíme zapomenout ani na prvky zabezpečující ochranu celé sítě proti útokům a ochranu dat, které na sítí putují. Proto v návrhu sítě uvažují o vhodném kódování, které musí být dostatečně silné a zároveň velmi rychlé.

Pokud budeme uvažovat o zcela nové technologii, měla by být již postavena na topologii sítě protokolu IPv6, jelikož je zřejmé, že kapacity protokolu IPv4 z pohledu adresního prostoru jsou už z dnešního hlediska téměř nedostačující.

Situace, ve které se mobilních trh v České republice nachází, přinese do budoucna díky silnému konkurenčnímu prostředí i nové technologie a to vše díky tomu, že tři nejsilnější skupiny mobilních operátorů operují na našem území, a technologie, které se ve světě úspěšně využívají, mohou díky svým zkušenostem přinést i k nám.

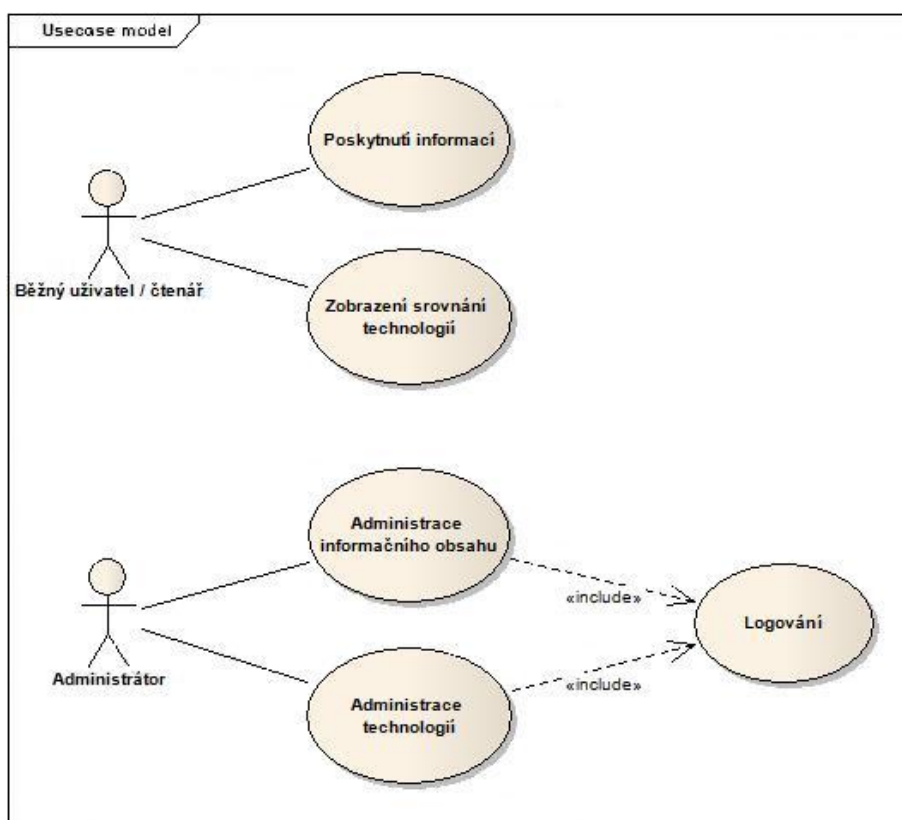
6. Praktická část

Cílem praktické části bakalářské práce je zpracování webové prezentace zaměřené na technologie využívané v České republice i v zahraničí a vytvoření jednoduché srovnávací aplikace pomocí PHP (Personal Home Page), která nabídne uživateli po zadání základních informací srovnání technologií. Kritéria pro srovnání technologií vybírá uživatel z předvolených položek. Dalším cílem byla možnost jednoduché administrace obsahové části.

6.1. Návrh zpracování zadaného problému

Prvním krokem před zahájením samotného návrhu aplikace bylo pojmenování aplikace, tu jsem nazval MoTel.

