

Využití světových vývojových trendů z oblasti mobilních sítí v PKB České republiky

The use of World development trends in the field of mobile
network in commercial security industry of the Czech republic

Bc. Pavel Řezanka



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel ŘEZANKA**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Využití světových vývojových trendů z oblasti mobilních sítí v PKB České republiky.**

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení se s problematikou globálního systému pro mobilní komunikaci (GSM) a univerzální mobilní telefonní sítě (UMTS).
2. Rozbor základního principu funkce a rozdíl mezi GSM a UMTS.
3. Zjištění stavu využívání standardů a jejich služeb v průmyslu komerční bezpečnosti (PKB).
4. Průzkum nových trendů v mobilní komunikaci ve světě a jejich porovnání se stávajícím stavem v ČR.
5. Návrh využití zjištěných služeb, technologií, systémů a periférií podporovaných GSM a UMTS v PKB.
6. Odhadnutí předpokládaného budoucího vývoje v mobilní komunikaci.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **SVOBODA, Jaroslav. Telekomunikační technika : průřezová učebnice pro odborná učiliště a střední školy. 1. vyd. Praha : Hüthig & Beneš, 1999. 142 s. il. 21 cm. ISBN 80-901936-4-1 (Sdělovací technika : brož.).**
2. **JANSEN, Horst, RÖTTER, Heinrich, a kol. Informační a telekomunikační technika. HANDLÍŘ, Jiří . 1. vyd. Praha : Europa - Sobotáles, 2004. 399 s. : barev. il. ; 24 cm. ISBN 80-86706-08-7 (brož.).**
3. **BROŽA, Petr. 333 tipů a triků k mobilu. 1. vyd. Praha : Computer Press, 2001. 135 s. il. 21 cm. ISBN 80-7226-461-3 (brož.).**
4. **ŽALUD, Václav. Moderní radioelektronika. 1. vyd. Praha : BEN - technická literatura, 2000. 653 s. il. 24 cm. ISBN 80-86056-47-3 (váz.).**
5. **HANUS, Stanislav. Bezdrátové a mobilní komunikace. 1. vyd. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2003. 134 s. il. ISBN 80-214-1833-8.**
6. **KOCMAN, Rostislav. 444 tipů a triků k mobilu. 1. vyd. Praha : Computer Press, 2000. vi, 120 s. il. 21 cm. ISBN 80-7226-305-6 (brož.).**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Rudolf Drga

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

7. června 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na oblast mobilní komunikace, pro kterou je možné najít vhodné využití v průmyslu komerční bezpečnosti (PKB). Tato práce se zaměřuje zejména na nové trendy z oblasti služeb, technologií a periferií ve vývoji Globálního systému pro mobilní komunikaci (GSM) a Univerzálního mobilního telefonního systému (UMTS). Úvodem práce je úvod do historie bezdrátové komunikace. Následuje kapitola popisující jednotlivé standardy, jejich parametry a základní principy funkcí. Vysvětlena je také koncepce GSM a rozdíl mezi GSM a UMTS. V praktické části se práce zaměřuje na zjištění aktuálního stavu využívání standardů a jejich služeb v PKB. Poté je proveden průzkum nových trendů v mobilní komunikaci ve světě a porovnání se stavem současným. Další kapitola je věnována zjištěným trendům, službám a periferiím, pro které je navrženo využití a následné zakomponování pro činnost v PKB. V závěru práce je odhadnut předpokládaný budoucí vývoj mobilních komunikací.

Klíčová slova: GSM, UMTS, UTRA-FDD, LTE, Průmyslový telefon, PKB

ABSTRACT

The thesis is focused on mobile communications, for which you can find good use in commercial security industry (CSI). Particular, this work focuses on new trends in services, technologies and peripherals in the development of the Global System for Mobile communications (GSM) and Universal Mobile Telephone System (UMTS). An introduction is to outline the history of wireless communications. The following chapter describes the various standards, their characteristics and basic principles of function. Then is explained the concept of GSM and the difference between GSM and UMTS. The practical part of the work focuses on the current status of standards and uses their services in the CSI. Then is conducted a survey of new trends in mobile communications in the world and comparison with the current. Another chapter is devoted to the observed trends, services, peripherals, which is designed for use and subsequent inclusion of the activity of CSI. In conclusion, this work is to estimate the expected future evolution of mobile communications.

Keywords: GSM, UMTS, Ultra-FDD, LTE, Industrial telephone, PKB

Rád bych poděkoval rodičům za podporu během mého dosavadního studia a vedoucímu diplomové práce Ing. Rudolfu Drgovi za podnětné připomínky a rady k dané problematice.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 HISTORIE A VZNIK GSM , UMTS.....	13
1.1 TECHNOLOGICKÝ POSTUP BEZDRÁTOVÝCH PŘENOSŮ.....	14
1.2 ZÁKLADNÍ POPIS STANDARDŮ	19
1.2.1 Skupina 0G.....	19
1.2.1.1 Push to Talk (PTT)	19
1.2.1.2 Automatizovaný městský radiotelefon (AMR).....	20
1.2.2 Skupina 0,5G.....	21
1.2.2.1 Autoradiopuhelin (ARP).....	21
1.2.3 Skupina 1G.....	21
1.2.3.1 Nordic Mobile Telephone (NMT)	21
1.2.3.2 Advanced Mobile Phone System (AMPS)	22
1.2.4 Skupina 2G.....	23
1.2.4.1 GSM.....	23
1.2.4.2 Circuit Switched Data (CSD)	25
1.2.4.3 Mimoevropské standardy.....	25
1.2.5 Skupina 2,5G.....	25
1.2.5.1 High Speed Circuit Switched Data (HSCSD).....	25
1.2.5.2 General packet radio service (GPRS)	26
1.2.6 Skupina 2,75G.....	27
1.2.6.1 Enhanced Data rates for Global/GSM Evolution (EDGE)	27
1.2.6.2 Evolved EDGE	28
1.2.7 Skupina 3G.....	29
1.2.7.1 CDMA 2000	30
1.2.7.2 UMTS - UTRA FDD (W-CDMA)	30
1.2.7.3 UMTS – UTRA TDD	30
1.2.8 Skupina 3,5G.....	31
1.2.8.1 High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA).....	31
1.2.9 Skupina 3,75G.....	32
1.2.9.1 High-Speed Uplink Packet Access (HSUPA)	32
1.2.10 Skupina 3,9G.....	32
1.2.10.1 Long Term Evolution (LTE).....	32
1.2.11 Skupina 4G.....	32
1.2.11.1 LTE Advanced	32
2 ROZBOR PRINCIPU FUNKCE GSM.....	33
2.1 KMITOČTOVÉ SPEKTRUM.....	33
2.2 CELULÁRNÍ KONCEPCE	34
2.2.1 Druhy buněk.....	37
2.3 FDMA,TDMA v GSM.....	37
2.4 ZÁKLADNÍ STRUKTURA GSM, GPRS A EDGE	38
2.4.1 Mobile station (MS)	39
2.4.2 Base station subsystem (BSS).....	39
2.4.2.1 Base transceiver station (BTS)	39
2.4.2.2 Base station control (BSC)	40
2.4.2.3 Transcoder (TC).....	40

2.4.3	Network switching subsystem (NSS).....	40
2.4.3.1	Mobile switching centre (MSC)	40
2.4.3.2	Gateway mobile switching centre (GMSC).....	41
2.4.3.3	Home location register (HLR)	41
2.4.3.4	Authenticity centre (AuC)	41
2.4.3.5	Visitor location register (VLR).....	41
2.4.3.6	Equipment identify register (EIR)	41
2.4.4	Operation support subsystem (OSS)	41
2.4.4.1	Operational and maintenance centre (OMC)	42
2.4.4.2	Network management centre (NMC)	42
2.4.4.3	Administrative centre (ADC).....	42
2.4.5	Začlenění GPRS do struktury GSM	42
2.4.5.1	Packet controller unit (PCU).....	42
2.4.5.2	Serving GPRS support node (SGSN)	42
2.4.5.3	Gateway GPRS support node (GGSN).....	43
2.4.6	Začlenění EDGE do struktury GSM	43
2.4.6.1	Transceiver Unit (TRU).....	44
2.5	ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU	44
3	POROVNÁNÍ GSM A UMTS.....	47
3.1	PRINCIP FUNKCE UMTS	47
3.1.1	Frekvenční pásmo pro 3G	47
3.1.2	Základní struktura UMTS	47
3.1.2.1	User equipment (UE)	48
3.1.2.2	Radio network subsystem (RNS).....	48
3.1.2.3	Core network (CN)	48
3.2	ROZDÍL MEZI GSM A UMTS	49
II	PRAKTICKÁ ČÁST	50
4	ZJIŠTĚNÍ STAVU VYUŽÍVÁNÍ STANDARDŮ V PKB.....	51
4.1	FYZICKÁ OSTRAHA (FO)	51
4.2	PULT CENTRALIZOVANÉ OCHRANY (PCO)	51
4.3	ELEKTRONICKÝ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM (EZS)	52
4.4	OSTATNÍ ZAŘÍZENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ GSM	53
5	PRŮZKUM NOVÝCH TRENDŮ VE SVĚTĚ V MOBILNÍ KOMUNIKACI	54
5.1	TREND VE SKUPINĚ 3G	54
5.1.1	Služby.....	54
5.1.2	Data	55
5.1.3	Trendy využitelné pro PKB	55
5.2	TREND VE SKUPINĚ 4G	56
5.2.1	Služby.....	56
5.2.2	Data	56
5.2.3	Trendy využitelné pro PKB	56
6	POROVNÁNÍ NOVÝCH TRENDŮ SE STÁVAJÍCÍMI V ČR.....	58
7	NÁVRH VYUŽITÍ ZJIŠTĚNÝCH VÝVOJOVÝCH TRENDŮ	60
7.1	FYZICKÁ OSTRAHA (FO)	61
7.1.1	Průmyslový telefon	61

7.1.1.1	Koordinace mimořádné situace	62
7.1.1.2	Kontrola vstupu / vjezdu a přístupový režim.....	62
7.1.1.3	Obsluha EZS, ACS a kontrola vynášení majetku	64
7.1.1.4	Obchůzkový systém a lokace FO.....	65
7.1.2	UMTS minikamera.....	67
7.2	MOBILNÍ ELEKTRONICKÝ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM	68
7.2.1	Základní popis mobilního systému	68
7.2.1.1	Implementace bez pevných datových sítí ve střežených objektech.....	70
7.2.1.2	Flexibilita systému	70
7.2.1.3	Úspora financí za vyhodnocovací systémy ve střežených objektech ..	70
7.2.1.4	Kontrola nad zaměstnanci SBS.....	71
7.2.2	Implementace prvků do objektu.....	72
7.2.2.1	Montáž prvků CCTV, EZS, ACS a EPS.....	72
7.3	SHRNUTÍ.....	72
8	ODHADNUTÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO BUDOUCÍHO VÝVOJE V MOBILNÍ KOMUNIKACI	74
	ZÁVĚR	76
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	77
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	78
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ	87
	SEZNAM TABULEK.....	88
	SEZNAM PŘÍLOH.....	89

ÚVOD

V každodenním životě se setkáváme se situacemi, které mají za následek poškození druhé osoby. Pod pojmem poškození je myšlena újma člověku, kterému se stane situace negativně ovlivňující jeho budoucí život a to mnohdy bez vlastního přičinění. Tato situace je nedobrovolná a může se týkat ztráty majetku či ohrožení zdraví každého jedince. Jedná se především o krádeže, vandalismus, ohrožení zdraví a jiné nechtěné aktivity. S těmito situacemi se společnost potýká již desetiletí a většina lidí nějakou podobnou aktivitu již zažila. Proto se začaly vytvářet organizace, které se zabývaly ochranou před těmito nežádoucími aktivitami. S postupem času se stala ochrana zdraví osob a majetku jednou ze základních služeb nynějšího marketingu, která se nazývá průmysl komerční bezpečnosti. V dnešní době je mnoho soukromých bezpečnostních agentur. Nejdříve se ochrana prováděla pouze za asistence lidských zdrojů, které měly k dispozici určitý sortiment vybavení pro ochranu zdraví osob a majetku. S vývojem technologií se objevily elektronické prvky, které zdokonalily služby v tomto průmyslu. Objekty s tímto moderním systémem předávaly informace agenturám pomocí pevné telefonní sítě. Po zpřístupnění mobilních sítí pro veřejnost se tyto systémy začaly vyvíjet a zdokonalovat pro přenos dat po, právě zmíněných, mobilních sítích. Je tedy zřejmé, že služba ochrany zdraví osob a majetku se zdokonaluje s postupným vyvíjením moderních technologií. Současná situace v průmyslu komerční bezpečnosti se však vzdaluje od rychle se vyvíjejících technologických trendů. I navzdory novým technologickým možnostem v mobilních sítích se stále využívá systém pevné sítě spolu se starým a již překonaným systémem mobilním. Tento stav stagnace je zapříčiněn zdánlivě dostačujícími službami systému dosavadního, neochotou bezpečnostních agentur investovat do technologického vývoje v oblasti předávání informací pomocí mobilních sítí podporujících nejmodernější technologie a poněkud pomalému implementování vývojových trendů do sítí mobilní komunikace v České republice. Pokud se však technologický postup v bezpečnostním průmyslu natolik zpomalí, že se budou využívat technologie, které jsou staré a mnohokrát překonané technologiemi novými, bude to mít za následek ztrátu technologické podpory a tím zhoršení nabízených služeb. Pro tento průmysl je tedy nezbytně nutné být v souladu s technologickým vývojem digitálních mobilních systémů. Tato diplomová práce se proto zabývá vývojovými trendy mobilní komunikace, které s postupem času budou implementovány v České republice, a tím bude možné jejich využití v průmyslu komerční bezpečnosti. V práci jsou tedy rozpracovány moderní standardy a jejich služby, vylepšení

oproti standardům stávajícím, jednotlivé periferie nabízené těmito standardy a další náležitosti spojené s vývojovými trendy v mobilních komunikacích. Cílem této diplomové práce je samotný návrh využití těchto vývojových trendů pro oblast bezpečnostního průmyslu, součástí kterého je náhled na možný budoucí vývoj technologických trendů.

TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE A VZNIK GSM , UMTS

Od dob, kdy bylo uskutečněno první komunikační spojení na dálku a vznikl tedy pojem TELEKOMUNIKACE (Tele – dálka, Komunikace – hovor) se lidé začali zabývat problémem telekomunikace bez pevných metalických vedení. Snažili se tedy o vytvoření prvního bezdrátového přenosu v historii. V této kapitole je poukázán historický vývoj od prvního zdařené bezdrátového přenosu až po standardy, které většina populace na světě denně používá k nejrůznějším účelům. Následující tabulka přehledně rozděluje jednotlivé technologie do skupin, které znázorňují určité milníky v telekomunikacích bezdrátového přenosu.

Tabulka 1.: Rozdělení standardů do skupin dle stupně vývoje ^[7]

Oficiální názvy skupin vývoje		Název standardu v dané skupině
0G	(nultá generace)	např.: Push To Talk
1G	(první generace)	např.: Nordic Mobile Telephone
2G	(druhá generace)	např.: GSM
3G	(třetí generace)	např.: UTRA-FDD, DECT
4G	(čtvrtá generace)	např.: LTE advanced
Přechodné názvy skupin vývoje		
0,5G	(PRE-1G)	např.: AutoRadioPuhelin
2,5G	(PRE-3G)	např.: General Packet Radio Service
2,75G	(PRE-3G)	např.: Enhanced Data rates for Global Evolution
3,5G	(PRE-4G)	např.: High-Speed Downlink Packet Access
3,75G	(PRE-4G)	např.: High-Speed Uplink Packet Access
3,9G	(PRE-4G)	např.: Long Term Evolution

Pozn. Dle „Tabulka 1“ budu v práci nadále používat zkratky daných skupin (např.: 2G).

1.1 Technologický postup bezdrátových přenosů

Bezdrátová mobilní komunikace se vyvíjela pro podporu a v budoucnu možnou náhradu pevné telefonní sítě. Od prvopočátku si lidé uvědomovali, jaké výhody by bezdrátová síť naskýtala. To byl důvod zkoumání okruhu těchto technologií. Jednotlivé technologie, které byly vynalezeny, jsou zpětně rozděleny do skupin. Tzv. generací. Vše tedy začalo generací 0. Do 0G patří první radiotelefony. Tyto radiotelefony se montovaly do aut, jelikož jejich rozměry byly značně větší, než je tomu v dnešní mobilní komunikaci.



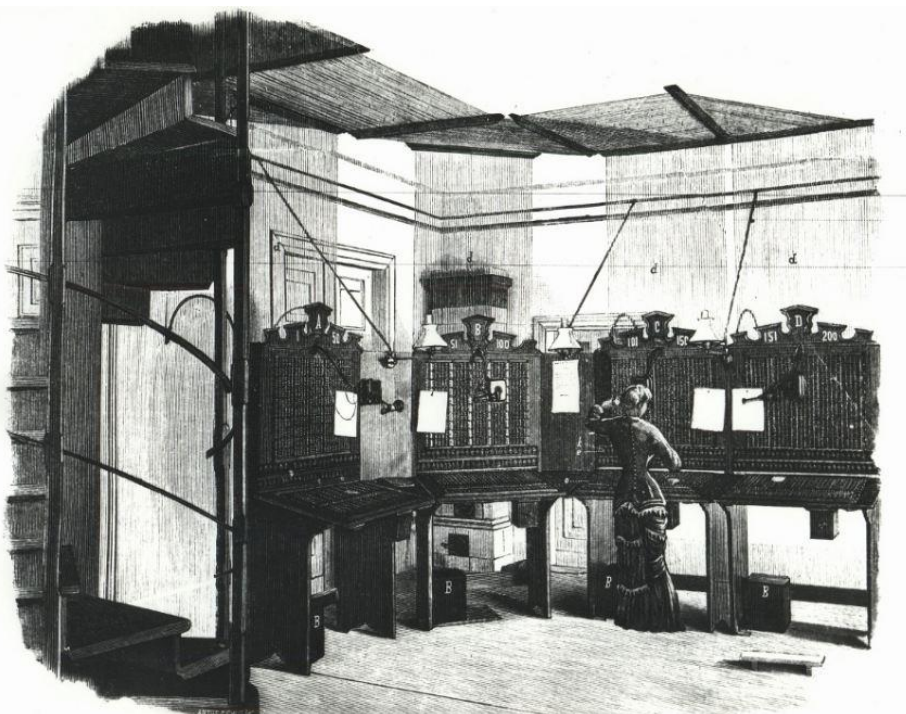
Obrázek 1.: Historický radiotelefon^[25]

Radiotelefony měli také velké energetické nároky na provoz. Pod 0G se také řadí Push to Talk (Stiskni a mluv, dále jen PTT). Tato technologie je specifická tím, že způsob komunikace probíhá po Half-Duplexním (Polo-oboustranném) spojení. V tomto druhu spojení je tedy možná komunikace v jeden okamžik pouze jedním směrem. Pro uskutečnění se musí stisknout tlačítko, které uzavře vysílací okruh. Po tuto dobu je však vyřazen okruh přijímací. Typickými nositeli této technologie jsou vysílačky. I přes tuto nevýhodu se vysílačky používají dodnes jako levné řešení bezdrátového přenosu. Služba PTT je dokonce nabízena jako moderní služba ve standardu druhé a třetí generace. V Československu byla také spuštěna síť radiotelefonů. Spuštění proběhlo v roce 1987 a jednalo se o systém Automatizovaný Městský Radiotelefon Tesla (dále jen AMR).