Pro návrh webové aplikace MoTel jsem využil své dosavadní zkušenosti práce analytika a navrhl jsem základní Use-Case diagram pokrývající očekávané funkčnosti (viz Obrázek 20 - Use Case diagram).



Obrázek 20 - Use Case diagram aplikace MoTel

Use-Case diagram obecně zobrazuje vztahy mezi funkčnostmi systému a aktéry, tedy lidmi či systémy přicházejícími do interakce s tímto systémem.

Jsou zde navrženi dva základní aktéři, „běžný uživatel/čtenář“ a „Administrátor“ a pět základních funkčností, které by měl systém nabídnout. Jedná se o „Poskytnutí informací“ a „Srovnání technologií“ a z administrátorského pohledu „Administrování informačního obsahu“ a „Administrování technologií“, které jsou jako služby přístupny po „Zalogování“ uživatele. Je možné, že finální verze modelu bude ještě rozšířena o další funkčnosti, ale tyto jsou z pohledu prvotní analýzy klíčové.

6.2. Postup při tvorbě aplikace MoTel

Již v zadání bakalářské práce byly určeny technologie, které mají být použity k vytvoření webové prezentace. Základní podmínkou vyplývající ze zadání je využití PHP propojeného s úložištěm dat MySQL (My Structured Query Language). Další technologie, které jsou v prezentaci použity, se váží na vzhled a jsou to HTML (HyperText Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets) a JavaScript.

Při realizaci byly použity následující nástroje:

- PSPad – freeware editor, verze 4.5.2
- Easy PHP – freeware, jednotný ovládací prvek pro Apache, MySQL a PHP, verze 1.8.0.1
- Malování – standardní vybavení MS Windows
- Adobe Photoshop – verze 9.0, nástroj pro profesionální úpravu obrázků, zkušební verze

6.2.1. Tvorba vzhledu

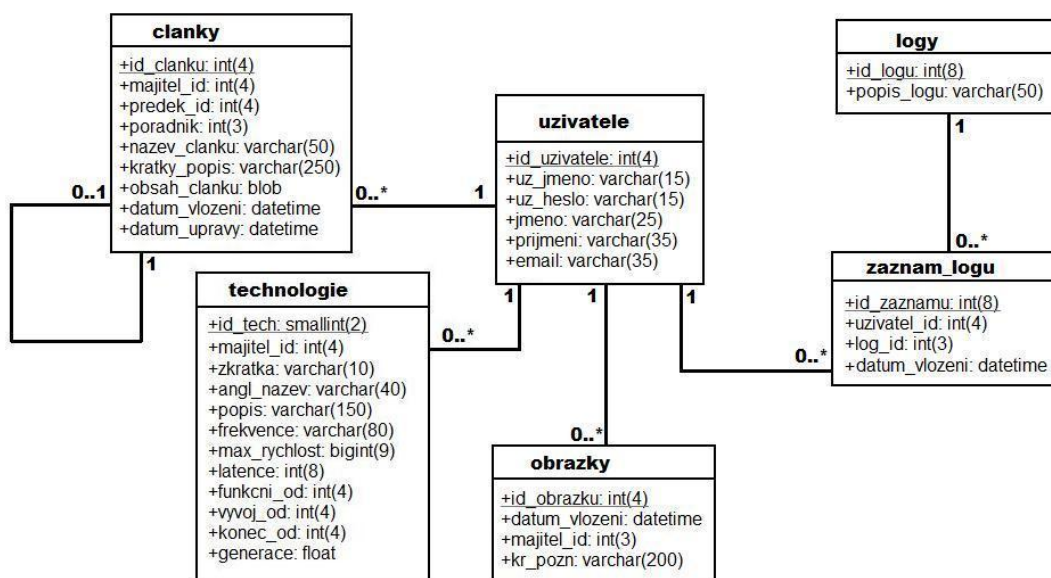
Prvotním krokem při samotné tvorbě prezentace, bylo vytvořit vzhled, který by byl uživatelsky přívětivý, a zároveň, aby bylo jednoduché automatizovat generování jednotlivých menu. Na základě zkušeností z předchozích projektů byl zvolen osvědčený vzor vizuálně upravený pomocí CSS. Ten se skládá ze čtyř základních částí, a to hlava, boční menu, obsahová část a pata. Ukázky vzhledu viz Obrázek 24 – ukázka z

webové aplikace MoTel – informační obsah a Obrázek 25 – ukázka z webové aplikace MoTel – administrace.

- Hlava obsahuje
 - Malé navigační menu
 - Titul stránky velkými písmeny
 - Hlavní navigační menu
- Boční menu
 - Obsahuje odkazy na obsah prezentace
 - Je umístěno netypicky vpravo
- Obsahová část
 - Zde se zobrazuje obsah všech stránek, včetně administrace
- Pata obsahuje
 - Informace o tvůrci prezentace a další informace vztažené k prezentaci

6.2.2. Návrh tabulek databáze

Druhou částí návrhu bylo navržení vhodných tabulek pro uchování dat v databázi MySQL. Bylo tedy potřeba sjednotit informace o tom, co vše bude třeba uchovávat. Schéma databázové struktury ukazuje Obrázek 21 – Schéma databáze. [2]



Obrázek 21 – Schéma databáze

Na vyobrazeném schématu jsou vidět vypovídající vlastnosti jednotlivých tabulek a data, která jsou zde uchovávána.

Tabulka: *clanky*

Primárním klíčem tabulky je *id_clanku*, který je generován automaticky pomocí databázové funkce *auto_increment*. *Majitel_id* určuje identifikátor zakladatele článku, *predek_id* je identifikátor článku, který je ve stromové hierarchii článku nadřazený, pokud žádný takový není, je přidělena hodnota 0, která je zároveň hodnotou výchozí. *Poradnik* slouží k seřazení článků, tato proměnná je při vložení získána na základě počtu článků se stejným *predek_id*. Při vkládání její hodnota 0 a dále je možné ji měnit díky funkcím v administrátorském módu. Další proměnné jsou již pouze hodnoty informačního charakteru, jako například *nazev_clanku*, *obsah_clanku* či *datum_upravy*, které informuje o datu a času poslední úpravy článku.

Tabulka: *technologie*

Primárním klíčem je zde *id_tech* a identifikátor zakladatele článku *majitel_id*. Všechna ostatní data jsou opět data informační, z nichž některá textová, například *popis* či *frekvence* a některá slouží k porovnávání, například *max_rychlost* nebo *voj_od*.

Tabulka: *uzivatele*

Tabulka *uzivatele* uchovává všechny důležité informace o uživateli. Každý uživatel má své jednoznačné ID, v tomto případě primární klíč *id_uzivatele*. Dále jsou zde informace důležité pro přístup a to jsou *uz_jmeno* a *uz_heslo*, které se kontrolují při vstupu do administrativní části a poslední tři řádky tabulky jsou *jmeno*, *prijmeni* a *email*, které jsou využity k identifikaci uživatelů.

Tabulka: *obrazky*





















V tabulce *obrazky* jsou uložena data o existujících obrázcích nahraných na server pomocí webového formuláře. V případě obrázků je primární klíč opět podobný jako v předchozích případech, *id_obrazku*, nicméně není již generován automaticky pomocí funkce *auto_increment*, nýbrž jeho hodnota je získána jako číslo následující po nejvyšší hodnotě v tabulce obsažené. Tabulka následně uchovává datum uložení obrázku (*datum_vlozeni*), identifikátor majitele obrázku (*majitel_id*) a krátký slovní popis (*kr_pozn*).