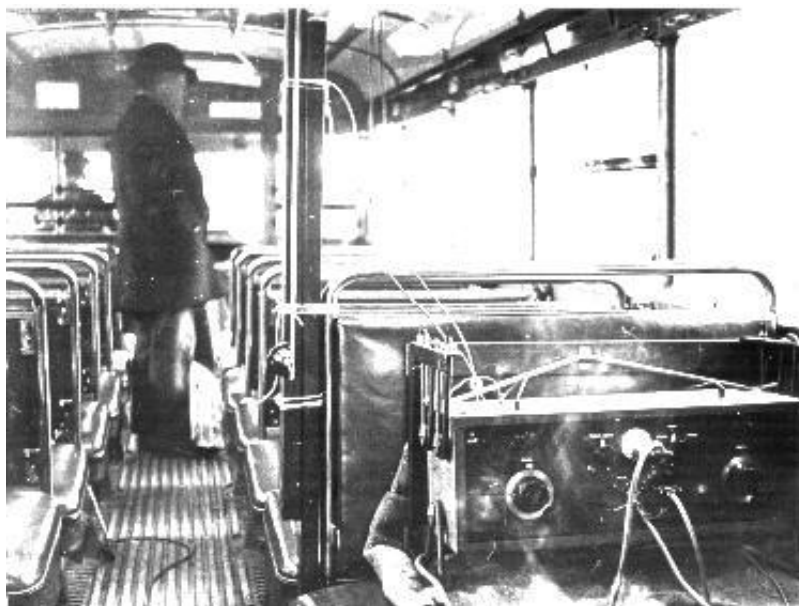
Obrázek 2.: Radiotelefon AMR^[26]

Veškeré tyto sítě avšak nebyly určeny pro komerční účely. První mobilní síť, která sloužila pro komerční účely, se stala Holandská síť Openbaar Landelijk Net (Otevřená/Veřejná severská síť, dále jen OLN). V roce 1949, kdy byla tato síť spuštěna, měla za úkol obsluhovat řádově stovky účastníků. Tato technologie byla primitivní a nenabízela nic jiného, než simplexní (jednosměrný) hovor, který se musel uskutečnit vždy přes spojovatelku.



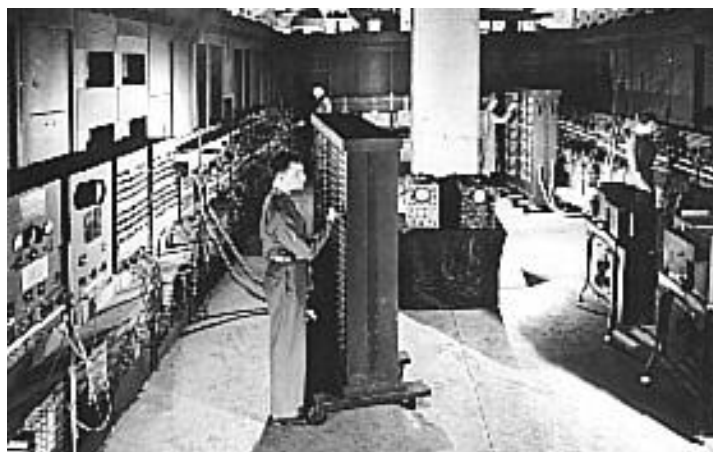
Obrázek 3.: Spojovatelská stanice OLN^[27]

V době svého největšího rozšíření obsluhovala tato síť řádově tisíce účastníků, hovor byl plně duplexní (oboustranný) a nebylo již potřeba spojovatelky.



Obrázek 4.: Megafon pro OLN^[27]

To se však řadí již do skupiny 0,5G. Do této skupiny také patří síť AutoRadioPuhelin (Automatizovaný radiotelefon do auta, dále jen ARP). Jedná se také o severskou komerční síť. Ta se však nacházela ve Finsku a byla spuštěna v roce 1971. Mobilní stanice však byly stále velké a proto se využívali převážně v automobilech, které je uvezli, ale hlavně jim dokázali dodat potřebný příkon.



Obrázek 5.: Ústředna ARP^[27]

Základnové stanice této sítě měli dosah řádově stovky kilometrů. Pokud se tedy účastník držel v tomto dosahu, neměl problém s funkčností sítě. Jakmile vyjel z dosahu, musel si nastavit příjem na jinou základnovou stanici. Síť si totiž účastníka nedokázala převést

sama. Jednalo se o Half-Duplexní (polo-směrné) spojení. Pracovalo se na vylepšení těchto neduh dosavadních sítí. Přelom přinesly standardy ze skupiny 1G. Pomohl tomu vznik celulární neboli buňkové koncepce. Ta je mimo jiné také základ dnešním standardům 2 a 3 generace. Pomocí této koncepce bylo možno snížit výkony vysílačů, zvýšit kapacitu sítě a zabezpečit vlastní rušení mezi buňkami. Celulární koncepce je rozpracována v kapitole koncepce Global System for Mobile Communication (Globální systém pro mobilní komunikaci, dále jen GSM). Každé zlepšení má ale své stinné stránky. Buňky byly menší a přechod účastníka mezi základnovými stanicemi se tedy zvýšil. Musel se vyřešit problém automatického předávání účastníka i během hovoru bez jeho výpadku. Problém byl vyřešen příchodem mikroprocesorů, které dostatečně rychle tyto požadavky zpracovali. Ve skupině 1G jsou podobné standardy. Oba jsou založeny na celulární koncepci. Přenos byl stále analogový.



Obrázek 6.: Mobilní stanice
užívané v AMPS^[28]

Prvním ze standardů je Advanced Mobile Phone System (Rozšířený mobilní systém, dále jen AMPS). Tento standard se převážně využíval v USA.

Druhý standard je Nordic Mobile Telephone (Severská mobilní telefonní síť, dále jen NMT). Vznikl v roce 1981 jako první síť v Evropě založená na celulární koncepci. Švédský operátor Televerket byl průkopníkem Evropských operátorů, kteří nabízeli služby celulární sítě. V Československu byla od roku 1991 nabízena tato služba operátorem Eurotel. NMT se rozděluje na dvě různé varianty. První nese označení NMT – 450 a druhá NMT – 900. Druhá verze vznikla proto, aby tento standard byl schopen obsloužit větší množství účastníků. Tato síť se stala natolik populární, že si již tehdy operátoři vytvořili síť s téměř 100% pokrytím a NMT se rozšířilo postupně do Norska, Dánska, Finska,

Islandu, České republiky, východní Evropy a Ruska. Ostatní Evropské státy se ke standardu NMT nepřipojily a vytvářely své vlastní koncepce či modifikace NMT. Tento fakt měl za následek nekompatibilitu jednotlivých standardů. Proto účastníci nemohli jednoduše používat své Mobile station (Mobilní stanice, dále jen MS) v jiné zemi, než v té, kde si MS pořídili. Vývoj standardu se i přes tuto záležitost nepozastavil. Ba naopak technologie a tudíž i standardy šli rychle kupředu. NMT již neposkytovala volná místa pro nové uživatele. Řešením byl pouze nový standard, který by sjednotil standardy celé Evropy a kapacitou předčil NMT, aby bylo v síti místo i pro nové uživatele.



Obrázek 7.: Mobilní stanice pro NMT^[29]

Novým standardem se stal GSM. Jedná se o standard patřící do skupiny 2G a doposud byl nejrozšířenějším standardem na světě. Tento standard se začal vyvíjet v roce 1982, kdy byl vznesen požadavek na institut European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (Konference evropských správ pošt a telekomunikací, dále jen CEPT), aby zpracoval koncept pro celou Evropu a neopakovala se rozmanitost standardů v různých zemích a kompatibilita tedy byla úplná. CEPT založil skupinu GSM (Francouzsky: „Groupe Spécial Mobile“). Později se koncept přejmenoval na nynější znění, ale zkratka zůstala stejná. Úkolem této skupiny bylo rozpracovat dle zadaných požadavků nový standard. Předseda této skupiny byl Thomas Haug, který je znám ze švédské mobilní sítě Televerket. Tentýž rok předala skupina GSM institutu CEPT koncepci nynějšího standardu a ten bez odkladu pro GSM vyhranil frekvenční pásmo 900 MHz. S postupem let se vyvíjela také technická specifika až do roku 1989, kdy problematika GSM byla předána

institutu European Telecommunications Standards Institute (Evropský ústav pro telekomunikační normy, dále jen ETSI). V roce 1990 byla vydána finální specifikace standardu GSM a rok poté se začalo s výstavbou vlastní mobilní sítě. Po několika letech se GSM rozšířila a základní pásmo 900 MHz bylo nedostačující. Obsazenost sítě vyřešila další kmitočtová pásma. Přesněji se jednalo o pásma 1800 a 1900 MHz. Systému GSM začíná konkurovat nový standart ze skupiny 3G. Je jím Universal mobile telecommunication system (Univerzální mobilní telefonní systém, dále jen UMTS). Tento standard již není pod vedením institutu ETSI, jelikož v roce 1998 byl založen institut The 3rd Generation Partnership Project (Partnerský projekt třetí generace, dále jen 3GPP). ETSI a 3GPP spolu spolupracují na údržbě a vývoji všech standardů. Skupina 3G je zpracována na základech GSM. Jedná se taktéž o digitální buňkovou koncepci. UMTS je však rychlejší, pracuje na jiné frekvenci a nabízí komfortnější služby uživatelům než dosavadní GSM.^[8]

1.2 Základní popis standardů

Technické parametry jednotlivých standardů jsou odlišné a velmi obsáhlé. Množství standardů mobilních sítí je po celém světě celá řada. Vybral jsem tedy standardy, které jsou pro nás zajímavé svým využitím na našem kontinentu a standardy, které jsou historicky důležité. Rozhodl jsem se uvést jejich základní, hlavní fakta. Pro přehlednost jsou standardy a jejich specifikace rozděleny do již zmíněných skupin vývoje. Označení skupin je tvořeno podle milníků v technologii. Jedná se o tzv. generace. Vývoj problematiky mobilní komunikace se dělí na skupiny 0G, 1G, 2G, 3G a posléze 4G. Tato označení jsou oficiálními značkami a jsou užívány v technických specifikacích. Oproti tomu skupiny 0,5G, 1,5G, 2,5G, 2,75G atd. jsou pouze orientačními značkami, které udávají určitý pokrok v technologii, ale jde spíše o vylepšení stávající, nikoli o novou koncepci. Někdy se například skupině 2,75G říká „Pre-3G“. Ve své práci používám tato označení pro lepší orientaci v technologických pokrocích.

1.2.1 Skupina 0G

1.2.1.1 Push to Talk (PTT)

Tento standard je prvním, primitivním způsobem bezdrátové komunikace. Tato technologie je typická pro vysílačky, které fungují na Half-Duplexním spojení. To znamená, že dva účastníci nemohou mluvit ve stejný okamžik, jelikož by se navzájem

neslyšeli. Jeden z účastníků musí uzavřít tlačítkem vysílací obvod, to zároveň blokuje obvod přijímací, a uskutečnit hovor. Po sdělení informace může totéž uskutečnit druhý z účastníků. Výhoda této technologie je levný hovorový provoz, jelikož není potřeba žádný operátor. Nevýhoda je, že hovor není šifrován a kdokoli se naladí na stejnou frekvenci, tak celou diskuzi odposlechne. I přes své nedostatky, je tato technologie používána dodnes. Dokonce je zařazena do nadstandardních doplňkových služeb u některých mobilních operátorů v síti GSM. Nejedná se však o klasický PTT, ale o propojování pomocí vysílačů operátora za paušální poplatky. Mobilní stanice musí být vybavena modulem pro tento druh komunikace. Někteří výrobci MS jej, u dražších modelů, implementují do svých přístrojů.

1.2.1.2 Automatizovaný městský radiotelefon (AMR)

V 70. letech se v socialistickém Československu začala vyvíjet první bezdrátová síť na našem území. Tato síť je známa pod značkou AMR (dále také AMRAD). Tento standard se nevyvíjel ve spolupráci s ostatními státy v Evropě, jelikož tehdejší politika tuto variantu nepřipouštěla. Koncepti a technická specifikata vynalezla Tesla Pardubice. Síť sloužila převážně pro účely pošt a telekomunikačních služeb. Nebyla tedy určena pro širokou veřejnost, nýbrž pro státní pracovníky. Jelikož tato síť nebyla zprvu určena pro veřejnost, nebyly v ní rozpracovány ani žádné komfortní služby. Byla tedy určena pouze k příchodům a odchodům hovorům. Tyto hovory bylo možno uskutečnit pouze tehdy, když účastníci znali své UTO (telefonní předvolba dané lokality), jelikož lokalizace MS nebyla podporována. Standard měl také jiná omezení. Například kapacitu sítě. Nejvyšší možný počet účastníků byl 9999. Zpoplatnění služeb nemělo význam, protože síť nebyla veřejná a jelikož šlo o Československý standard, nebylo možné mezinárodní spojení. Jednalo se o analogový přenos, který nebyl nijak šifrován, což umožňovalo snadný odposlech sítě. Ten však v dobách AMR nebyl přímou hrozbou. Síť se velice rychle rozšířila po celé České republice a později se rozšířila také pro komerční účely. Postupně v letech 1978, 1983 a 1987 se spouštěli jednotlivé části sítě. Jednalo se o experimentální, celorepublikovou a oblastní specifikaci. Pokrytí zabezpečovalo 63 vysílačů. Provoz byl ukončen až v roce 1999, což naznačuje velké využití tohoto standardu.^[8]

Tabulka 2.: Jednotlivá specifika AMR

Specifikace	Kmitočtové pásmo
experimentální	162/167 MHz
celorepubliková	161/165 MHz
oblastní	152/157 MHz

1.2.2 Skupina 0,5G

1.2.2.1 Autoradiopuhelin (ARP)

Tento standard byl využíván pro komerční síť ve Finsku, kde v roce 1971 byla první komerční síť spuštěna. MS byly vysoce energeticky náročné a vyžadovaly montáž do osobního automobilu, který jim tuto možnost naskýtal. Jednalo se také o nešifrovaný analogově přenášený signál přenášený po Half-Duplexních spojeních, jež jsem zmiňoval již dříve. Kmitočtové spektrum bylo rozprostřeno kolem frekvence 150 MHz, přesněji tedy 147.9 - 154.875 MHz. Hlavní nevýhodou je neschopnost standardu provést tzv. handover (předávání účastníka systémem mezi vysílači operátora). Hovor se přerušil pokaždé, když účastník vyjel z dosahu jedné a přijel do dosahu druhé základnové stanice.^[7]

1.2.3 Skupina 1G

1.2.3.1 Nordic Mobile Telephone (NMT)

V 80. letech byl tento standard spuštěn ve skandinávských zemích, kterými jsou Finsko, Dánsko, Norsko a Švédsko. Tento standard jako první vnesl pokrok od dob minulých. Byl detailně propracovaný, promyšlený a založený na jiných principech nežli předchozí standardy. To proto, že od prvopočátku byla tato síť zamýšlena pro komerční využití celé široké veřejnosti. Sic byl stále signál přenášen analogově, postupem času byl přenášený signál šifrován proti odposlechu. Samozřejmě pro správnou funkci šifrování musel účastník vlastnit MS, která byla schopna tuto šifru dekodovat. Také byla možnost kódování pouze od jednoho z účastníků a to až po základnovou stanici, která hovor dekovala pro příjem účastníka bez podpory dešifrování. Jediná nevýhoda analogového přenosu tedy zůstala vysoká náročnost na baterie. To proto, že mobil vysílající signál a naopak přijímající signál musel být stále spojen se základnovou stanicí například i v „době ticha“ – tzn. v době, kdy ani jeden z účastníků nehovořil. Hlavní změnou, která se v tomto standardu udála a vnesla tak řád do tohoto i budoucího standardu je fakt, že NMT byl založen na celulární (buňkové) koncepci, která zajišťovala lepší přístup účastníků k síti a

mnoho dalších výhod. Celulární koncepci budu detailně popisovat v kapitole o principu funkce GSM, proto jej zde nebudu rozepisovat. Důležitým faktorem byl mimo jiné přenos po plně duplexních spojeních, což umožňovalo, aby účastník současně mohl vysílat i přijímat. Ústředny NMT samozřejmě již zvládali automatickou volbu účastníka bez potřeby spojovatelek.

Tabulka 3.: Přehled výkonů MS

Druh stanice	Specifikace	možný výkon
Automobilové MS	NMT - 450 MHz	až 15 W
Automobilové MS	NMT - 900 MHz	až 6 W
Ruční MS	NMT - 450,900 MHz	1 až 5 W

NMT vyřešila i handover (předávání hovoru mezi vysílači). Přesto nebylo předání dokonalé jak je tomu v GSM, jelikož hovorový a servisní signál byl na stejném kanálu. Docházelo k výpadkům zvuku, nikoli hovoru. V různých zemích se také objevovaly nejrůznější služby pro NMT. Rusko mělo datovou službu, která využívala servisní kanál pro krátké textové zprávy připomínající dnešní Short message service (Služba krátkých textových zpráv, dále jen SMS). Jednalo se o službu Data and messaging service (Datová a informační služba, dále jen DMS). Bylo možno implementování roamingu (zahraniční spojení). Pro datové přenosy nabízel standard NMT službu NMT – mobidigi. Přenosové rychlosti této datové služby se vyskytovali v řádově stovkách kbit/s. Pro zpracování tohoto signálu byl potřebný modem připojený k MS. Standard měl dvě specifikace.

Rozdělení specifikací NMT:

1. NMT – 450 MHz
2. NMZ – 900 MHz

Důvod zavedení druhé specifikace je velké rozšíření standardu a tím zvýšená potřeba zvýšit kapacitu pro další účastníky sítě. První komerční síť, která se v České republice spustila, byla NMT – 450 MHz a provozoval ji operátor Eurotel.^[8]

1.2.3.2 Advanced Mobile Phone System (AMPS)

Tato koncepce je velice podobná systému NMT. Tento standard je využíván ve Spojených státech amerických. Kmitočtové pásmo bylo 800 MHz a přenosové rychlosti byly srovnatelné se standardem NMT.

1.2.4 Skupina 2G

1.2.4.1 GSM

Global system for mobile communications je standard, který byl plně dopracován pod vedením institutu ETSI v roce 1991. Samotné počátky GSM se však připisují k datu 1982, kdy CEPT na tomto standardu začal pracovat. Standard je v hlavních částech své koncepce podobný NMT. Touto hlavní částí se rozumí buňková (celulární) koncepce. To se prokázalo jako základ všech budoucích standardů po NMT. Velikost buňky se mění na druhu buňky. Standard měl za úkol sjednotit již tehdy rozmanité standardy, které si většina zemí vyvíjela sama, a tudíž nebyla žádná kompatibilita. To se GSM však zcela nepovedlo. I přes tuto skutečnost dokázal tento standard sjednotit celou Evropu. V USA a naopak například v Japonsku mají standardy jiné. Pro GSM bylo institutem CEPT vyhrazeno frekvenční pásmo 900 MHz. S velkým rozšířením tohoto mobilního standardu se musela zvětšit kapacita sítě a bylo přidáno kmitočtové pásmo 1800 MHz a později také 1900 MHz. Odlišností od NMT je digitalizace přenosu. Tento fakt je považován za velký bod zlomu k lepšímu rozšíření a využívání mobilních sítí. Digitalizace přenosu totiž umožňovala přenášení pouze částí analogového průběhu a to pomocí vzorkování řeči v pevně daných časových intervalech. Tento způsob zpracování řeči značně ušetřil nároky na šířku pásma, které šlo poté využít pro další účastníky. Vzorky se zpracovávaly nejrůznějšími modulacemi od Pulse-amplitude modulation (Pulzně amplitudová modulace, dále jen PAM), přes Pulse-code modulation (Pulzně kódová modulace, dále jen PCM), Phase-shift keying (Fázové kmitočtové klíčování, dále jen PSK) či Minimum-shift keying (Minimální kmitočtové klíčování, dále jen MSK) až po jednu z nejmodernějších Orthogonal frequency division multiplexing (Ortogonalní multiplex s kmitočtovým dělením, dále jen OFDM). Přenos dat je samozřejmě duplexní a využívá metod Time division multiple access (Vícenásobný přístup s časovým dělením, dále jen TDMA) a Frequency division multiple access (Vícenásobný přístup s frekvenčním dělením, dále jen FDMA). Ve standardu GSM je udána maximální rychlost účastníka. Tato rychlost činí 250 km/h a jedná se o zlom, kdy se již účastník do sítě není schopen připojit. V digitálních sítích MS komunikují s vysílači v určitých intervalech, aby se zabezpečilo správné připojení účastníka do sítě. Rovněž během hovoru MS vysílá a přijímá v intervalech, uživatel však intervaly nepozná, což snížilo nároky na napájení MS a ty se začaly rychle zmenšovat. GSM také definitivně vyřešil handover (Předávání účastníka). Účastníci tedy nemusejí nikterak řešit otázku přepojení mezi vysílači. MS a síť problém vyřeší za ně.

Vzhledem k použití vyspělé Information technology (Informační technologie, dále jen IT) uživatel nepozná ani okamžik handoveru, jak tomu bylo dříve. Uživatel se přihlašuje do sítě pomocí modulu, který je uložen přímo v MS. Tento modul se nazývá Subscriber identity module (Účastnická identifikační karta, dále jen SIM). Na této kartě se nachází celosvětově jedinečné číslo, které identifikuje účastníka po celém světě. Proto se při každém handoveru, ať už je uživatel kdekoliv, ověřuje platnost SIM karty a další náležitosti s tím spojené. GSM byl vynalezen s průměrným zabezpečením proti odposlechu sítě. To znamená, že v dnešní době pokud by někdo chtěl a měl k tomu potřebné vybavení, mohl by se po určitém čase „napíchnout“ na daný hovor. Operátoři však nabízejí možnost pronajmutí hovorového kanálu, který bude šifrován mnohem více nežli běžné hovorové kanály. Problematika odposlechu GSM spíše nabízí otázku, jakým způsobem probíhá ověřování, zda nejde o podvodného účastníka či naopak o podvodnou síť. Ze strany sítě k účastníkovi je to dáno SIM kartou, kterou si daný operátor účastníka ověřuje. Avšak ze strany účastníka lze falešnou síť zjistit jen těžko. GSM nabízí v jeden okamžik mnoho přenosových kanálů (v souvislosti na velikosti buňky a jiných aspektech). Obecně lze shrnout obsah jednoho z kanálů do tří bodů:

1. Spojovací informace nám zajišťují realizaci spojení mezi sítí a účastníkem, do nichž patří zejména úkony jako:
 - Sestavení spojení
 - Držení spoje po dobu hovoru / přenosu dat
 - Požadavky na Handover
 - Zrušení spojení
2. Provozní informace jakými jsou:
 - Synchronizace času
 - Identifikace a verifikace účastníka
 - Složení informace
3. Přenos dat a řeči

V závislosti na standardu pro širokou veřejnost byla také sestavena koncepce, která by měla sloužit účelům železničním. Jedná se o upravený standard GSM s přesným názvem GSM for Railway (GSM pro železnici, dále jen GSM-R). Tento standard je součástí European Rail Traffic Management System (Evropský systém řízení železniční dopravy, dále jen ERTMS), který mimo jiné také obsahuje například European Train Control System (Vlakový zabezpečovací systém, dále jen ETCS) a již zmiňovaný GSM-R. Přes

GSM-R jsou, mimo běžných služeb nabízených GSM (hovor), realizovány služby určené pro potřeby železnic. Přenášejí se informace:

- Poloha vlaku
- Rychlost vlaku
- Závady a jiné statistiky vlaků
- Předávání instrukcí

Tento standard je upraven ve smyslu možné rychlosti uživatele z maximální hodnoty 250 km/h až na hodnoty blížíící se k 500 km/h.^{[4][7]}

1.2.4.2 Circuit Switched Data (CSD)

Jedná se o první službu pro přenos dat. Nazývá se Circuit Switched Data (Přenos dat pomocí přepojování okruhů, dále jen CSD). Služba využívá pro přenos TDMA. Tato služba je založena na principu obsazení celého jednoho slotu účastníkem a to po celou dobu připojení k internetu. Nejčastěji se využívala pro jednoduché akce, jakou je například služba POP3 pro kontrolu emailů. Tato služba tedy fungovala jako standardní modem v Public Switched Telephone Network (Veřejná komutovaná telefonní síť, dále jen PSTN). Účtování probíhalo taktéž za dobu obsazení kanálu (slotu).

1.2.4.3 Mimoevropské standardy

1. Standardy v Americe. Jako GSM používají TDMA a jsou samotné GSM podobné
 - Digital AMPS (D-AMPS)
 - Integrated Digital Enhanced Network (iDEN)
 - Interim Standard 95 (IS-95 - CdmaOne)
2. Standard vyvinutý speciálně pro Japonsko. (obdobný GSM)
 - Personal Digital Cellular (PDC)

I přes podobnost všech těchto standardů jsou ve výsledku nekompatibilní. Specifika mají stejná, ale liší se například frekvencemi, modulací aj.

1.2.5 Skupina 2,5G

1.2.5.1 High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)

Tento standard je, jak je patrné již z názvu, založen na principu CSD. Je tedy zřejmé, že High Speed Circuit Switched Data (Vysokorychlostní přenos dat pomocí přepojování

okruhů, dále jen HSCSD) se liší pouze rychlostí přenášených dat a princip obsazení celého time slotu (přidělená doba pro jednoho účastníka, dále jen time slot, TS) po celou dobu přenosu je stále stejný. Větší přenosové rychlosti je docíleno využitím lepší detekce a opravy chyb v jednom kanálu oproti 9,6 kbit/s v CSD na 14,4 kbit/s. Když poté vezmeme v potaz druhé rozšíření HSCSD, kterým je využití více time slotů v jeden okamžik. Využitím maximálních 4 time slotů v jednom rámci docílíme navýšení přenosové rychlosti na 57,6 kbit/s. Dokonce lze pro HSCSD vyhradit celé dva rámce (8 time slotů), čímž se přenosová rychlost zvedne na 115 kbit/s, což už se dá považovat jako velké navýšení oproti samotnému CSD.^[7]

1.2.5.2 General packet radio service (GPRS)

Standard General packet radio service (Přenos dat pomocí přepojování paketů, dále jen GPRS) má zcela nový základ a nemá tedy souvislost s CSD. Pro tento standard musely být přidány do sítě další funkční prvky, které se o podporu datového přenosu GPRS mají postarat. Přenesená data se účtují po přenesených kilobytech nikoli po době připojení jak je tomu u modifikací CSD. GPRS nám tedy umožnilo sdílení přenosového kanálu mezi jednotlivými uživateli. Přenosová kapacita je vždy přidělena uživatelům, kteří v daný okamžik vysílají svá data. Přenosová rychlost se určuje podle třídy daného GPRS, třídy jsou značené 1 až 12 a 32 třída. Jedná se o kombinaci a počtu využití time slotů pro download (stahování dat, dále jen download) a pro upload (vysílání dat, dále jen upload). Nejčastější třída je třída 10 (4 download sloty a 1 upload slot – kombinace jsou různé, celkový počet time slotů je vždy 5). Tato třída nabízí v tomto rozložení slotů rychlost 80 kbit/s. Nejvyšší rychlost GPRS je však okolo 118 kbit/s, kdy je použita třída 32, která využívá pro přenos slotů 6. Tento standard je rozdělen do čtyř Coding scheme (Kódové schéma, dále jen CS), přičemž pro danou situaci (dle velikosti signálu a tím spojené vzdálenosti MS od vysílače) se využije vždy nejlepší schéma, které zaručuje adekvátní přenos dat, který si účastník platí. Těmito čtyřmi schémata jsou:^[9]

1. CS – 1, kde rychlost dosahuje 8 kbit/s (zhruba 98 % pokrytí území)
2. CS – 2, kde rychlost dosahuje 12 kbit/s
3. CS – 3, kde rychlost dosahuje 14,4 kbit/s
4. CS – 4, kde rychlost dosahuje 20 kbit/s (zhruba 25 % pokrytí území)

Mezi nejrozšířenější protokol pro GPRS je internet protokol (dále jen IP), dalšími jsou například point to point protokol či protokol X.25. Avšak v praxi se používá převážně IP

protokol, jelikož Point to point protokol není často nabízený mobilními operátory. Pokud je však MS připojený k personal computer (osobnímu počítači, dále jen PC) je vytvořen tento protokol pro komunikaci PC a MS. Poslední z protokolů – X.25 je převážně určen pro služby bezdrátových terminálů, či ATM (bankomat) stanic.^[9] Tento protokol je využíván skrze IP.

1.2.6 Skupina 2,75G

1.2.6.1 Enhanced Data rates for Global/GSM Evolution (EDGE)

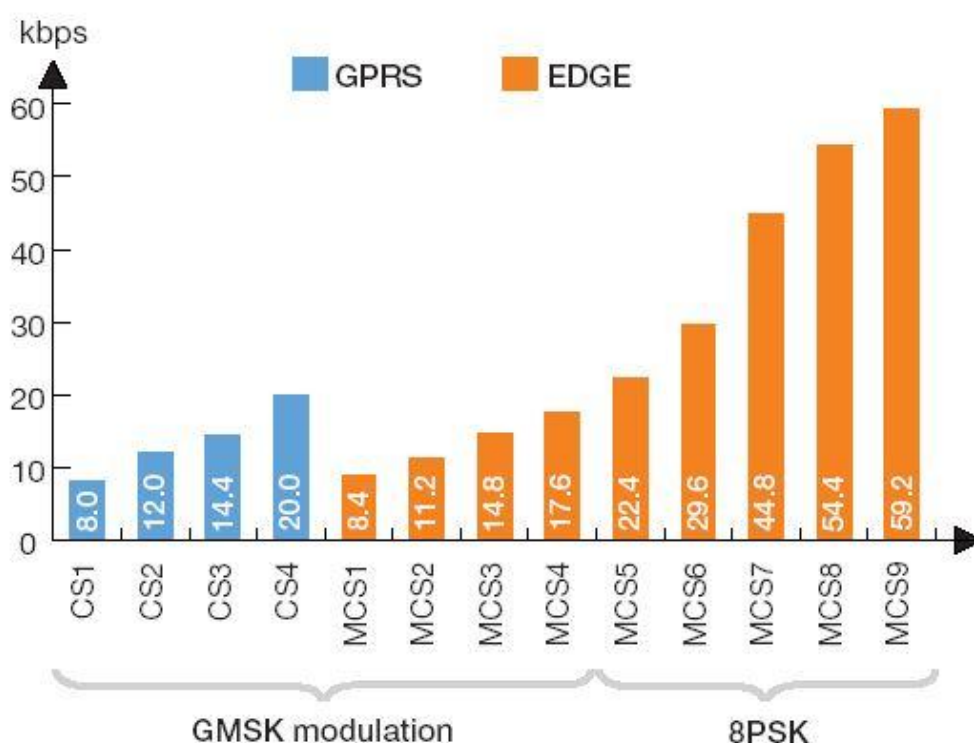
Standard Enhanced data rates for global/GSM evolution (Zvýšení rychlosti přenosu dat pro globální / GSM rozvoj, dále jen EDGE) je jakýmsi vylepšením již známého datového přenosu GPRS. Do standardu EDGE jsou zahrnuty dva způsoby přenosu dat. Jedním z nich je rozšíření CSD a druhým je rozšíření GPRS. Rozdělení EDGE je tedy následující.

EDGE se skládá z :

1. ECSD - Enhanced circuit switched data (Vylepšení datového přenosu CSD).
2. EGPRS - Enhanced GPRS (Vylepšení datového přenosu GPRS).

Většina operátorů, výrobců periférií pro mobilní sítě a široká veřejnost si však pod pojmem EDGE automaticky domýšlí službu EGPRS. Dokonce většina uživatelů ani neví, že nějaký standard označený EGPRS existuje. Tento fakt je z důvodu, že první z koncepcí EDGE, tedy ECSD, se v praxi nepoužívá. A to ze stejného důvodu, jaký vedl k upřednostňování přepínání paketových služeb (GPRS) před přepínání okruhů (CSD, HSCSD). Je tomu tedy obsazení celého kanálu jedním uživatelem. Proto, když se píše v obchodních brožurách o EDGE, je v praxi automaticky myšleno EGPRS. Rozdíl mezi implementací EDGE je rozdílný oproti implementaci GPRS. Zatímco při implementaci do stávající GSM sítě služby GPRS se muselo vybudovat zcela nové hardwarové (dále jen HW) zázemí a jediné, co zůstalo nedotčeno, bylo rozhraní radiového přenosu, u implementace EDGE je to zcela naopak. HW zázemí je použito stejné s GPRS a liší se pouze rozhraní radiového přenosu. Neliší se však HW stránka přenosu, nýbrž softwarová (dále jen SW) stránka. Důvodem byla změna modulace, kterou EDGE nyní využívá.^[12] V GSM, GPRS a jiných služeb před nástupem EDGE byla použita Gaussian minimum shift keying (Gausova modulace s minimálním zdvihem, dále jen GMSK). Tato modulace však dokázala jedním symbolem při přenosu přenést pouze jeden informační bit. Navýšení přenosové rychlosti tedy naskýtá nová modulace 8-Phase shift keying (Osmistavová fázová modulace, dále jen 8-PSK),

kteřá nám při jednom přenášeném symbolu dokáže přenést 3 bity, které obsahují užitečnou informaci. Toto je tedy důsledkem navýšení přenosové rychlosti oproti GPRS na trojnásobnou hodnotu.^[10] Mimo jiné se také změnila kódová schémata. V GPRS máme tato schémata 4 (CS-1 až CS-4). V EDGE jich je devět. Od schémat v GPRS se však liší nejen rychlostí, ale také modulací. Těchto devět schémat tedy nese název Modulation and Coding Scheme (Modulační a kódové schéma, dále jen MCS-1 až 9).^[11] Přičemž MCS -1 až 4 využívají modulaci GMSK, MCS – 5 až 9 využívají modulaci 8-PSK. Přenosová rychlost jednotlivých MCS je pro srovnání i se službou GPRS uvedena na Obrázek 8



Obrázek 8.: Porovnání přenosových rychlostí^[13]

Třídy jsou s GPRS totožné. Přičemž u EDGE se používají převážně třídy 10 a vyšší. Přenosová rychlost je tedy na jeden TS 59,2 kbit/s. Pro jeden 4 TS je tedy rychlost 236,8 kbit/s a pokud bychom uvažovali třídu 32, dojdeme až na rychlost 296 kbit/s. Při paketovém módu a využití rámce (8 TS) je stanovena maximální rychlost na necelých 500 kbit/s.^[10]

1.2.6.2 Evolved EDGE

Vylepšený EDGE (dále jen E-EDGE) upravuje počet cest po přenosové cestě na menší počet spojů. Snižuje se odezva pro přenos na polovinu (10 ms). Navýšení přenosové

rychlosti na 1000 kbit/s pomocí Downlink Dual Carrier (Stahování v duálním přenosu, dále jen DDC). To znamená, že v jeden čas stahujeme data po dvou odlišných frekvencích, což nám zdvojnásobí datový tok. A také je použita namísto modulace 8-PSK modulace Quadrature amplitude modulation (Kvadrurní amplitudová modulace, dále jen QAM). Požívá se 16-QAM, 32-QAM a nejvýkonnější 64-QAM, která se vyznačuje 64 stavů, což znamená možnost přenést 6 informačních bytů jedním symbolem.

1.2.7 Skupina 3G

Sítě 3G jsou obtížně rozčlenitelné. Původním záměrem ITU bylo vyvinout celosvětový standard, což se bohužel nepovedlo. Vzniklo několik standardů v 3G. Mezi největší zastupitele standardů patří americký CDMA 2000, japonská FOMA a evropské UMTS. Kde UMTS a FOMA jsou častokrát považovány za tytéž standardy. Všechny tyto standardy jsou si navzájem podobné, ale liší se částmi ve svých specifikách, tudíž i přes podobnost jsou nekompatibilní. V této skupině se budu převážně zabývat evropským standardem UMTS, jelikož právě tento standard je určen pro naši lokalitu. Ostatní standardy pouze zmíním a nebudu zde zbytečně rozepisovat jejich členění a funkčnost. Veškeré tyto standardy však splňují požadavky na standard 3. generace tedy tzv. International Mobile Telecommunications-2000 (Mezinárodní mobilní telekomunikace 200, dále jen IMT-2000). Kompletní rozdělení je možno vidět přehledně v Příloha P 1: Rozdělení 3G dle ITU IMT-2000^[14]. V této kapitole stručně rozčlením jednotlivé standardy 3G, čímž poukážu na návaznost ve standardu (výhradně UMTS) a na použité metody. V IMT-2000 se začleňují tyto standardy:^[14]

1. CDMA 2000
2. DECT
3. WiMAX
4. UMTS (FOMA)
 - UTRA FDD (W-CDMA)
 1. DS-CDMA
 - UTRA TDD
 2. TD-CDMA
 3. TD-SCDMA

1.2.7.1 CDMA 2000

Standard používaný v Americe, jedná se o standard 3G navazující na standard CDMA-one neboli Interim Standard 95 (dále jen IS-95). Na tento standard byl vyvinut upgrade (vylepšení, dále jen upgrade) v podobě standardu CDMA Evolution-Data Optimized/Evolution-Data only, který je určen pro paketový přenos dat.