Tabulka: *zaznam_logu*

Primárním klíčem této tabulky je *id_zaznamu*, který je jako číslo generován funkcí *auto_increment*. Tabulka dále obsahuje řádek *uzivatel_id* a řádek *log_id*. Tyto dva záznamy jednoznačně určí kdo a co změnil. Posledním údajem, který je pro logování změn důležitý, je bezesporu čas, který se ukládá na řádek s názvem *datum_vlozeni*. Zápis do tabulky *zaznam_logu* je prováděn voláním funkce v PHP a to vždy, když dochází ke změnám v databázi či změně podoby prezentace.

Tabulka: *logy*

Poslední tabulkou ve výčtu je tabulka se jménem *logy*. Ta obsahuje dva řádky a to *id_logu* jako primární klíč tabulky a popis logu, kde je uchována informace co se pod daným kódem bude zaznamenávat. Zde se hodí zároveň ukázka, jakými daty je tabulka naplněna a jak se data vypisují uživateli (viz. Obrázek 22 – záznamy tabulky *logy* a Obrázek 23 – logy zobrazené v administrátorském rozhraní)

← T →	<i>id_logu</i>	<i>popis_logu</i>
<input type="checkbox"/>  	1	Přihlásil se
<input type="checkbox"/>  	2	Odhlásil se
<input type="checkbox"/>  	3	Uložil technologii
<input type="checkbox"/>  	4	Upravil technologii
<input type="checkbox"/>  	5	Změnil hierarchii článků
<input type="checkbox"/>  	6	Vložil článek
<input type="checkbox"/>  	7	Upravil článek
<input type="checkbox"/>  	8	Vložil nového uživatele
<input type="checkbox"/>  	9	Vymazal obrázek z DB
<input type="checkbox"/>  	10	Vložil obrázek do DB

Obrázek 22 – záznamy tabulky *logy*



The screenshot shows a list of logs on the left and a sidebar on the right. The logs list includes columns for time (KDY), user (KDO), and action (CO). The sidebar contains sections for 'Obecné' (General) and 'Nová data' (New data), with various links like 'Odhlášení', 'Záznamy uživatelů', 'Nový článek', 'Nová technologie', 'Nový obrázek na server', and 'Nový uživatel'.

Obrázek 23 – logy zobrazené v administrátorském rozhraní

6.2.3. Programování webové aplikace MoTel

Již v počátku návrhu, při analýze, bylo rozhodnuto, že přístup, který bude pro program zvolen, dostačuje ve formě funkčního programování. Tvorba objektového programu, nebyla určena za vhodnou z důvodu mála funkcí webové prezentace.

Samotné programování mohlo být započato ve chvíli, kdy byl hotový podklad, tak zvaný template. Prvním úkolem bylo rozložit stránku na několik logických částí, které se následně v PHP skriptu slučovaly a generovaly ve výsledku stránku v požadovaném tvaru. Byly tedy vytvořeny tři hlavní díly, které se vkládají (funkce *include*) do stránek, a to *hlava.inc*, *pata.inc* a *bocnice.inc*. Tyto soubory jsou vkládány, až na výjimky, do každého samostatného bloku aplikace. Obsah jednotlivých souborů odpovídá struktuře obsažené v kapitole: Tvorba vzhledu. Tento postup jsem získal spolu s dalšími informacemi o tvorbě webových prezentací z literatury [1] [4] [5] [33].

Jednotlivé funkční celky, provádějící změny v databázi, či měnící zobrazení obsahu jsou všechny napsány jako funkce volané z jednotlivých programových bloků. Funkce jsou pak podle svých vlastností dále rozčleněny do souborů, například *fce_stranka.inc* či *fce_strom.inc* a další, které plní podobnou funkci či operují nad stejnými daty. Podle zaměření konkrétní stránky jsou pak tyto soubory připojovány ke kódu funkcí *include*.