1.2.7.2 UMTS - UTRA FDD (W-CDMA)

Nejprve bychom měli popsat název tohoto standardu. Obecně se říká, že se jedná o UMTS, technicky se ale používá název UTRA FDD (W-CDMA). První ze zkratek znamená UMTS Terrestrial Radio Access (UMTS pozemní radiový přístup, dále jen UTRA). Jedná se tedy o označení radiového přístupu v UMTS. Druhá zkratka je Frequency-division duplexing (Frekvenčně oddělený duplex, dále jen FDD). Což znamená, že uplink a downlink jsou navzájem od sebe odděleny na jiných frekvencích, jedná se tedy o metodu určení přístupu k downlinku a uplinku. Poslední zkratka je Wideband Code Division Multiple Access (Širokopásmový kódově dělený vícenásobný přístup, dále jen W-CDMA). To, že se jedná o CDMA znamená možný přístup k daným kanálům, pro které je směrodatné, že každý účastník má přidělen svůj kód, podle kterého je mu umožněn přístup k přenosovému kanálu. Tato varianta UMTS nám totiž nabízí dvě frekvenční pásma po cca 5 MHz pro downlink a uplink. Tato pásma jsou, jak jsem již naznačil, každé na jiné frekvenci a pomocí kódového přístupu k přenosovým kanálům mohou všichni účastníci využívat celé 5 MHz pásmo pro downlink a celé 5 MHz pásmo pro uplink.^[15] Přístup na daná frekvenční pásma nám zajišťuje Direct-sequence spread spectrum (Přímá sekvence rozprostření spektra, dále jen DSSS). V problematice UMTS se tato služba však značí zkratkou DS-CDMA, aby bylo zřejmé, že se jedná o kombinaci DSSS a CDMA.^[16]

1.2.7.3 UMTS – UTRA TDD

Tento způsob v UMTS je z části podobný předcházejícímu, rozdíl je v přístupu k downlinku a uplinku. Jako přístup se využívá Time-division duplex (Časově rozdělený duplex, dále jen TDD). Způsob k přístupu kanálů se využívají dvě metody:

1. Time Division-CDMA (Časově členěné CDMA, dále jen TD-CDMA)
2. Time Division-Synchronous CDMA (Časově členěné a synchronizované CDMA, dále jen TD-SCDMA)

TD-CDMA disponuje mnohem větší přenosovou rychlostí, než je tomu ve verzi FDD, ale tento způsob měl problémy se synchronizací časových základen jednotlivých prvků v systému. Pracovalo se tedy na zdokonalení tohoto způsobu převážně v synchronizaci a problém byl vyřešen přizpůsobením určitých prvků. Nový vylepšený způsob se pojmenoval TD-SCDMA, ve kterém byla synchronizace již pečlivě vyřešena. V této variantě se jedná o jedno frekvenční pásmo široké taktěž cca 5 MHz, ve kterém se však nachází jak uplink, tak downlink. Jedná se tedy vlastně o simulovaný plný duplex, který je však realizován po half-duplexním spojení. V jednom pásmu jsou tedy TS, které jsou různě poskládány z informací v downlinku a z informací v uplinku. To znamená, že pokud je vytižení sítě převážně stahováním, bude většina TS obsazena informacemi pro stahování a naopak. Jedná se tedy o velkou variabilitu (schopnost reagovat a měnit průběh datových toků dle aktuální potřeby) využití šířky pásma. To je hlavní výhodou přístupu TDD. V rámci je celkem 15 TS pro UMTS. Pro správný chod tohoto systému je zapotřebí dokonale přesné časování (synchronizace). To je řešeno pomocí GPS nebo z nadřazených vysílačů, které mají řízené časové základny z atomových hodin, jak je tomu i v PSTN. Účastník se smí pohybovat rychlostí maximálně 120 km/h, což je ještě méně, nežli tomu bylo u GSM. Oproti tomu metoda FDD nám umožňuje rychlost do 500 km/h. Mezi největší výhody po variabilitě systému u TDD patří fakt, že postačuje pouze jedno frekvenční pásmo. Je tedy finančně méně náročný na licence.^[15] Avšak i přes některé výhody tohoto způsobu UMTS se přeci jen zvolil způsob předešlý – řešení pomocí FDD.

1.2.8 Skupina 3,5G

1.2.8.1 High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA)

Standard Vysokorychlostní paketový přístup ve směru k uživateli (dále jen HSDPA) je doplňková datová služba ke standardu UMTS. Přirovnáme tento způsob ke způsobu z 2G. Kdy GSM mělo podpůrné datové standardy např. GPRS či EDGE. Díky standardu HSDPA, kde se změnou modulace a jiných dalších vylepšení zvedla přenosová rychlost ze samostatného UMTS, které mělo přenosovou rychlost kolem 200 kbit/s na rychlost 14,4 Mbit/s (release 6). Tato rychlost však byla pouze v základním vydání (release). V pozdějších vydáních se zvedla rychlost této služby až na 80 Mbit/s (release 9-HSPA evolved) po zavedení služeb Dual-Cell HSDPA + Multiple-input multiple-output communications (Antennní systém využívající víc antén pro příjem a vysílání, dále jen MIMO).^[18]

1.2.9 Skupina 3,75G

1.2.9.1 High-Speed Uplink Packet Access (HSUPA)

Vysokorychlostní paketový přístup ve směru od uživatele (dále jen HSUPA) je obdobná služba, jakou je HSDPA, přičemž se jedná o službu opačného směru toku dat. V release 6 je uplink této služby 5,7 Mbit/s, v release 7 je rychlost dvojnásobná.^[17]

1.2.10 Skupina 3,9G

1.2.10.1 Long Term Evolution (LTE)

Evolved Universal Terrestrial Radio Access (Vylepšení UTRA, dále jen E-UTRA) je vylepšení pomocí kompletní změny modulací na OFDM a použitím systému MIMO. Tento systém je taktéž znám pod pojmy High-Speed OFDM Packet Access (Vysokorychlostní paketová služba s přístupem pomocí OFDM, dále jen HSOPA), nebo také, dnes převážně využívané Long Term Evolution (Pravděpodobná síť Pre-4G, dále jen LTE). Tento standard nám umožňuje zvýšení přenosové rychlosti při plné výbavě a použití systému MIMO 4x4 na 326.4 Mbit/s.^{[19][20]} Tato přenosová rychlost je určena pro směr downlink.

1.2.11 Skupina 4G

1.2.11.1 LTE Advanced

Systém vylepšení LTE (dále jen LTE Advanced) je řazen jako adept na standard 4. generace. Vylepšení spočívá v lepší komunikaci mezi prvky systému. Vylepšení korekce chybných přenosů, plné využívání systému MIMO dle potřeb. Nově je zde zaveden systém přizpůsobení šířky pásma, která by již měla být velká minimálně 20 MHz, avšak dle potřeb by měla být schopna se sama rozšířit až na velikost 100 MHz dle aktuální potřeby využití sítě. Tento fakt by měl vyřešit obsazenost sítě pro hovorové služby, které se naskýtají například na Silvestra. Otázka přenosové rychlosti se řádově zvedla několikrát. Pro běžnou konfiguraci sítě je očekávána přenosová rychlost 1 Gbit/s. Maximální přenosová rychlost tímto standardem, která prozatím byla vyzkoušena společností NTT DoCoMo (Čína) je však 5 Gbit/s při maximální šířce pásma 100 MHz a rychlosti pohybu MS do 10 km/h.^[21] Nicméně tento standard je stále rozpracován, proto nemůžeme zcela určit výsledné možnosti jeho využití. Pokud však do roku 2011, kdy by měl být tento standard plně dokončen, přenosová rychlost naroste, budeme moci říci, že připojení pomocí pevných sítí bude na stejné úrovni jako připojení přes mobilní síť.

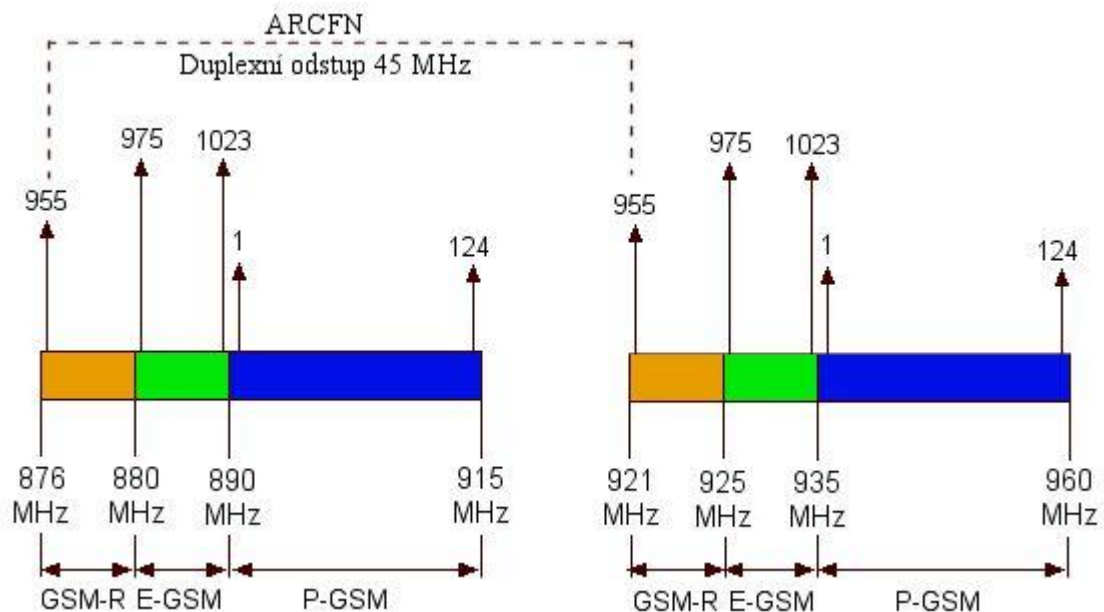
2 ROZBOR PRINCIPU FUNKCE GSM

Problematika této kapitoly se zaměřuje na poukázání principu funkce standardu GSM. Je zde vyobrazeno přidělené kmitočtové pásmo pro GSM. Vlastní koncepce GSM, která je v této kapitole vykreslena a vysvětlena. Poté se v této kapitole nachází vysvětlení metody TDMA a FDMA v GSM. Následuje základní struktura GSM sítě a také je zde popsáno začlenění datových služeb, jakými jsou například GPRS či EDGE do struktury GSM. Nechybí zde ani zjednodušený popis zpracování signálu. Poslední bod této kapitoly se zabývá druhy nabízených služeb v GSM.

2.1 Kmitočtové spektrum

Pro standard GSM bylo vyhrazeno pásmo 900 MHz. Přesněji se jedná o pásmo 890-915 MHz pro uplink a 935-960 MHz pro downlink. Tato pásma spadají pod označení Primary GSM (Základní GSM, dále jen P-GSM). Každý směr datového toku má tedy šířku pásma 25 MHz, přičemž frekvenční odstup obou pásem je 45 MHz. Absolute Radio Frequency Channel Number (Absolutní číslo rádiového frekvenčního kanálu, dále jen ARFCN) potom udává označení jednotlivých kanálů. Každé přidělené pásmo je rozděleno na 125 stejných kanálů s označením 0 až 125, které mají šířku 200 kHz. První z kanálů (tedy kanál označený jako nultý) se nevyužívá pro data, ale jako oddělení od jiných frekvencí (ochrana proti interferencím). Pro využívání tedy zbývá kanálů 124. Každý kanál má svou nosnou frekvenci, na kterou se informační signál moduluje. Toto pásmo však nestačilo pro rozvíjející se trh mobilní sítě. Bylo tedy nutno přidat další pásma. Prvním bylo pásmo 1800 MHz. Opět se jedná o frekvenčně oddělené pásmo pro jednotlivé datové toky. Šířka pásma byla stanovena na 75 MHz a jednotlivá pásma jsou 1710-1785 MHz pro uplink a 1805-1880 pro downlink. Frekvenční odstup pásem činí 95 MHz a kanál zůstává široký 200 kHz. Proto se tímto pásmem pro GSM zvětšil počet možných kanálů o $75\,000 / 200 = 375$ kanálů, které nesou značení 512-885 (jelikož první kanál se opět nepoužívá, zbývá 374 kanálů). V Americe bylo posléze vyčleněno další pásmo. Jednalo se o frekvenci 1900 MHz, ale toto pásmo rozepisovat nebudu, jelikož není určeno pro Evropu. Posléze bylo upraveno pásmo P-GSM, nový název je Extended GSM (Prodloužené GSM, dále jen E-GSM). Toto pásmo se vyhradilo před pásmo P-GSM a přesněji se jedná o pásmo 880-890 MHz pro uplink a 925-935 MHz pro downlink. Odstup obou pásem je tedy samozřejmě opět 45 MHz a šířka kanálu 200 kHz. Šířka 10 MHz opět rozšířila GSM o dalších 50 kanálů (přesněji 49 kvůli neobsazenosti prvního kanálu). Naposledy se také vyhranila

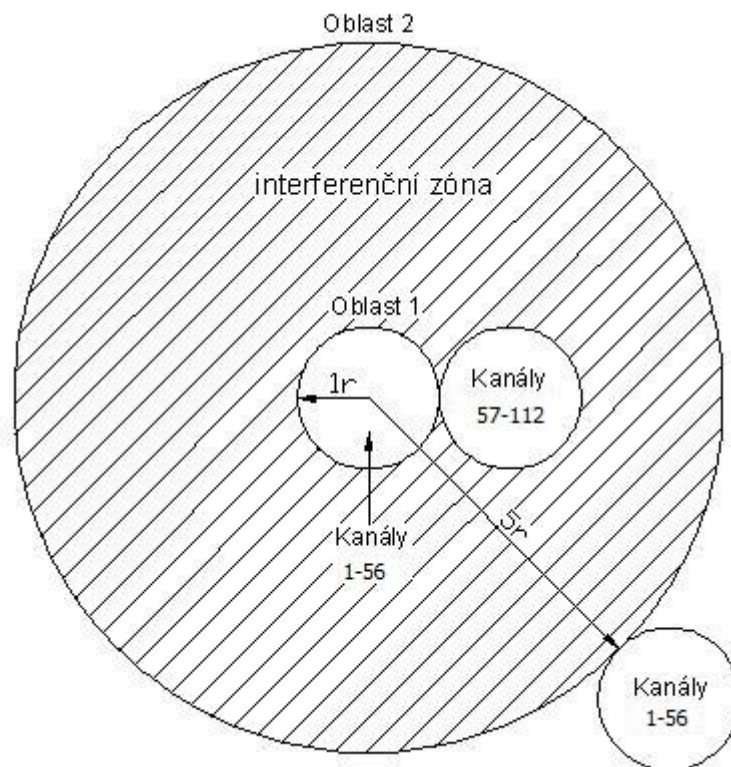
frekvenční pásma pro službu GSM-R. Ta byla stanovena na 876-880 MHz pro uplink a 921-925 MHz pro downlink.^[22]



Obrázek 9.: Rozdělení GSM v základním pásmu^[22]

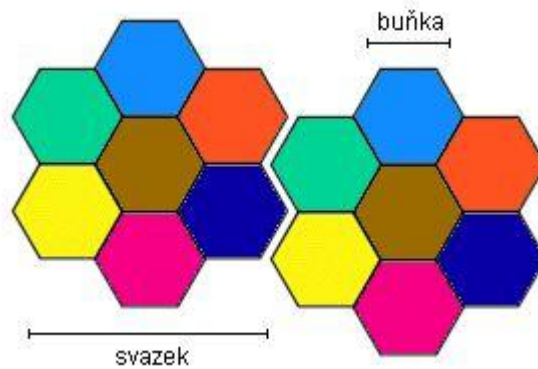
2.2 Celulární koncepce

Ať už se bavíme o standardu GSM nebo snad NMT, oba z nich jsou založeny na principu celulární (buňkové) koncepce. Což se od dřívějších způsobů pokrytí území signálem liší. Předchozí standardy pokrývaly rozlehlá území jedním vysílačem, aby dosáhly co největšího možného pokrytí. Dříve však nebyla mobilní komunikace natolik rozšířená, proto stačil i počet kanálů na tak velké území jaké je například 35 km (dnešní maximální velikost buňky kvůli odezvě při metodě TDMA). Navíc na vysílač i přijímač se kladly vysoké nároky na spotřebu a výkon. Největší problém této varianty je ovšem potřeba obrovského počtu kanálů, jelikož stejné kanály se mohou opětovně využít ve velké vzdálenosti od původního vysílače. Vše pečlivě popíši na příkladu a obrázku. Představme si vysílač necelulárního systému uprostřed oblasti 1, viz Obrázek 10., která má průměr $R=35$ km a má za úkol pokrýt toto území 56 kanály (1 až 56). Dosah vysílače pro řádný provoz je do vzdálenosti R , avšak vzhledem k vysokému výkonu lze zaznamenat interference (rušení) až do vzdálenosti $5 \cdot R=175$ km viz oblast 2 na obrázku. Tedy až ve vzdálenosti 175 km od původního vysílače lze opět použít stejné kanály. Na pokrytí interferenční zóny bychom potřebovali spoustu kanálů, k čemuž bychom potřebovali, v již v takto přeplněném radiovém pásmu, obrovskou šířku pásma, což nelze vymezit.



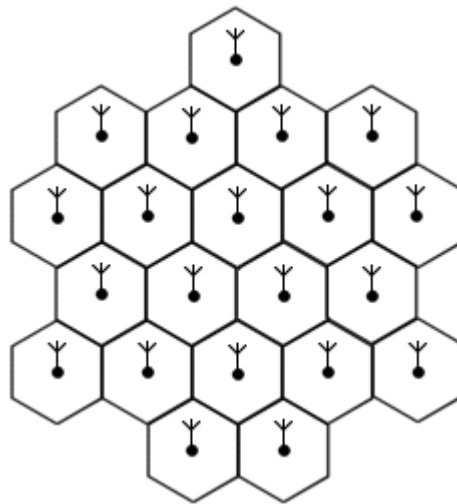
Obrázek 10.: Znárodnění využití kanálů necelulárního systému

Celulární systém oproti tomuto zastaralému dokonale využívá celé přidělené frekvenční pásmo jednotlivých nosných frekvencí, které se na celém území opakují. Představme si dosah z necelulárního systému (oblast 1, Obrázek 10) a rozdělme ji na 7 stejných buněk systémem plástve v úlu. Těmto sedmi buňkám se říká svazek. Každá z těchto buněk bude mít vlastní základnovou stanici a celkový počet kanálů se rozdělí mezi buňky. Jedna buňka tedy bude obsluhovat 8 kanálů. Pokud budeme chtít využít stejné kanály i na území, které je zatím nepokryté, jednoduše se na tento svazek „přilepí“ další. Na Obrázek 11. je patrný způsob využití dvou svazků. Je zde znázorněno, jak jsou buňky ve svazcích vzájemně rozloženy. Každá barva znázorňuje jednu buňku a tedy jednu základnovou stanici a jejích 8 kanálů. Zaměříme se na jakoukoli stejnou barvu v obou svazcích. Tyto dvě buňky využívají pro pokrytí zcela stejné kanály. Tento fakt lze vysvětlit tím, že od jedné z nich ke druhé je právě minimální vzdálenost $5 \cdot r$ poloměr buňky. Každý přínos má však svůj nedostatek. Výhodou celulárního systému je výborné využití frekvenčního spektra, snížení výkonů vysílačů a tím nároky na spotřebu.^[8] Nevýhodou, která je zřejmá z finanční stránky je zvýšení počtu vysílačů z jedné na sedm.