Největší díl práce si vyžádala administrační část prezentace a její jednotlivé funkce, především pak část administrace obsahové části a konfigurace vizuální podoby výsledné stránky. Pro tyto účely jsem využil WISIWYG editor TinyMCE, který nabízí možnost vytvoření a editaci obsahu stylem podobným textovému editoru, například MS Wordu [43].

Soupis jednotlivých funkcí administrátorského módu:

- Vytvoření nového článku – pomocí jednoduchého formuláře otevřeného pomocí javaskriptu v novém okně, zpracování s kontrolou zadaných informací a uložení do databáze
- Editace vytvořených článků
 - Úprava vizuální – totožné s vytvořením, do formuláře se ještě načítají již existující data

- Úprava hierarchie (členění článků ve stromu) – na počátku před samotnou úpravou jsou zobrazeny všechny články, je možnost měnit předka zvolením konkrétního článku a vybráním předka nebo pomocí šipek měnit pořadí (viz Obrázek 25 – ukázka z webové aplikace Motel – administrace)
- Mazání článků – po zvolení smazání článku dochází k odstranění článku z databáze, poté následuje kontrola a úprava zbylých článků a jejich pořadí a jako poslední se převádí kontrola, zda na sebe smazaný článek nevázal potomky a pokud ano, jsou všechny převedeny pod předka původního článku
- Vytvoření technologie – pomocí jednoduchého formuláře, zpracování s kontrolou zadaných informací a uložení do databáze
- Editace technologie – pomocí jednoduchého formuláře, podobně jako při vytváření navíc s načtením existujících dat, zpracování s kontrolou zadaných informací a uložení do databáze
- Mazání technologie – odstranění technologie z databáze
- Vytvoření nového přístupového účtu (uživatelské jméno a heslo) – pomocí jednoduchého formuláře, zpracování s kontrolou zadaných informací a uložení do databáze
- Vkládání obrázků na server – pomocí formuláře s dialogem výběru souboru a popisem obrázku, pomocí PHP je obrázek uložen fyzicky do složky *obrazky_web* pod názvem *obrX.jpg*, číslo X je zároveň *id_obrazku* – identifikátor využívaný v databázi, z toho vyplývá, že záznam o obrázku je zároveň uložen v databázi
- Mazání obrázků ze serveru – při odstranění dochází k uvolnění místa ve složce *obrazky_web* a poté také odstranění obrázku z databáze
- Přihlášení uživatele - po zadání přihlašovacích údajů se provádí kontrola těchto údajů a ošetření proti SQL injection a dále jsou zpracována databází, pokud údaje souhlasí, dochází k přihlášení a nastavení session proměnných, které jsou dále využívány v celé administrátorské části aplikace
- Odhlášení uživatele – po zvolení dochází k odstranění session proměnných a smazání souborů cookies a tím i k odhlášení z administrátorského prostředí

7. Závěr

Technologie se stále vyvíjejí a při rychlosti, kterou vývoj nabírá, se dá jen velmi těžko předpovědět, jaké nároky budou muset splňovat technologie, které budou obsluhovat průměrné i více náročné uživatele za pět či deset let. Je však jisté, že propojení mobilních sítí a sítě Internetu, které dnes vnímáme spíše jako nadstandardní službu, se stane každodenní rutinou. Však i v článku „Microsoft už ví, co přijde po Windows“ se můžeme dočíst, že softwarový gigant Microsoft pracuje na vývoji hardwarově nezávislých prostředí dostupných odkudkoliv. Dá se tedy předpokládat, že právě Internet bude ono médium, které nám tyto služby zpřístupní. [44]

Toto téma jsem vybral na základě svých bohatých zkušeností získaných na telekomunikačním trhu a víceleté spolupráci se společností T-Mobile Czech Republic a.s., kde jsem vykonával práci asistenta informačního centra, později trenéra či vedoucího týmu zákaznického centra.

Výběrem a zpracováním tohoto tématu chci upozornit na technologie, které se kolem nás stále mění a na možnosti, které mobilní Internet přináší a bude moci přinést. Doufám, že právě tato práce přispěje k rozšíření a zlevnění mobilních datových služeb, které jsou u nás v České republice v těchto chvílích, stále pro běžného uživatele finančně nevýhodné.

Cílem této práce bylo shrnout historii mobilních technologií a na základě těchto informací navrhnout kostru, či parametry technologie budoucnosti. Shrnul jsem mobilní technologie počínaje nultou generací, přes nejpoužívanější systém GSM až po vyvíjené a testované technologie typu WiMax. Zpracoval jsem zároveň do této práce informace o mobilních operátorech, jako hlavních šířitelích mobilního signálu. U operátorů v České republice pak ještě uvádím jednotlivé technologie, které užívají.

Co se týká návrhu datové technologie budoucnosti, své představy podávám ve stejnojmenné kapitole, kde se dotýkám všech důležitých parametrů, které by měla tato síť dle mých představ splňovat.

Cílem praktické části bylo vytvoření jednoduché webové prezentace, která měla nabízet jako informační obsah výstupy bakalářské práce. V této části jsem využil své zkušenosti s programováním webových prezentací a navrhl jsem systém pojmenova-

ný MoTel s administrátorským prostředím, který nabízí jednoduchý způsob úpravy obsahu. Pak již nebylo těžké tento obsah doplnit právě informacemi z bakalářské práce.

Posledním cílem bylo vytvořit srovnání technologií, což jsem provedl v rámci webové prezentace. Srovnání probíhá podle určených parametrů. V porovnání může uživatel zadat i vlastní hodnotu a ta je mu pak mezi technologiemi zvýrazněna. Čtenář má tedy přehled, s jakou úrovní se dá jeho parametr srovnávat.

Celá plně funkční aplikace MoTel je dočasně dostupná na internetové adrese bakalarka.piticko.net.

The screenshot displays the MoTel web application interface. At the top, there is a navigation bar with the following tabs: **Hlavní strana**, **Srovnání technologií**, **Mapa WEBu**, **Administrace**, and **O bakalářské práci**. The main content area is divided into two columns. The left column contains text about GSM technology and a diagram titled "Struktura systému GSM". The right column features a list of mobile network generations and technologies.

Text on the left:

GSM (Globální Systém pro Mobilní komunikaci) převzal svou zkratku z původně francouzského názvu „Groupe Spécial Mobile“. Odhaduje se, že více jak 80% uživa-telů mobilních služeb využívá v současné době právě síť GSM, a to v počtu okolo 3 miliard uživatelů v téměř 220 zemích světa.

Jelikož je hlasová komunikace přes GSM plně digitální, což předurčuje i zařazení do druhé generace, znamená to, že integrace s datovými službami mohla být provedena nedlouho po její implementaci. Datové pakety se oficiálně do standardu přidaly v roce 1997, a to pod názvem GPRS (viz kapitola 3.4.1). Schéma sítě GSM zobrazuje Obrázek 5 – Struktura sítě GSM.

Diagram "Struktura systému GSM":

The diagram illustrates the GSM network architecture. It shows a central Mobile Switching Center (MSC) connected to multiple Base Station Controllers (BSC). Each BSC is connected to several Base Transceiver Stations (BTS). Each BTS is connected to multiple Mobile Stations (MS). The diagram also shows a legend for the connections: a blue line for "mikrovlnný spoj BTS - BSC", a green line for "mikrovlnný spoj BSC - MSC", and a red line for "pevný spoj BTS - BTS (optická)".