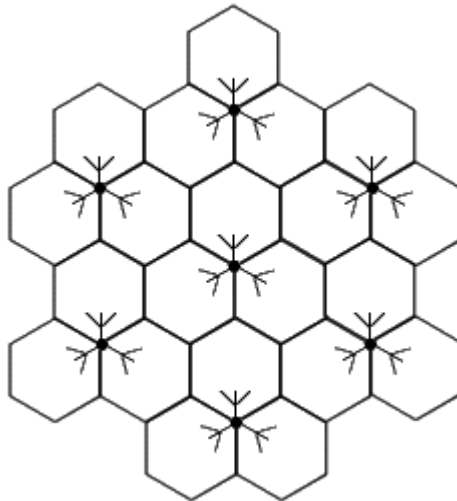
Obrázek 11.: Celulární systém buněk a svazků^[22]

Odborníci došli k řešení, které ještě lépe využije podstatu svazku. Rozdělením samotného svazku nikoli na 7 buněk, ale na 21 buněk se dosáhne ještě menších výkonů, větší kapacita sítě, ale bohužel také trojnásobně větší potřeba vysílačů, jak lze vidět na Obrázek 12.



Obrázek 12.: Rozdělení jednoho svazku na 21 menších buněk^[22]

Využití svazku je tedy vyladěno na maximální využití a následuje redukce vysílačů. Ta se provádí systémem zvaným sektorizace. Sektorizace je vlastně jen redukce zpět na 7 vysílačů s tím, že každý vysílač je umístěn do společného bodu tří sousedních buněk, přičemž každý vysílač má tři směrové antény, jež pokrývají svůj vlastní sektor^[22](buňku).



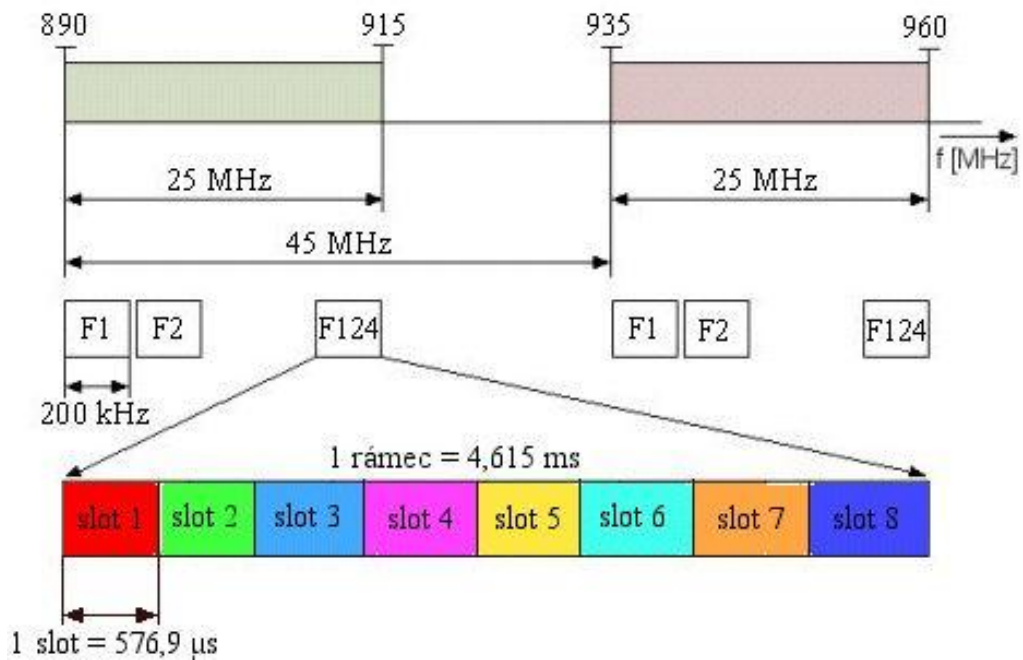
Obrázek 13.: Sektorizace svazku^[22]

2.2.1 Druhy buněk

- | | |
|------------------|---|
| 1. Macro cell | Dosah jednotky km (zpravidla pod 3 km) |
| 2. Micro cell | Dosah stovky metrů (zpravidla pod 300m) |
| 3. Pico cell | Dosah stovky metrů |
| 4. Femto cell | Dosah desítky metrů |
| 5. Umbrella cell | Vykrývání “slepých” míst |

2.3 FDMA, TDMA v GSM

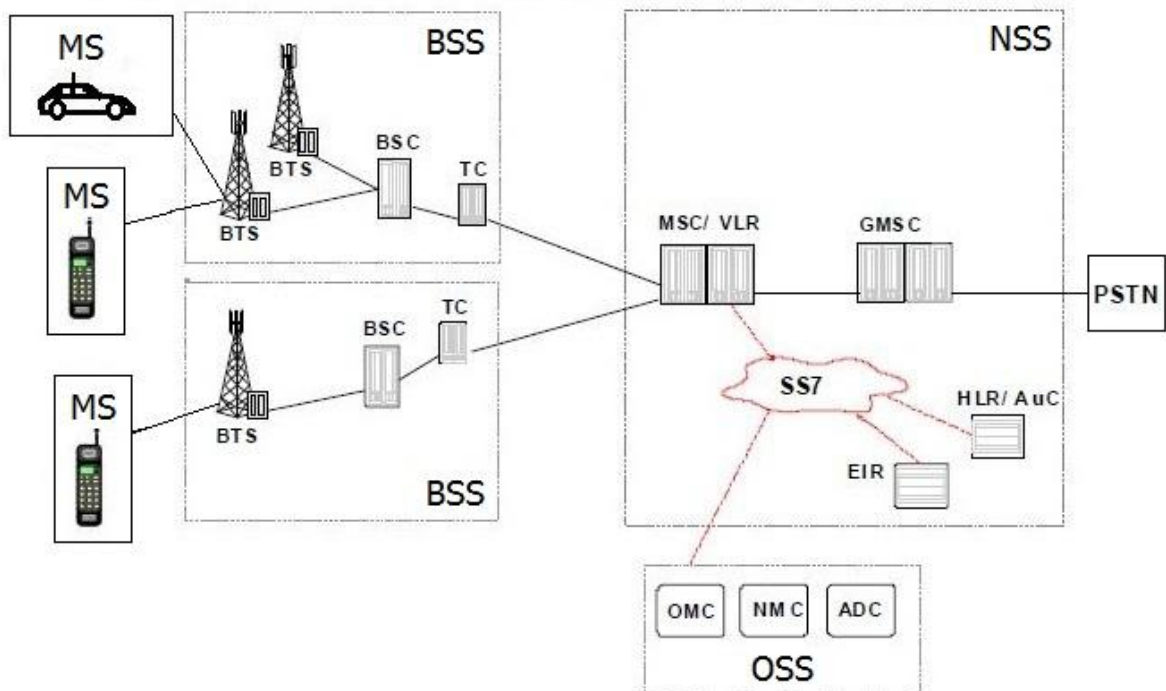
V této kapitole je přesněji popsáno přidělené frekvenční pásmo pro oblast P-GSM v závislosti na přístupové metodě FDMA a TDMA. Pro P-GSM, jak již bylo řečeno, je vyhrazeno pásmo 890-915 MHz a 935-960 MHz. To znamená, že zde je použita metoda FDMA, kdy pásma pro downlink a uplink jsou frekvenčně oddělena a v každém z nich je celé pásmo rozděleno na 125 nosných frekvencí (125 kanálů). Poté je pro každý z těchto kanálů, ať se již jedná o uplink či downlink, použita metoda TDMA, která rozděluje každý kanál do časových intervalů zvaných time sloty. V každém kanále je 8 TS. Dané TS jsou přidělovány jednotlivým účastníkům. Přesně jak je znázorněno na Obrázek 14. Pro šířku pásma je tedy $124 \cdot 8 = 992$ kanálů, které jsou plně duplexní. Při E-GSM přibude dalších $49 \cdot 8 = 392$ kanálů a s GSM 1800 přibude dalších $375 \cdot 8 = 3000$ kanálů.^[22]



Obrázek 14.: Kombinace metody FDMA a TDMA v GSM^[22]

2.4 Základní struktura GSM, GPRS a EDGE

Tato podkapitola má za úkol nastínit strukturu sítě GSM a pozdější implementování doplňujících služeb, za které se považuje například GPRS či EDGE.



Obrázek 15.: Základní struktura^[24]

Struktura samotného GSM je rozdělena na 4 části, tzv. subsystémy. Z nich každý z nich má pevně stanovené úkoly a obsahuje řadu funkčních prvků, které těmto subsystémům dovolují tyto úkony řešit – viz Obrázek 15.

Tyto čtyři subsystémy se nazývají:^[8]

1. Mobile station (MS)
2. Base station subsystem (Subsystém základnových stanic, dále jen BSS)
3. Network switching subsystem (Síťový spínací subsystém, dále jen NSS)
4. Operation support subsystem (Operační subsystém, dále jen OSS)

2.4.1 Mobile station (MS)

Mobilní stanice je základní prvek v síti, který umožňuje propojení mezi uživatelem a operátorem. V dnešní době se nejčastěji za MS vyskytuje mobilní telefon, ve kterém se nachází SIM karta. Jedná se o identifikační prvek daného uživatele, který obdržel od svého operátora. Pomocí SIM se ověřuje autentičnost a platnost uživatele. Mezi další MS patří například ústředny Elektronického zabezpečovacího systému (dále jen EZS). Dále se dosti využívá GSM brána. Ta nám poslouží například v Private branch exchange (Privátní pobočková ústředna, dále jen PBX) pro přepojení telefonátů z pevné sítě PSTN do mobilní sítě. Jednotlivé stanice mají nejrůznější výkony, od desetin wattu v mobilních telefonech až po jednotky wattů pro pevně montované stanice například ve vozidlech. Pro GSM jsou stanoveny třídy výkonů jednotlivých MS. Třída 1 až 5, přičemž třída jedna je nejvíce energeticky náročná a poslední třída nejméně.^[8]

2.4.2 Base station subsystem (BSS)

Tento subsystém se stará o radiové rozhraní v síti GSM. Pomocí dvou prvků je zde řízen radiový přenos, přidělují se zde kanály jednotlivým účastníkům, probíhá zde kódování a dekodování signálů a také šifrování a dešifrování. Prvním z nich je prvek nazvaný Base transceiver station (Základnová radiostanice, dále jen BTS) a druhým je Base station control (Základnová řídicí jednotka, dále jen BSC).

2.4.2.1 Base transceiver station (BTS)

Základnová stanice má za úkol komunikaci s jednotlivými MS. Skládá se z několika antén a dalšího technického zázemí, které má za úkol pokrýt dané území signálem. Základnové stanice jsou většinou na vyvýšeném místě, aby zajistili chtěné pokrytí signálem. Montují se

však také do interiérů, kde se nachází mnoho lidí a buňky jsou menší. Pro příklad mohu uvést obchodní domy, ve kterých se nachází několik základnových stanic. Každá ze stanic BTS je řízena systémem BSC.

2.4.2.2 Base station control (BSC)

Jednotlivé BSC poté slouží k řízení a koordinaci BTS stanic. Přičemž jedno BSC může řídit i více BTS stanic. BSC přiděluje jednotlivé kanály daným BTS a MS, řídí výkon signálu dané BTS a v případech, kdy je vyžadován hovor v rámci sousedních BTS napojených na společné BSC, zařizuje daný hovor bez potřeb nadřazených prvků sítě, čímž ulehčuje provozu. BSC je napojena ze strany uživatele na BTS a ze strany nadřazených prvků na Transcoder (Transkodér, dále jen TC).^[24]

2.4.2.3 Transcoder (TC)

TC nám slouží pro přizpůsobení rozhraní mezi BSC a ústřednou GSM, ve které jsou jiné přenosové komunikační rychlosti nežli u BSC, proto je TC přizpůsobuje.^[22]

2.4.3 Network switching subsystem (NSS)

Tento celek je hlavním funkčním subsystémem v mobilní síti. Obsahuje nejvíce prvků a řídí chod celého systému jako celku. Jednotlivé prvky jsou vidět na Obrázek 15. A nazývají se:^[8]

1. Mobile switching centre (Radiotelefonní ústředna, dále jen MSC)
2. Gateway mobile switching centre (Radiotelefonní ústředna určená pro přepojení a komunikaci s PSTN, dále jen GMSC)
3. Home location register (Domovský lokační registr, dále jen HLR).
4. Authenticity centre (Centrum autentičnosti, dále jen AuC).
5. Visitor location register (Návštěvnický lokační registr, dále jen VLR).
6. Equipment identify register (Registr mobilní komunikace, dále jen EIR).

2.4.3.1 Mobile switching centre (MSC)

MSC je vlastní ústředna, která má stejné úkoly, které má například ústředna v PSTN. Jedná se tedy převážně o vymezení a sestavení spoje, tarifkaci, komunikaci s ostatními prvky a jiné doplňkové služby.

2.4.3.2 Gateway mobile switching centre (GMSC)

GMSC je v podstatě totéž co MSC s rozdílem, že GMSC je určena pro komunikaci účastníků, kteří vyžadují přepojení do sítě mimo svého operátora. Jedná se tedy o přepojení do PSTN. ^[22]

2.4.3.3 Home location register (HLR)

Domovský lokační registr slouží pro uložení veškerých důležitých dat o jednotlivých uživateli. Každý operátor vlastní minimálně jeden druh tohoto registru. V HLR jsou uložena například všechna International mobile subscriber identity (Mezinárodní identifikace mobilního uživatele, dále jen IMSI).

2.4.3.4 Authenticity centre (AuC)

AuC bývá součástí HLR. Jedná se o ověření účastníků pomocí klíčů, které jsou jednotlivým účastníkům přiděleny. V tomto prvku také probíhá šifrování na základě šifrovacích klíčů. Chrání tedy před neoprávněným užitím služeb GSM. ^[24]

2.4.3.5 Visitor location register (VLR)

Zatímco HLR je v síti obsažen většinou pouze jednou, nebo v páru pro zálohování dat, VLR je obsaženo v každé MSC či GMSC. Jedná se o registr, do kterého si ústředna ukládá důležité informace o účastníkovi, které si vyžádala z HLR po dobu obsluhy účastníka. Poté se záznamy z VLR smažou.

2.4.3.6 Equipment identify register (EIR)

Registr EIR se zabývá samotnými periferiemi připojovaných do sítě GSM. Eviduje jedinečná čísla International mobile equipment identity (Mezinárodní identifikace mobilního zařízení, dále jen IMEI), která jednoznačně identifikují každou periferii. EIR slouží operátorovi například odhalit odcizené MS. Obsahuje tři databáze. ^[8]

- | | |
|---------------|--|
| 1. White list | Známá a platná IMEI |
| 2. Black list | IMEI neplatných či odcizených MS |
| 3. Grey list | IMEI MS, které jsou v dočasném sledování |

2.4.4 Operation support subsystem (OSS)

OSS slouží pro dohled nad chodem celého systému. Prvky v tomto systému nesou názvy. ^[8]

1. Operational and maintenance centre (Provozní a servisní centrum, dále jen OMC).
2. Network management centre (Centrum managementu sítě, dále jen NMC).
3. Administrative centre (Administrativní centrum, dále jen ADC).

2.4.4.1 Operational and maintenance centre (OMC)

Uvedený blok nám zajišťuje kontrolu nad ostatními subsystémy v GSM. Udržuje tedy celý systém funkční z hlediska technických požadavků (údržba).

2.4.4.2 Network management centre (NMC)

Blok NMC sleduje MS, které jsou v daný okamžik připojeny do sítě a zaznamenává možné nesrovnalosti či poruchy

2.4.4.3 Administrative centre (ADC)

Tento blok se dá považovat za nejzajímavější blok z hlediska operátora. ADC totiž zpracovává tarifkaci a vytváří vyúčtování pro jednotlivé zákazníky za poskytnuté služby.

2.4.5 Začlenění GPRS do struktury GSM

Po vyvinutí datové služby GPRS se musela do vlastní koncepce GSM zaimplementovat další síť, která je napojena na stávající systém a stará se o datové přenosy. Do základních bloků tedy přibýly další funkční prvky. Do sítě GSM tedy byli přiřazeny tyto prvky.^[24]

1. Packet controller unit (Kontrolní stanice paketů, dále jen PCU)
2. Serving GPRS support node (Servisní paketový uzel, dále jen SGSN)
3. Gateway GPRS support node (Směrovač mezi GPRS a ostatními paketově řízenými sítěmi, dále jen GGSN)

2.4.5.1 Packet controller unit (PCU)

Tento blok je fyzicky přidán k prvku BSC. Jedná se o uzel, kde se informace dále rozdělují dle jejich typu. Pokud se jedná o hovor, jsou směřovány na MSC, pokud jde o paketová data, směřují se na SGSN.

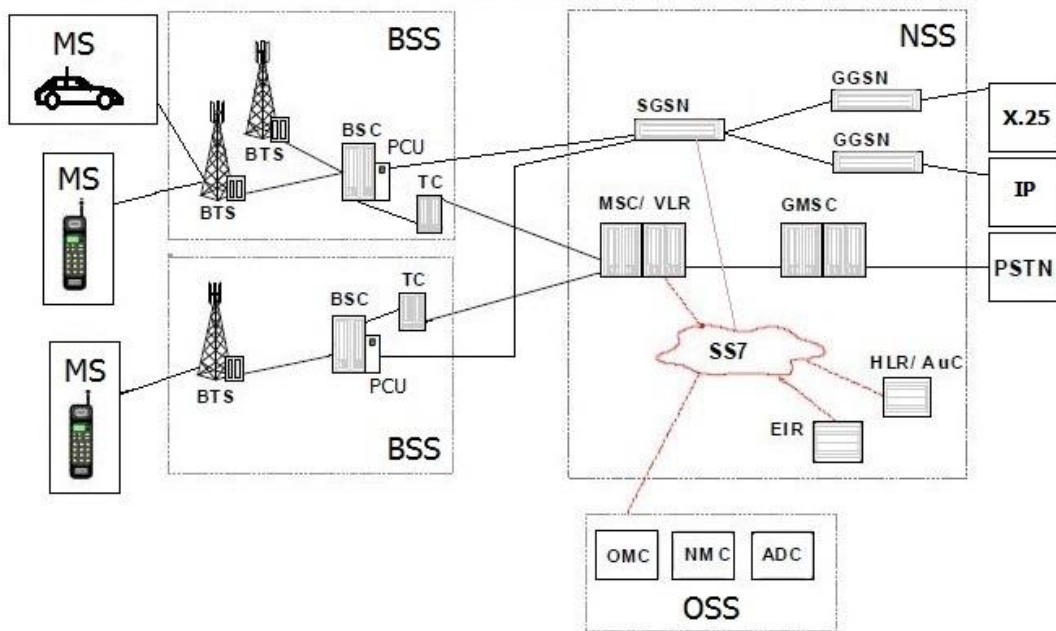
2.4.5.2 Serving GPRS support node (SGSN)

SGSN je v podstatě další ústředna, v tomto případě nám však zajišťuje přenos paketově řízených dat. Provádí všechny potřebné úkony, jakými jsou například přidělování kanálů,

monitorování obsluhujících MS, autentizaci účastníka, šifrování, počítání přenesených dat a tarifkaci

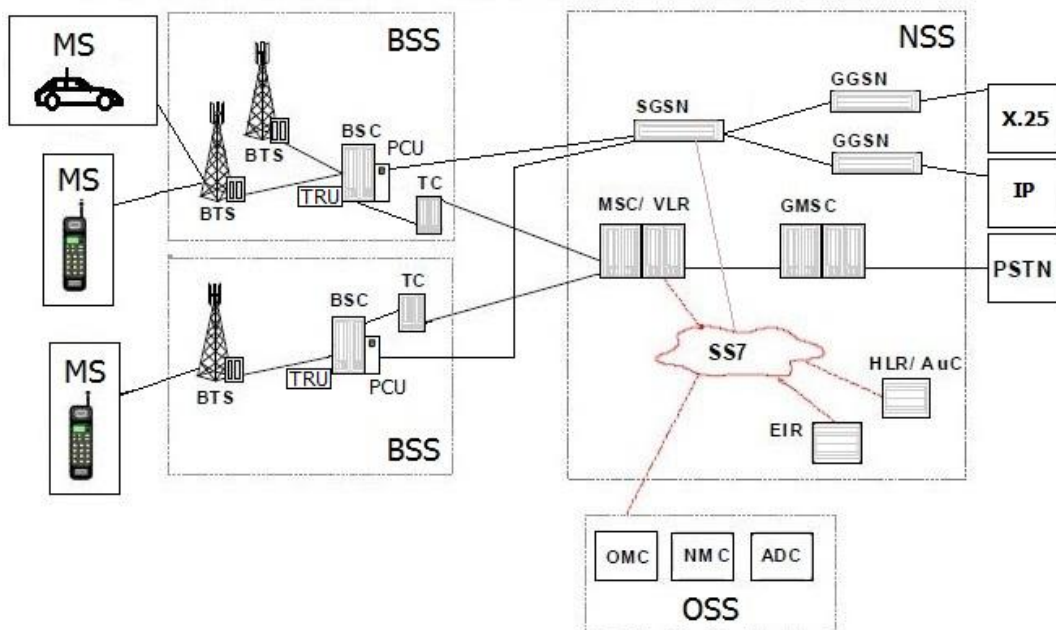
2.4.5.3 Gateway GPRS support node (GGSN)

Tento prvek slouží k propojení sítě GPRS se sítěmi externích paketových sítí.



Obrázek 16.:Začlenění GPRS do GSM^[24]

2.4.6 Začlenění EDGE do struktury GSM



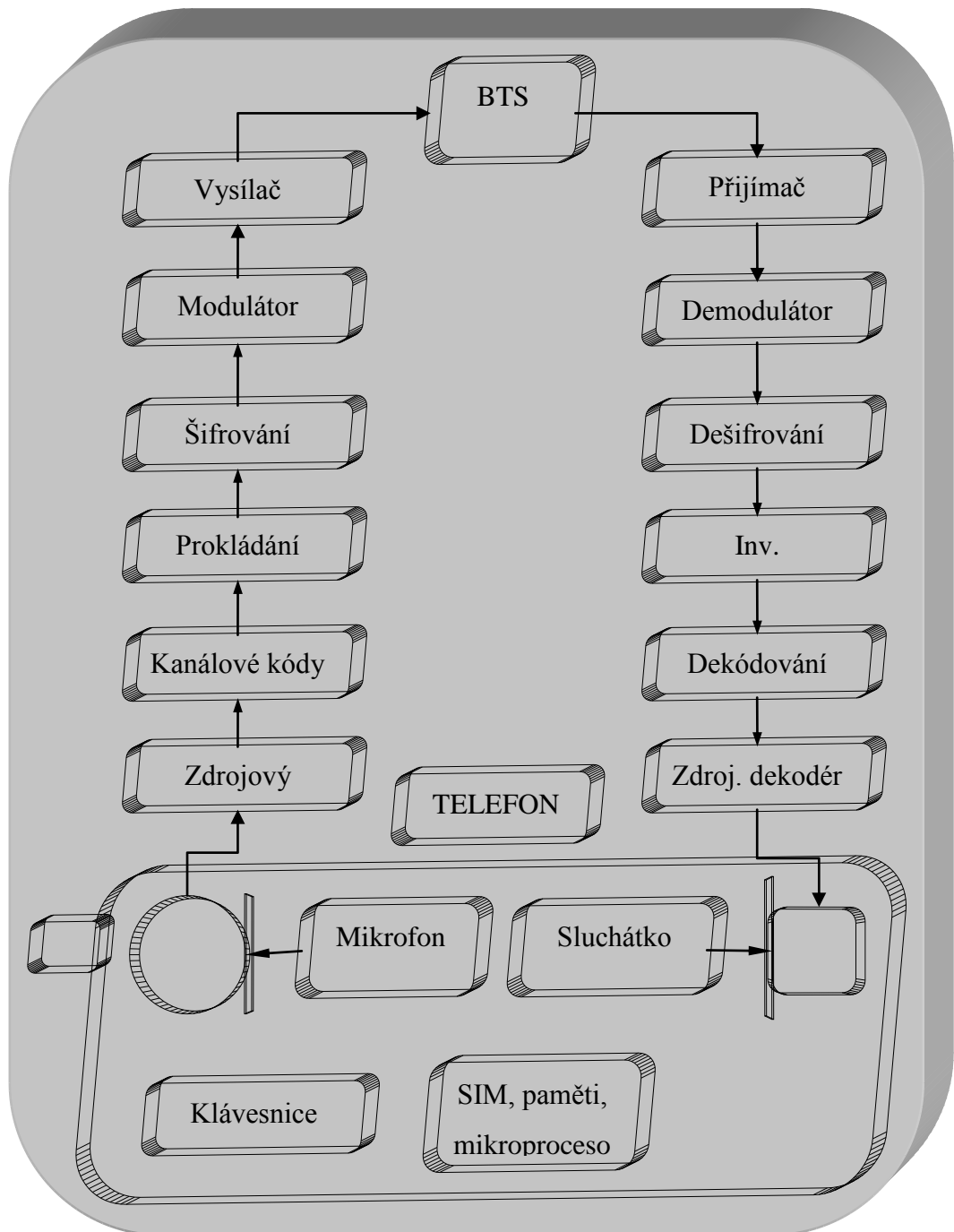
Obrázek 17.:Začlenění EDGE do GSM^[24]

Jelikož EDGE je pouze zdokonalení GPRS novou modulací, není potřeba přidávat žádný HW prvek a postačí pouze SW změna na prvku BSC, která se nazývá:

2.4.6.1 Transceiver Unit (TRU)

Tato změna umožňuje stanici BSC pracovat s modulací 8-PSK namísto GMSK.

2.5 Zpracování signálu



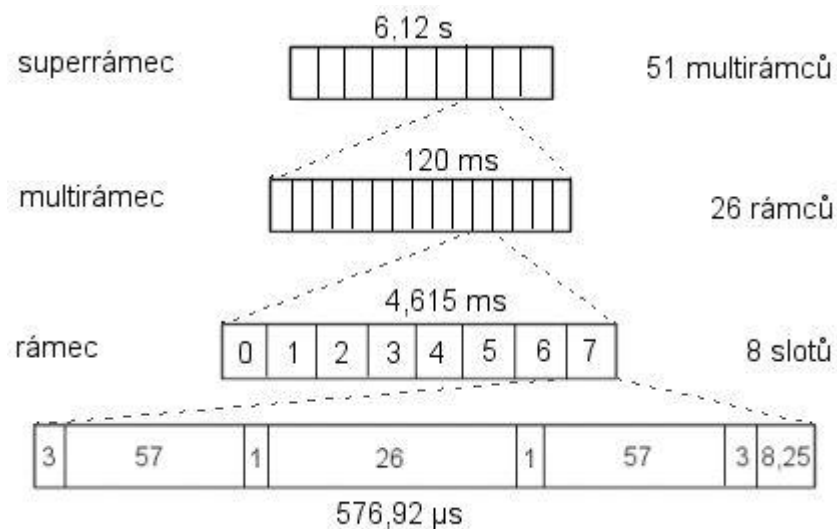
Obrázek 18.: Blokové schéma zpracování signálu

Zpracování signálu probíhá po blocích, jak je poukázáno na Obrázek 18. Obrázek popisují po vrstvách a vždy v obou směrech naráz, jelikož se jedná o inverzní funkce.

1. **Mikrofon / Sluchátko:** Zatímco mikrofon, převádí tlakové akustické vlny na elektrický signál, sluchátko naopak z elektrického signálu tvoří akustické vlny.
2. **Zdrojový kodér / dekodér:** Zdrojový kodér nám umožňuje snížit přenosovou rychlost odstraněním redundance řeči při digitalizaci. Řeč je snímána pouze v pásmu 300 – 3400 Hz a provádí se metoda Regular pulse excitation – long term prediction (Pravidelně pulzně buzený kodér s dlouhodobou lineární predikcí, dále jen RPE – LTP), která umožňuje snížit přenosovou rychlost na 13 kbit/s. Poté se signál digitalizuje. Digitalizace je provedena pomocí PAM vzorků, které jsou získány frekvencí 8 kHz /s řeči. PAM se dále moduluje například pomocí PCM či jiných modulací. Kodér rozděluje řeč na úseky po 20 ms, přičemž každý z úseků je digitalizován do tzv. segmentů 260 bity. Pomocí transformace (např.: Discrete cosine transform (Diskrétní kosinová transformace, dále jen DCT)) je segment rozdělen na blok excitačního signálu (188 bitů) a na koeficienty (2x36 bitů). Po drobné úpravě je možno přejít ke kanálovému kódování. V dekodéru je pro obnovu signálu použita inverzní funkce, kdy se z kvantizačních PAM vzorků opět vytvoří původní signál.^{[8][22]}
3. **Kanálové kódování / dekódování:** Tento druh kódování je potřebný k zabezpečení informace proti poškození či ztrátě při přenosu. Základem kanálového kódování je roztřídění dat dle jejich důležitosti pro zpětnou obnovu. Jsou zde vyčleněny tři bloky bitů. Prvním je I_A a slouží pro nejdůležitější data. Dalším je blok I_B , kde jsou uchovány informace se střední důležitostí a poslední blok II, kde jsou bity, které při ztrátě nemají zásadní vliv na získání původního signálu. K bloku I_A se přiřadí 3 paritní bity, k bloku I_B se přiřadí 4 paritní bity a k bloku II se nepřisuzují žádné bity. Na řadě je konvoluční kódování, kterému jsou při $R=1/2$ a $K=5$ podrobeny pouze bloky I_A a I_B . Vznikne Blok I o 378 bitech, ke kterému se připojí blok II se svými 78 bity. Výsledných 456 bitů odpovídá časovému úseku 20 ms. Tato fáze zvýšila tedy přenosovou rychlost z 13 kbit/s na výsledných 22,8 kbit/s. Dekódování je funkce inverzního typu.^[8]
4. **Prokládání / Inverzní prokládání:** Slouží k zabezpečení ztrátě informace jednoho účastníka. Tato metoda zaručuje ztrátu pouze části účastnické informace, což zaručuje udržení hovoru například jen s krátkou prodlevou, nikoli však výpadek

hovoru. Prokládají se skupiny bitů z celé informace účastníka. Celá informace (456 bitů) je rozdělena na 8 skupin. Poté se prokládají 4 poslední skupiny se čtyřmi prvními skupinami účastníka dalšího. Jedná se o vyhnutí shlukových chyb. Takto proložené skupiny se po Inverzním prokládání opět poskládají do původních bloků o 456 bitech a chyby jsou opraveny konvolučním dekodérem.^[22]

5. **Šifrování a formátování / Dešifrování:** V prokládání se vytvořili dvojice po 57 bitech. Dohromady tedy vytvořili blok o 114 bitech, který je potřeba připravit pro přenos. Přidávají se různé doplňkové, zkušební, okrajové, řídicí a ochranné bity. Takto připravený blok se nazývá Burst neboli Time slot. Ten trvá 577 μ s při 156,25 bitech. TS se skládají rámců, multirámců a superrámců viz Obrázek 19.^[8]



Obrázek 19.: Zařazení TS do nadřazených rámců^[22]

6. **Modulace / Demodulace:** V dřívější kapitole jsem popisoval rozprostření frekvenčního pásma na kanály o velikosti 200 kHz. Pomocí modulace se tedy na dané nosné frekvence příslušné každému z kanálů moduluje předpřipravená a zabezpečená informace. Oddělení kanálů mezi sebou se provádí modulací GMSK. Demodulace je opět funkcí inverzní.^[8]
7. **Vysílač / Přijímač:** Zde je modulovaný signál přenesen do vysokofrekvenčního pásma a zesílen. Takto zesílený signál je vyslán pro BTS. Přijímač opět přijatý signál od BTS vrátí do pásma nízkofrekvenčního, zesílí a signál pokračuje ve směru ke sluchátku.

3 POROVNÁNÍ GSM A UMTS

Jelikož jsem již dříve detailně vysvětloval každý ze standardů zvlášť, má tato kapitola poukázat pouze na nejhlavnější rozdíly mezi těmito dvěma standardy a doplnit princip funkce UMTS.

3.1 Princip funkce UMTS

3.1.1 Frekvenční pásmo pro 3G

Vyhrazené kmitočtové pásmo pro standard IMT-2000 je 1885 – 2025 MHz a 2110 – 2200 MHz. Jediný problém s vyčleněním tohoto pásma vznikl v Americe, kde se spodní kmitočty vyhrazené pro IMT – 2000 již používají pro stávající systém. Pro Evropu je pouze malá kolize se standardem DECT, ale jelikož se jedná o služby 3G, nejedná se o výrazný zásah. V tomto pásmu se mimo terestriálního přístupu k síti UTRA nachází satelitní služby, které jsou v rozpracování a nazývají se UMTS satellite radio access (UMTS satelitní radiový přístup, dále jen USRA) někdy nazývané jako Mobile Satellite Service (Mobilní družicová služba, dále jen MSS).

Tabulka 4.: Frekvenční spektrum IMT-2000 (Evropa)^[24]

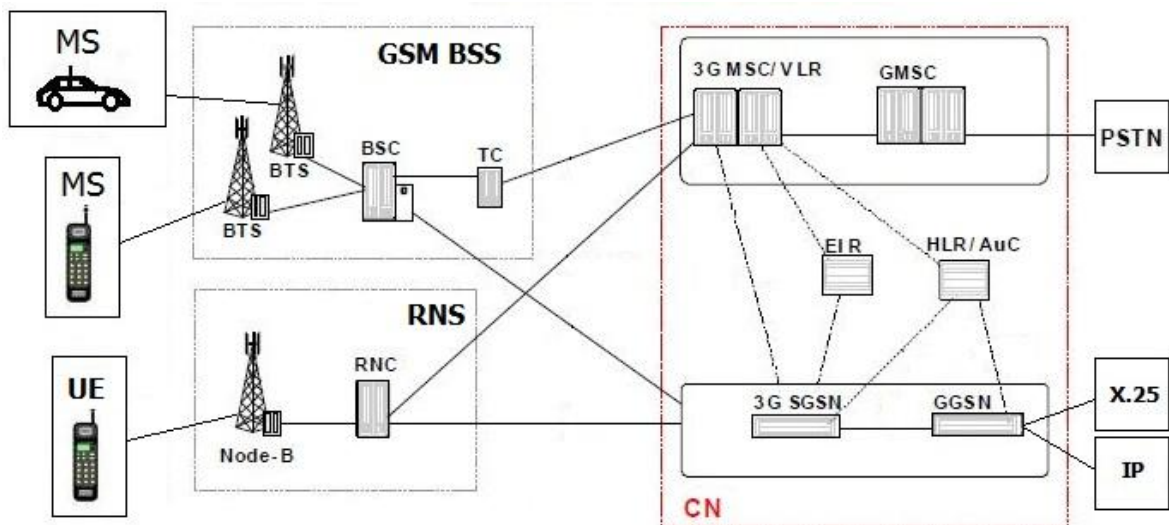
Vyhrazené kmitočtové spektrum	Rezervováno pro technologii
1885 - 1900 MHz	DECT
1900 - 1920 MHz	UTRA TDD
1920 - 1980 MHz	UTRA - uplink
1980 - 2010 MHz	USRA-uplink
2010 - 2025 MHz	UTRA TDD
2110 - 2170 MHz	UTRA FDD - downlink
2170 - 2200 MHz	USRA - downlink

3.1.2 Základní struktura UMTS

V UMTS se zavádí nové pojmy pro dané subsystemy. Princip buňkové koncepce je však stejný.

3.1.2.1 User equipment (UE)

Prvním je User equipment (Uživatelské zařízení, dále jen UE). Někdy se také používá označení Mobile terminal (Mobilní terminál, dále jen MT), ale ve své práci dávám přednost označení UE. Toto označení se zavedlo z důvodu využití rozmanitějších periférií, které jsou do UMTS připojovány nežli tomu bylo u GSM, kde se jednalo převážně o mobilní telefon. Každé UE musí mít v sobě UMTS Subscriber Identity Module (Účastnický identifikační modul pro UMTS, dále jen USIM)



Obrázek 20.: Základní struktura UMTS^[24]

3.1.2.2 Radio network subsystem (RNS)

Dále se v UMTS zavedl pojem Radio network subsystem (Subsystem radiové sítě, dále jen RNS). Tento subsystem je obdobný klasickému BSS v 2G. Obsahuje taktěž dva prvky:

1. Radio Network Controller (Řídicí jednotka rádiové sítě - obdoba BSC, dále jen RNC)
2. Node B (Základnová stanice v UMTS – obdoba BTS, dále jen Node B)

Funkce těchto prvků jsou velice podobné funkcím v sítích 2G s rozdílem specifik systému 3G (přidělování kanálů metodou CDMA atd.)

3.1.2.3 Core network (CN)

Hlavním subsystemem pro UMTS je Core network (Jádro sítě UMTS, dále jen CN), které je někdy nazýváno jako páteřní síť. Tento prvek obsahuje také obdobné jednotlivé prvky, které jsou pouze přizpůsobené specifikám sítí 3G.