Legend:

- MS - Mobilní stanice (Mobile Station)
- BTS - Základová stanice (Base Transceiver Station)
- BSC - Základňová řídicí stanice (Base Transceiver Station)
- MSC - Mobilní radiotelefonní ústředna (Mobile Switching Center)
- Mikrovlnný spoj

Right column list:

- Nultá generace
 - ARP
 - AMR
- První generace
 - NMT
- Druhá generace
 - GSM
 - IDEN
- Dva a půlta generace
 - GPRS
- Doplňěk dva a půlté generace
 - CDMA 2000
 - EGPRS
 - EDGE
- Třetí generace
 - W-CDMA
 - UMTS
- Tři a půltá generace
 - HSPDA
 - WiMax

At the bottom of the right column, it says "Mobilní operátoři ČR".

Obrázek 24 – ukázka z webové aplikace MoTel – informační obsah



Obrázek 25 – ukázka z webové aplikace MoTel – administrace

Seznam literatury a dalších zdrojů

- [1] ULLMAN, Larry. *PHP a MySQL*. 1. vyd. [s.l.] : Computer Press, 2004. 534 s. ISBN 80-251-0063-4.
- [2] ŠIMŮNEK, Milan. *SQL kompletní kapesní průvodce*. 1. vyd. [s.l.] : Grada Publishing, 2004. 247 s. ISBN 80-7169-692-7.
- [3] ŠKULTÉTY, Rastislav. *Java Script programujeme internetové aplikace*. 2. vyd. [s.l.] : Computer Press, 2004. 224 s. ISBN 80-251-0144-4.
- [4] BROŽA, Petr. *Tvorba WWW stránek pro úplné začátečníky*. 2. vyd. [s.l.] : Computer Press, 2001. 149 s. ISBN 80-7226-423-0.
- [5] KOSEK, Jiří. *PHP tvorba interaktivních internetových aplikací*. 1. vyd. [s.l.] : Grada Publishing, 2004. 492 s. ISBN 80-7169-373-1.
- [6] *Mobile radio telephone* [online]. Wikipedia - The Free Encyklopedia, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_radio_telephone>.
- [7] *OG* [online]. Wikipedie - otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/OG>>.
- [8] *Autoradiopuhelin* [online]. Wikipedie - otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Autoradiopuhelin>>.
- [9] *RADIOTELEFONNÍ SYSTÉM TESLA AMR* [online]. 1997 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.1start.cz/mobil/cell/amr/amr.htm>>.
- [10] *TESLA AMR* [online]. 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://www.lvi.cz/kovac_radio/tesla%20amr.htm>.
- [11] *Nordic Mobile Telephone* [online]. Seznam encyklopedie, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/188700-nmt>>.
- [12] *Nordic Mobile Telephone* [online]. Wikipedia – The Free Encyklopedia, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Nordic_Mobile_Telephone>.
- [13] KUČERA, Jan. *Mobilní internet dneška a budoucnosti* [online]. 2004 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2004/xkokesov.htm>>.
- [14] *GSM* [online]. Wikipedia – The Free Encyklopedia, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/GSM>>.
- [15] *Soubor:BTS Vodafone.jpg* [online]. Wikipedie - otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:BTS_Vodafone.jpg>.

- [16] *Technické zajímavosti* [online]. KVT-ELEKTRONIKA, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.kvt-elektronika.cz/zajimavosti.htm>>.
- [17] HAAS, Erik. *DLR Homepage* [online]. 2004 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.kn-s.dlr.de/People/Haas/>>.
- [18] *2G* [online]. Wikipedie - otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/2G>>.
- [19] *Slovník pojmů z telekomunikací* [online]. O2 Telefonica a.s., 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://www.cz.o2.com/osobni/cz/o_nas/tiskove_centrum/slovník_pojmu_z_telekomunikaci/index.html>.
- [20] SNÁŠEL, Jaroslav. *Antény systému GSM* [online]. 2007 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.elektrorevue.cz/clanky/04031/index.html>>.
- [21] *O2 Go karta* [online]. SuperStarShop.cz, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://superstarshop.cz/index.php?id=115159>>.
- [22] *Integrated Digital Enhanced Network* [online]. Wikipedia – The Free Encyclopedia, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_Digital_Enhanced_Network>.
- [23] *GPRS* [online]. 2006 [cit. 2008-06-20]. Interní dokumentace. Dostupný z WWW: <<http://intranet.t-mobile.cz>>.
- [24] *EDGE* [online]. 2007 [cit. 2008-06-20]. Interní dokumentace. Dostupný z WWW: <<http://intranet.t-mobile.cz>>.
- [25] *UMTS TDD* [online]. 2008 [cit. 2008-06-20]. Interní dokumentace. Dostupný z WWW: <<http://intranet.t-mobile.cz>>.
- [26] *Dat. balíček T-mobile-Internet 4G PCMCIA UMTS TDD* [online]. Infotea, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://obchod.infotea.cz/pda-mds-gps-automobily/dat-balicek-t-mobile-internet-4g-pcmcia-umts-tdd/>>.
- [27] *Universal Mobile Telecommunications System* [online]. Wikipedie - otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Universal_Mobile_Telecommunications_System>.
- [28] KUČERA, Jan. *GPRS a EDGE* [online]. 2004 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2004/xsir_edge.htm>.
- [29] *W-CDMA* [online]. Wikipedia – The Free Encyclopedia, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/W-CDMA>>.
- [30] *WiMax* [online]. Wikipedie - otevřená encyklopedie, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/WiMAX>>.

- [31] *High-Speed Downlink Packet Access* [online]. Wikipedia – The Free Encyklopedia, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/High-Speed_Downlink_Packet_Access>.
- [32] JÁCHYM, Jakub. *Co je to HSDPA?* [online]. 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://clanky.katalogmobilu.cz/slovník-pojmu-mobilni-telefony/1329-co-je-to-hsdpa/>>.
- [33] JANOVSKEÝ, Dušan. *Kak psát web, návod na html stránky* [online]. 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.jakpsatweb.cz/>>.
- [34] *Vodafone* [online]. Vodafone, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.vodafone.cz/>>.
- [35] *Osobní - T-Mobile* [online]. T-Mobile, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://t-mobile.cz/Web/Default.aspx>>.
- [36] PERNICKÝ, Štěpán. *O2 ruší datové omezení* [online]. PC magazín, 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://pcmagazin.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=779:o2-rusi-fup&catid=521:internet&Itemid=521>.
- [37] *France telecom groups strategy* [online]. 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://www.orange.com/en_EN/group/strategy/>.
- [38] *Kreativní reklamky: duben 2007* [online]. 2007 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://reklamky.mrkvicka.net/reklamky/2007_04_01_archive.html>.
- [39] ELEŠ, Jindřich. *Jindřich Eleš >> Informace* [online]. 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://eles.ic.cz/?page_id=2>.
- [40] *Telegraf - Stipendium pro studenty* [online]. 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://fim.uhk.cz/telegraf/?civ=29&clanek=389>>.
- [41] HOBZA, Otakar. *Kauza: Pokuta 44 milionů za kartel* [online]. 2007 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <[http://www.emag.cz/kauza-pokuta-44-milionu-za-kartel/?xx\[datum\]=2100-01-01](http://www.emag.cz/kauza-pokuta-44-milionu-za-kartel/?xx[datum]=2100-01-01)>.
- [42] *Telefónica's International Corporate Site* [online]. Telefonica i.c., 2008 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <http://www.telefonica.com/home_eng.shtml>.
- [43] POLOCH, Radim. *TinyMCE - wysiwyg editor pro vaše stránky* [online]. 2006 [cit. 2008-08-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.owebu.cz/obecne/vypis.php?clanek=897>>.
- [44] VŠETEČKA, Roman. *Microsoft už ví, co přijde po Windows* [online]. Technet.cz, 2008 [cit. 2008-08-24]. Dostupný z WWW: <http://technet.idnes.cz/microsoft-uz-vi-co-prijde-po-windows-dv2-/software.asp?c=A080804_183954_software_vse>.