3.2 Rozdíl mezi GSM a UMTS

Tato podkapitola pojednává o hlavních rozdílech těchto dvou standardů. Otázka zní, proč se tyto standardy vlastně liší. Odpovědí jsou požadavky organizací, které mají pod záštitou správu a vývoj mobilních komunikací. Ta se snažila o vývoj standardu, který bude celosvětový. To znamená, že by byl možný roaming všude po světě, jedním slovem se dá jejich snaha vystihnout – kompatibilita. To se jim povedlo ovšem pouze z části, jelikož v různých světadílech opět zůstává i přes podobnost jistá nekompatibilita, která například již zmíněný roaming neumožňuje. Podívejme se nyní, jaké jsou vlastní rozdíly mezi GSM a UMTS (UTRA – FDD). Samotné návrhy těchto standardů a to, pro co jsou primárně určeny, naznačuje, že mezi nimi rozdíl je. Zatímco GSM je založeno primárně na přenos řeči, UMTS se zaměřuje spíše na zabezpečení vysokorychlostního přenosu dat. Tento fakt je dán poptávkou na trhu. Hlavní princip přesto zůstává stejný. Stále se jedná o celulární digitální síť. Co se ovšem změnilo, jsou veškeré funkční prvky a způsoby přenosu informace. Také bylo přiděleno vyšší frekvenční pásmo, jež zabezpečuje vyšší kapacitu sítě a byly vylepšeny modulace, trasování a tím snížení odezvy systému, kódování a šifrování, které zabezpečuje menší náchylnost na ztrátu informace a zabezpečuje nám lepší opravu chyb oproti dřívějšímu řešení zasílání stejné informace vícekrát a jiné fakta, které se zdají být maličkostmi. Ve výsledku tyto změny dopomohly navýšení přenosové rychlosti několikanásobně a to v řádově desítkách. Jak je podrobně uvedeno v předchozí kapitole o popisu těchto standardů. Prvním faktorem, pro změnu byla tedy přenosová rychlost. Druhým faktorem pro změnu je marketingový trh, který se v dnešní době zaměřuje převážně na služby zákazníkům. Proto UMTS oproti GSM podporuje například Videotelefonii, streamování videa, sledování televizních kanálů či stahování hudby a jiné multimediální a webové služby. Základem u všeho jsou samozřejmě přenosové rychlosti dat. Změněny byly také funkční prvky. Například telefonní ústředna, radiové rozhraní i uživatelské zařízení. Detailnější fakta jsou popsána v předchozích kapitolách.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 ZJIŠTĚNÍ STAVU VYUŽÍVÁNÍ STANDARDŮ V PKB

V této kapitole jsem se zaměřil na využívání mobilních standardů v různých činnostech v Průmyslu komerční bezpečnosti (dále jen PKB).

4.1 Fyzická ostraha (FO)

Mezi základní činnost se dá považovat poskytování služeb fyzické ostrahy. Provedl jsem průzkum na vytipovaných místech, jakými jsou například obchodní domy, recepce hotelů, recepce bank, pozemky objektů. Podle druhu objektu, který fyzická ostraha zajišťuje, disponuje různým vybavením pro podpoření této služby. Mezi vybavení tedy patří:

1. Uniforma
2. Tonfa
3. Slzotvorné spreje
4. Paralyzér
5. Klíče
6. Přístupová karta Radio Frequency Identification (Identifikace na rádiové frekvenci, dále jen RFID)
7. Pes
8. Střelná zbraň
9. Detektor kovů
10. Vysílačka
11. Mobilní telefon

Na seznamu je patrné, že u služby fyzické ostrahy objektů se mobilní standardy využívají ve velmi malé míře. Nejčastějším vybavením pro komunikaci je vysílačka. Někteří jsou vybaveni mobilním telefonem, který však nemá žádné určení pro tuto činnost. Jedná se tedy o běžný uživatelský telefon bez rozšiřujících funkcí pro tento druh služby. Pokud vezmeme v potaz, že mobilní služby je jiné názvosloví pro bezdrátové služby, lze do této sekce zařadit i přístupovou kartu RFID.

4.2 Pult centralizované ochrany (PCO)

Další službou v PKB je napojení na pult centralizované ochrany (dále jen PCO). Tato služba je určena pro přenos informací o objektu na centrální pracoviště soukromé bezpečnostní agentury (dále jen SBS), kde je daný stav vyhodnocen a v případě nutnosti je

vyslána zásahová jednotka. Po průzkumu jsem zjistil více způsobů propojení PCO s objektem. Mezi varianty patří:

1. Telefonní linka
2. Vlastní radiová síť
3. GSM (GPRS) síť

U této služby je tedy mobilních sítí využíváno více, nežli tomu je u fyzické ostražky. K přenosu informací o objektu je využívána mobilní síť. Jedná se o paketový přenos GPRS. Výhoda tohoto systému oproti jiným druhům spojení je rychlost, finanční nenáročnost a především trvalá komunikace s objektem. Po daném intervalu v řádu jednotek minut komunikuje dispečerské pracoviště s vysílačem objektu. Díky tomuto SBS ví, že v objektu je vše v pořádku a nehrozí žádné nebezpečí.

4.3 Elektronický zabezpečovací systém (EZS)

V elektronickém zabezpečovacím systému (dále jen EZS) se v ústředně děje podobný jev, jaký je u vysílače objektu na PCO. Jediný rozdíl je, že ústředna EZS nekomunikuje s SBS, nýbrž s majitelem objektu, který si EZS pořídil. Opět se naskýtá vícero možností přenosu informace k majiteli:

1. Telefonní linka
2. Služba SMS
3. Hovorové služby pomocí GSM

V této službě se vyskytují tedy dvě možnosti využití sítí GSM. První z nich je klasický telefonní hovor, kdy ústředna vytočí přednastavená telefonní čísla po sobě a přehraje již dříve nahraný vzkaz. Poté zavěsí. Druhou možností je zaslání SMS zpráv. Výhodou SMS zpráv je rychlé rozeslání informací na více telefonních čísel a tím rychlejší odezva na vzniklou situaci. V SMS zprávách je například uvedeno, kde poplach vznikl, čas události a jiná specifika, pomocí kterých může uživatel snáz rozhodnout, jakým způsobem zareaguje. SMS služba pro EZS nabízí také možnost zpětné odezvy, kdy pomocí SMS s přednastavenými kódy naskýtá uživateli zapnout, například nahrávací zařízení kamerového systému, či jiné služby, které nejsou s PKB nikterak spojeny. Pro tyto služby musí mít ústředna EZS vyšší HW výstavbu.

4.4 Ostatní zařízení využívající GSM

Na trhu je také mnoho zařízení, která nevyžadují ani jeden z předchozích způsobů k ochraně objektu. Jsou to převážně samostatná zařízení, která jsou určena pouze pro jednu funkci a po sepnutí ihned dávají informace uživateli pomocí sítě GPRS. Nejlevnějším, přesto dokonale fungujícím zařízením je Passive infrared detector (Pasivní infračervený detektor, dále jen PIR), který obsahuje digitální fotoaparát a blesk. Tento detektor je výjimečný tím, že po zaznamenání narušení střežené zóny pachatele vyfotí bez blesku. Poté sepne blesk a pachatel se otočí směrem k blesku a PIR jej vyfotí znovu. Ihned poté se pomocí GPRS sítě fota pošlou na webový portál, kde jsou uloženy. Pachatel tedy nestačí přenosu zabránit. Daný PIR detektor samozřejmě musí obsahovat SIM kartu pro přihlášení do mobilní sítě (ostatně jak je tomu u všech zařízení připojené do sítě GSM). Dalším zařízením je například kamera.

5 PRŮZKUM NOVÝCH TRENDŮ VE SVĚTĚ V MOBILNÍ KOMUNIKACI

Vývojové trendy se v oblasti mobilních sítí vyvíjejí velmi rychle. Vědecké laboratoře vynalézají jeden standard za druhým. Vylepšují stávající standardy a služby a snaží se přiblížit možnostem, jež poskytuje pevná síť. Zde se ovšem naskytá zásadní problém. Operátoři v jednotlivých zemích z finančních důvodů nestíhají své sítě aktualizovat na novinky, které z vědeckých laboratoří vycházejí. Pro operátora je tato aktualizace vysoce nákladná a operátoři neaktualizují své sítě před zaplacením vybudované předešlé sítě. Ze strany ekonomiky operátorů lze tento fakt pochopit. Na straně druhé je tím bržděn vývoj dané země v oblasti technického vývoje. Příkladem může být používání standardů 2G a Pre-3G dodnes. Zatímco se v České republice systém 3G teprve rozvíjí a lze jej využít pouze ve velkých městech, v Číně tento systém funguje téměř deset let. Vinu samozřejmě také nese legislativa daného státu, kdy při prodeji licencí na frekvenční pásma vynesla pořizovací cenu značně vysoko. Musíme se tedy zaměřit na otázku, co je samotný vývojový trend v mobilních komunikacích. Pro ČR je vývojový trend síť 3G a její rozšiřující služby. Pro Čínu je vývojovým trendem síť 4G. Ve své práci budu zohledňovat oba náhledy na vývojový trend. Budu zjišťovat nejen služby a ostatní náležitosti standardu 3G, které v ČR stále nejsou, ale především vývoj, kterým směřuje dálný východ. Důvod je snadný. Trend, který je nyní na dálném východě se stane za několik let trendem u nás v ČR. Proto v této práci navrhuji jednotlivé využití služeb, periférií a ostatních náležitostí pro průmysl PKB v České republice z oblasti 3G, ale i 4G.

5.1 Trend ve skupině 3G

5.1.1 Služby

Obecně platí, že ve skupině 3G (tedy UMTS) se operátoři snaží nabízet co možná nejvíce služeb. Jelikož je pokrytí signálem jen u větších měst, tvoří se tzv. ostrůvky pokrytí 3G. Uvnitř těchto ostrůvků mohou uživatelé využívat všechny služby UMTS včetně videotelefonie. Pokud se však rozhodneme volat do UMTS jiného ostrůvku nebo operátora, tyto služby nejsou k dispozici. Operátoři se tedy snaží vykrýt možnost přepojování mezi operátory a mezi jednotlivými ostrůvky. Mezi další služby patří různé aktuální nabídky samotných operátorů. Například sledování dopravy pomocí kamery na daných úsecích, různé webové informační portály, aj. Další služba, která je nabízena v síti

UMTS se nazývá Enhanced GPS (Vylepšený globální poziční systém, dále jen E-GPS). Jedná se o vylepšenou službu Assisted Global Positioning System (Asistenční služba globálního pozičního systému, dále jen A-GPS). Zatímco A-GPS zasílala telefonu informace pro snazší vyhledání družicového signálu, E-GPS umožňuje samostatné udávání polohy bez jakéhokoliv signálu z družic pomocí systému připojení na Node-B v síti UMTS. V UMTS je telefon napojen na více Node-B, proto lze díky odezvy a jiných náležitostí určit polohu. Tuto službu samozřejmě musí podporovat dané zařízení.

5.1.2 Data

Pro UMTS se v ČR zavádějí datové profily HSDPA a HSUPA. Ty nabízejí značné zrychlení oproti GPRS. Cena těchto datových služeb je stejná jako u GPRS.

5.1.3 Trendy využitelné pro PKB

Masivní průmyslový multifunkční telefon od firmy Motorola je, mimo jiných standardů, které lze použít, určen pro síť UMTS a tedy také pro datové přenosy HSDPA a HSUPA.



Obrázek 21.: Průmyslový telefon Motorola^[30]

Telefon je vyroben v odolném krytu nesoucím označení IP 54, tzv. odolnost proti prachu a stříkající vodě. Disponuje čtečkou čárových kódů, obsahuje kameru, paměťovou kartu, velice výkonné jádro telefonu a biometrickou čtečku otisků prstů. Pro bezdrátové přenosy je zde možnost UMTS, Bluetooth, Wi-Fi 802.11a/b/g. Naskýtá se taktéž možnost

integrovaného RFID čipu a je také vybaven integrovaným Global Positioning System (Globální poziční systém, dále jen GPS). V místech, kde není dostatečná viditelnost, nastupuje služba E-GPS.

Dalšími trendy jsou malá zařízení, která jsou připojena samostatně pomocí svého UMTS modulu a USIM. Těmito prvky jsou různá zařízení jako PIR, kamera, relé apod. Jedná se o doplňky pro malé objekty, kterým je například chata.

5.2 Trend ve skupině 4G

5.2.1 Služby

Ve skupině 4G je snaha rozšířit a vylepšit služby 3G. Ve 3G je možnost videotelefonie, zatímco ve 4G by měla být zavedena videokonference. Ta by se ovšem neměla provozovat již jako u skupiny 3G. Snaha 4G je sjednotit nabízené služby, – tzv. přepojování okruhů a přepojování paketů do jednoho principu. Vše směřuje ke sjednocení těchto dvou možností na síť, založenou na protokolu IP. Přenos dat se téměř nezmění, ale hovorové služby, jak je známe nyní, nebudou již nabízeny. Pokud budeme chtít provést hovor, provede se přes protokol Voice over internet protocol (Hlas přes internet protokol, dále jen VoIP). Tato služba nám poskytne hovor na stejné, či lepší úrovni nežli doposud. Veškeré služby se tedy nadále převedou do sekce dat (paketově zasílaná data).

5.2.2 Data

Ve skupině 4G se značně projevil technologický vzestup nárůstem přenosové rychlosti. Ta již nyní v Číně, dosahuje ve zkušebním provozu při maximální konfiguraci sítě a pomalu pohybujícího se uživatele, rychlosti 5 Gbit/s. Tato rychlost je natolik vysoká, že nám dává možnost přenést jakákoliv data bez ohledu na komprese a úsporu přenesených dat. Nabízí nám tedy mimo jiné i přenos videa v dokonalé kvalitě pořízené kamerami, různé multimediální akce a jiné, pro uživatele zajímavé, datové přenosy.

5.2.3 Trendy využitelné pro PKB

Využitelnost vyplývá z možné přenosové rychlosti dat. Tento fakt nám naskýtá možnost vybavit každý prvek v zabezpečovacím systému svým vlastním modulem a přihlašovacím prvkem do sítě, což umožní velkou flexibilitu instalovaného systému bez potřeby tvoření pevných datových sítí. Tento způsob je možný také pro sítě nižších generací. Nikdy se však nejedná o trvalý přenos dat z každého prvku, nýbrž pouze v době poplachu zašle foto

snímky či krátké video ve špatné kvalitě. Oproti tomu tato služba nabízená sítí 4G vysílá nepřetržitě a v odpovídající kvalitě.



Obrázek 22.: Přehled nejnovějších standardů a jejich přenosových rychlostí^[31]



Obrázek 23.: Kamera používající pro přenos mobilní síť^[32]

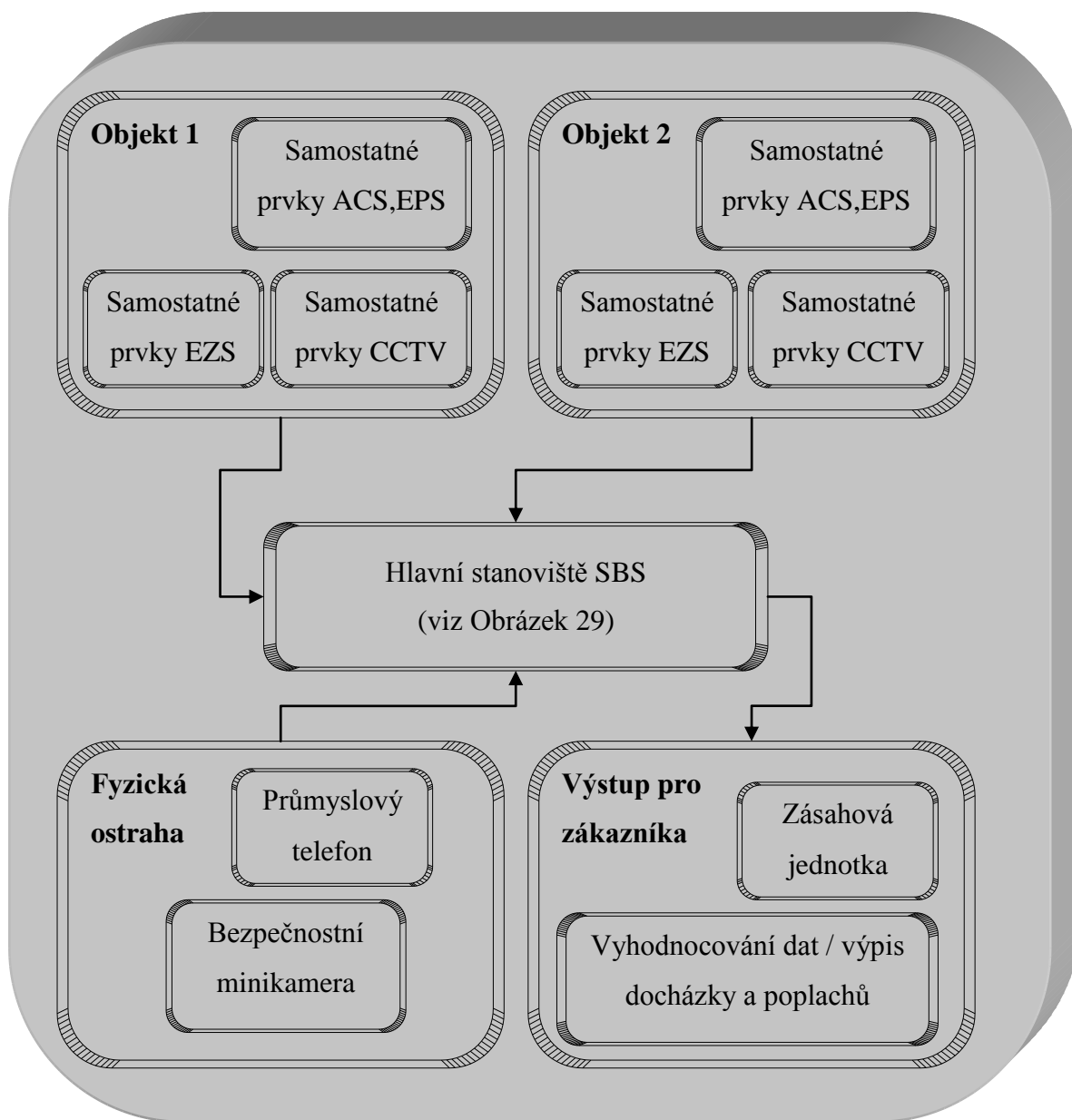
6 POROVNÁNÍ NOVÝCH TRENDŮ SE STÁVAJÍCÍMI V ČR

Z předchozích kapitol již víme, kam směřuje technologický vývoj na dálném východě. Porovnejme tedy tento směr s vývojem, který se nachází v ČR. Pro ČR je přijímání nových standardů pouhým aplikováním do struktury stávajících sítí. Veškeré standardy jsou již vynalezeny, proto zbývá je pouze implementovat. Ze samotného využívání lze však zjistit, že implementování moderního vývoje je pro operátory v české republice stejně obtížné, jako vynalezení nového standardu pro ETSI či 3GPP. Dokazuje nám to chronologický seznam standardů a chronologický seznam implementace v ČR. Obecně platí, že v české republice jsme o jednu celou generaci pozadu před vývojem. Sotva se v ČR rozmohla ve velkých městech síť 3G, v jiných zemích světa (např. Čína) se stejně tak zavádí síť 4G. Můžeme si tedy položit otázku „Proč se jeden vývoj jednoduše nepřeskočí a neposuneme se mezi světovou špičku?“. Odpovědi jsou finance, jak pro výzkum, tak pro samotnou implementaci. V evropských zemích oproti dálnému východu je nižší produktivita práce, vyšší náklady na lidské zdroje, vyšší poplatky a jiná omezení. Proto si na východě mohou dovolit mnohem efektivnější výzkum, nežli je tomu v Evropě. Operátoři v ČR nemají dostatek financí pro přeskočení celé jedné generace. Fyzicky by tento krok znamenal vybudování zcela nové sítě bez ohledu na síť stávající. Pokud jsou o jednu generaci pozadu, zařízení je levnější a lépe se implementuje do stávajících sítí pomocí různých adaptérů, převaděčů a jiného pomocného zařízení. To uspoří nemalé náklady na výstavbu sítě vyšší generace. Tento způsob je sice pro operátory výhodnější, méně výhodný je však pro uživatele sítě, kterým by se nabídka 4G líbila více nežli 3G s omezenými službami z důvodu sjednocení dvou sítí dohromady. Již při nákupu licencí pro pásmo 3G byl udán deadline pro operátory na zavedení 3G minimálně na 90% území v Praze. Ve skutečnosti licence propadly, jelikož 90% pokrytí Prahy se povedlo dle operátora mezi rokem 2008 a 2010. Pokud by dodrželi datum dokončení, v dnešní době bychom v ČR mohli uvažovat o zkušebním provozu a implementaci 4G. Pokud se nyní zaměříme na detaily, které tato fakta s sebou nesou z oblasti nabídky přenosové rychlosti, služeb a koncových zařízení, uvidíme možný vzestup českých mobilních komunikací mnohokrát vylepšený. Samotné služby UMTS nejsou na maximální úrovni standardu. HSDPA má pro release-6 14,4 Mbit/s, pro release-7 28,8 Mbit/s a v ČR je přenosová rychlost této služby pouhé jednotky Mbit/s. Opět se naskytá otázka, z jakého důvodu implementujeme technologie, které jsou zastaralé a již překonané? Další z možných odpovědí je také vina výrobců koncových zařízení, které často prodávají telefony, sic levné, které tuto službu nepodporují. A to i přes

schopnost dodávat telefony, které tyto služby podporují. Jedná se především o značky Nokia. Pro Čínu dodávají telefony na jiném technologickém stupni nežli je tomu v ČR. Konečně se dostáváme k samotným uživatelům v ČR. Je totiž možné, že ti samotní brzdí celý vývoj. Mnoho lidí v ČR se řídí heslem „Na co takový telefon, mě stačí, aby to volalo“. Těchto lidí naštěstí ubývá a stále více uživatelů vyžaduje možnosti, které jim mobilní síť naskýtá. Neměli bychom se však omezovat ve vývoji takovými lidmi, jelikož do doby, kdy bude těchto uživatelů značné množství, operátoři nebudou chtít do svých sítí rapidně zainvestovat a pokročit ve vývoji. Přirovnějme tuto možnou výměnu standardů k televiznímu vysílání. Několik let před ukončením analogového vysílání se široká veřejnost informovala, že v daném roce začne vysílání pouze digitálně. Bez pochyby se našli tací, kteří tuto změnu neuvítali a naopak lidé, kteří prohlásili, že už to mělo být dávno. Zrovna tak by se tento princip implementace nových standardů měl zavést v mobilních sítích. Udat rok, kdy bude síť 2G jednou pro vždy ukončena a dát možnost síti 3G, či dokonce 4G. Pokud tento krok ČR neudělá, bude stále pozadu před technologickým vývojem ve světě.

7 NÁVRH VYUŽITÍ ZJIŠTĚNÝCH VÝVOJOVÝCH TRENDŮ

Tato kapitola se zabývá jednotlivými trendy ze všech oblastí mobilních komunikací, pro které je možné využití v PKB ČR. Z moderních trendů vyplývá, že je snaha o integrování všech systémů v PKB do jednoho spolupracujícího celku, který si dokáže data sdílet a využívat je pro více aplikací. Přístup pomocí sítí 3G/4G je zvolen z důvodu mobility a flexibility všech prvků v systému. Pro názornost jsou všechna využití popsána na jednom objektu s vyšším stupněm zabezpečení a s tím spojenou nutností osobní kontroly každé osoby vstupující do objektu. Daný systém a jeho veškeré komponenty (EVS, EPS, CCTV a ACS) jsou bezdrátové a pro přenos využívají mobilní síť 3G nebo 4G.



Obrázek 24.: Základní struktura navrhovaného systému

Základem je server, který má za úkol zajišťovat chod celého systému. Jedná se o integrovaný systém. Proto jsou data zpracovávána a vyhodnocována na jednom přístupovém místě. Systém je samozřejmě zálohovaný proti poruše jednotlivých částí či výpadku elektrické energie. V daných podkapitolách je rozdělena činnost systému a je v nich popsáno využití mobilních služeb, trendů, periférií a dalších náležitostí, které jsou cílem této diplomové práce.

7.1 Fyzická ostraha (FO)

Z kapitoly o současném využívání mobilních standardů v PKB je patrné, že stávající standardy jsou zakomponovány pro účely FO jen z části. Každý pracovník FO nyní disponuje pouze vysílačkou a zřídka bývá běžným mobilním telefonem a bezkontaktní přístupovou kartou. Pracovník si tedy může jedním zařízením otevírat dveře a druhým zařízením komunikovat se svými spolupracovníky. Pokud je vybaven dalším zařízením, může bez odkladu, v případě potřeby, přivolat pomoc ve smyslu policie ČR (dále jen PČR), hasičský záchranný sbor (dále jen HZS) či zdravotnickou záchrannou službu (dále jen ZZS). Pracovník FO tedy musí být vybaven minimálně třemi zařízeními, aby zvládl všechny tyto úkony.

7.1.1 Průmyslový telefon

Jedním z moderních trendů v mobilní komunikaci pro 3G a vyšší generace je využívání tzv. průmyslových telefonů. Tyto telefony jsou připraveny pro nejrůznější činnosti v jakémkoliv průmyslu a přizpůsobují se vždy softwarovou výbavou pro daný typ činnosti. Průmyslový telefon lze tedy také upravit přesně pro potřebu PKB v oblasti FO. Telefon má v sobě zabudovanou RFID kartu pro bezdrátové otevírání dveří, je k němu připojena biometrická čtečka otisků prstů a samozřejmě má přihlašovací prvek do mobilní sítě UMTS. Je tedy umožněn přístup k běžnému uskutečnění hovoru a také přístup do datové sítě. Jako další služba tohoto telefonu je služba E-GPS, kterou jsem zmiňoval v předchozích kapitolách. Práce FO je rozdělena do několika úloh, zajímají nás pouze hlavní činnosti:

1. Kontrola vstupu oprávněných osob do objektu
2. Kontrola vjezdu oprávněných vozidel do objektu
3. Kontrola proti nepovolenému vynášení / vyvážení majetku z objektu
4. Kontrola objektu (obchůzkový systém)

5. Obsluha elektrotechnických systémů (EZS, EPS, CCTV, ACS)
6. Řízení a koordinování činnosti při mimořádné situaci (požár)
7. Režim vydávání klíčů či RFID pro jednotlivé přístupové sekce

Pro tyto úlohy jsem navrhl vlastní využití této mobilní periferie. V potaz je brán objekt, který je střežen zvýšenou ostrahou, protože právě v takovýchto objektech se dá tento průmyslový telefon využít nejvíce. Jedná se tedy o objekt, kde pro vstup každé osoby je provedena osobní identifikace a prohlídka proti vnesení střelných zbraní, aj.

7.1.1.1 Koordinace mimořádné situace

Průmyslovým telefonem FO přivolá potřebnou pomoc, která je nezbytná k zabezpečení zdraví osob a majetku.

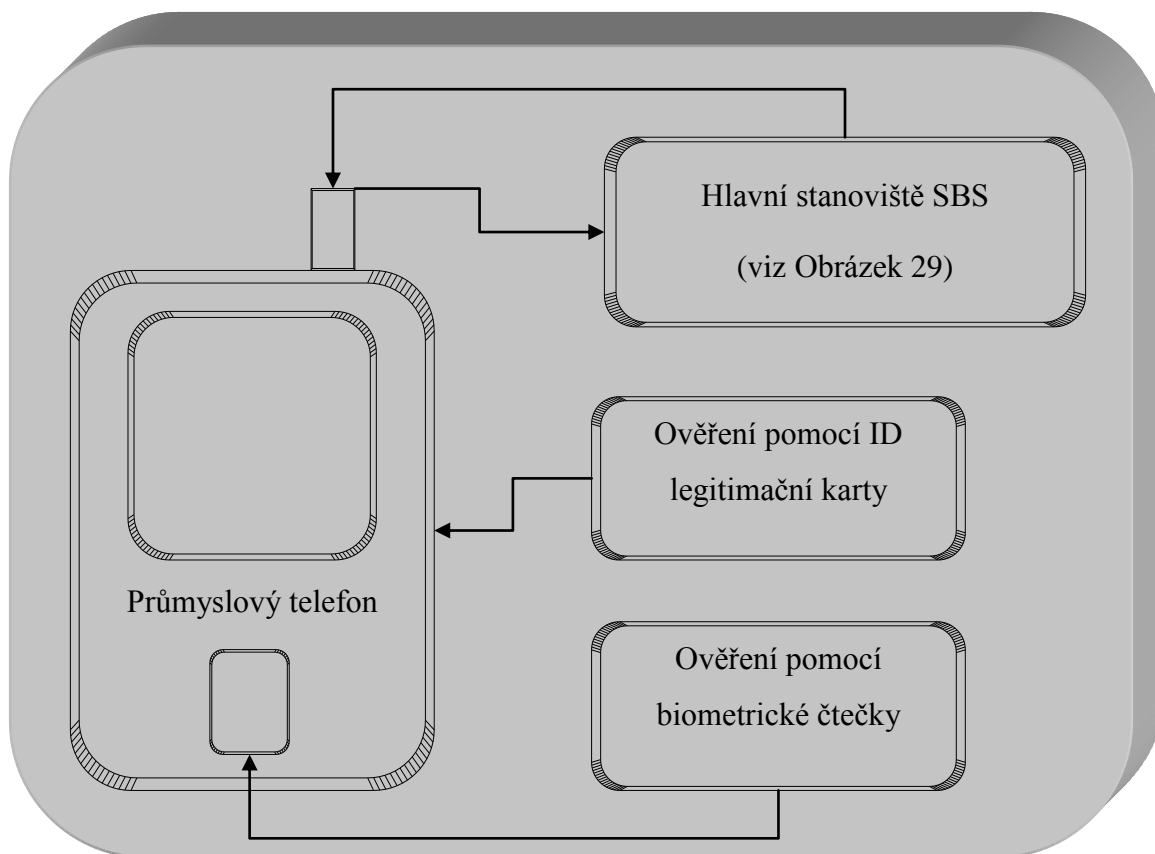
7.1.1.2 Kontrola vstupu / vjezdu a přístupový režim

Pro kontrolu vstupu osob do objektu a zamezení vstupu osob nepovolaných musí FO jednoznačně identifikovat osoby, které o vstup do objektu žádají. Základem využití mobilních průmyslových telefonů je kvalitní databáze osob, které mají povolený vstup do objektu. Tato databáze je součástí hlavního stanoviště SBS (viz

Obrázek 29) a musí obsahovat minimálně tato specifika:

1. Jméno, Příjmení
2. Jedinečné číslo ID (je zobrazeno jako čárový kód)
3. Fotku
4. Biometrický otisk palce
5. Určení přístupu do jednotlivých lokalit objektu

Pokud je tato databáze vytvořena, lze touto periferií vybavit FO u vstupu. Naopak každá osoba, která je v databázi uložena, vlastní svou legitimaci s fotkou a čárovým kódem určujícím ID osoby. Legitimace musí být také vybavena bezpečnostními prvky proti snadnému padělání (zkopírování). Nyní zde popíši samotný proces kontroly pomocí této periferie.



Obrázek 25.:Blokové schéma ověření identity pomocí Průmyslového telefonu

Poté, co osoba žádající o vstup do objektu vejde, pracovník FO požádá o kontrolu identity a možného přístupu. Identifikace se provádí ve funkci „příchod“. Osoba má nyní dvě možnosti:

1. Přiložit palec na biometrickou čtečku průmyslového telefonu
2. Prokázat se patřičnou legitimací s čárovým kódem

Ad 1)

Pokud dotázaný použije první volbu, průmyslový telefon sejme otisk palce a okamžitě pomocí mobilní sítě 3G/4G začne s ověřováním na vzdáleném serveru v databázi. Odezva je velice krátká a FO okamžitě dostává na displej informace o majiteli legitimace. Zobrazí se mu jméno, příjmení a samozřejmě fotografie. Na základě fotografie provede verifikaci osoby. Ostraha také vidí informace o možném přístupu do jednotlivých sekcí objektu a na základě této informace mu vydá přístupovou RFID kartu umožňující přístup pouze na místa, kam má osoba umožněn přístup. Pro tuto možnost musí být samozřejmě objekt do sekcí rozdělen a to buď přístupovým systémem RFID nebo klíčovým systémem. Další

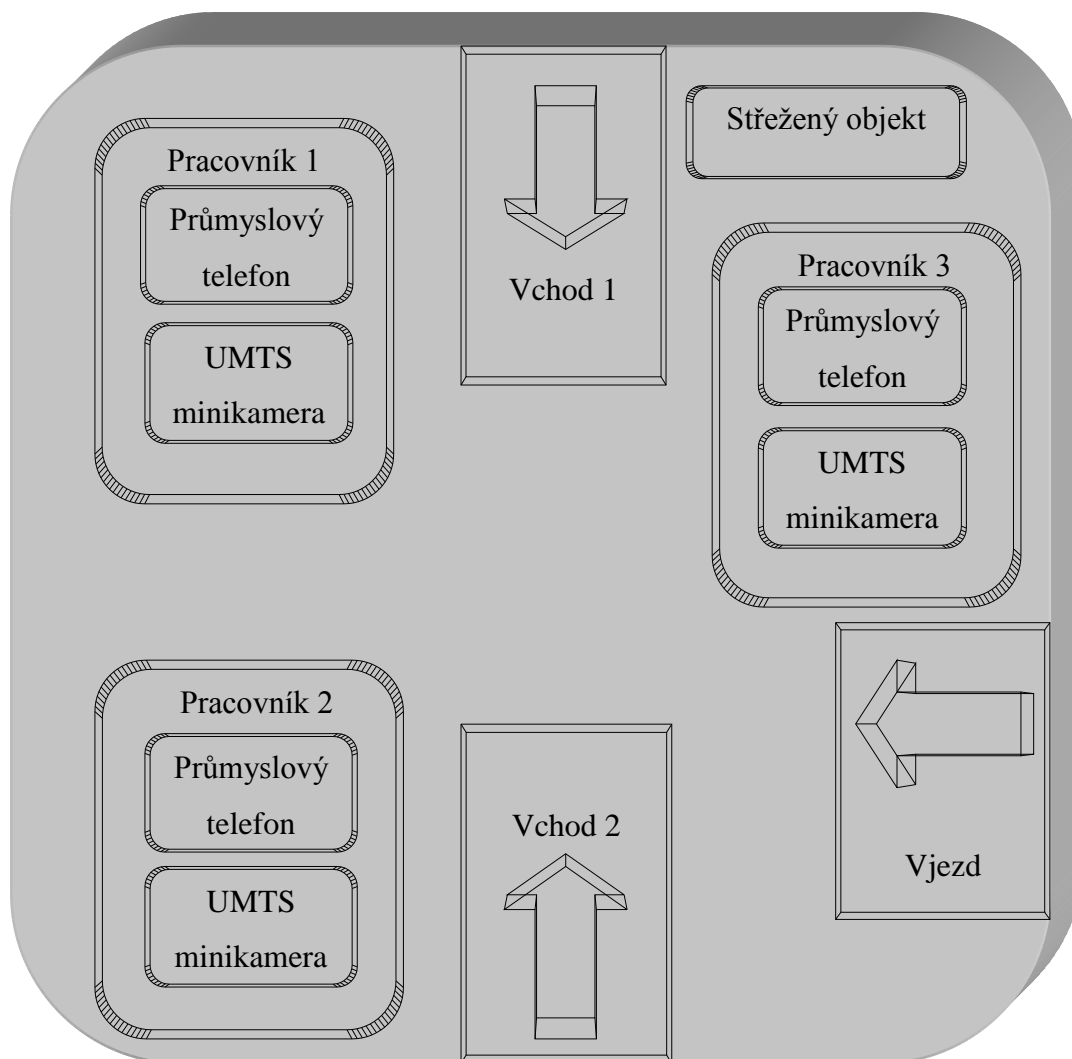
funkcí celého systému je zaznamenávání veškerých událostí. Systém je zaznamenává do další databáze s aktuálním datem, časem, ID osoby žádající o vstup. Také zaznamenává, kdo danou osobu vpustil do objektu. Tato skutečnost je zjišťována z informací, které má každý průmyslový telefon na své USIM kartě.

Ad 2)

Pokud osoba nechce provést otisk palce nebo biometrická čtečka není schopna otisk rozpoznat z jakéhokoli důvodu, prokáže se dotázaný patřičnou legitimací. FO pak pomocí průmyslového telefonu, který je vybaven čtečkou čárových kódů, identifikuje danou osobu a zařízení ihned začne s ověřováním pomocí mobilního přístupu 3G/4G v databázi. Vyhodnocená data se opět zobrazí FO na displeji periferie a na základě informací opět provede verifikaci osoby požadující vstup do objektu. Také jí FO dá přístupový prvek do sekcí, kam má umožněn přístup, jak tomu bylo v bodě prvním. Systém taktéž zaznamená celou relaci do databáze pro pozdější potřebu.

7.1.1.3 Obsluha EZS, ACS a kontrola vynášení majetku

Tato podkapitola se zaměřuje na kontrolu osob při odchodu z objektu. Jelikož se stává, že osoby nedovoleně vynášejí či vyvázejí majetek z objektu, know how, či jiné náležitosti, musí FO kontrolovat osoby také při odchodu. FO poprosí o nahlédnutí do zavazadla osoby a o vrácení přístupového prvku do sekcí objektů (klíč či RFID). Také zažádá o opětovnou identifikaci, která probíhá stejně jako při příchodu s rozdílem přepnutí na periferii do funkce „odchod“. Pomocí mobilní sítě 3G/4G se tedy přenesou odchodová data do databáze systému, kde jsou zaznamenána včetně všech náležitostí, jak tomu bylo také u příchodu. Tato data pro vstup a odchod z objektu jsou zpracována systémem. Jelikož je systém integrovaný, dokáže pomocí těchto dat vyhodnotit docházkový systém zaměstnanců objektu, pokud tyto informace zákazník vyžaduje.

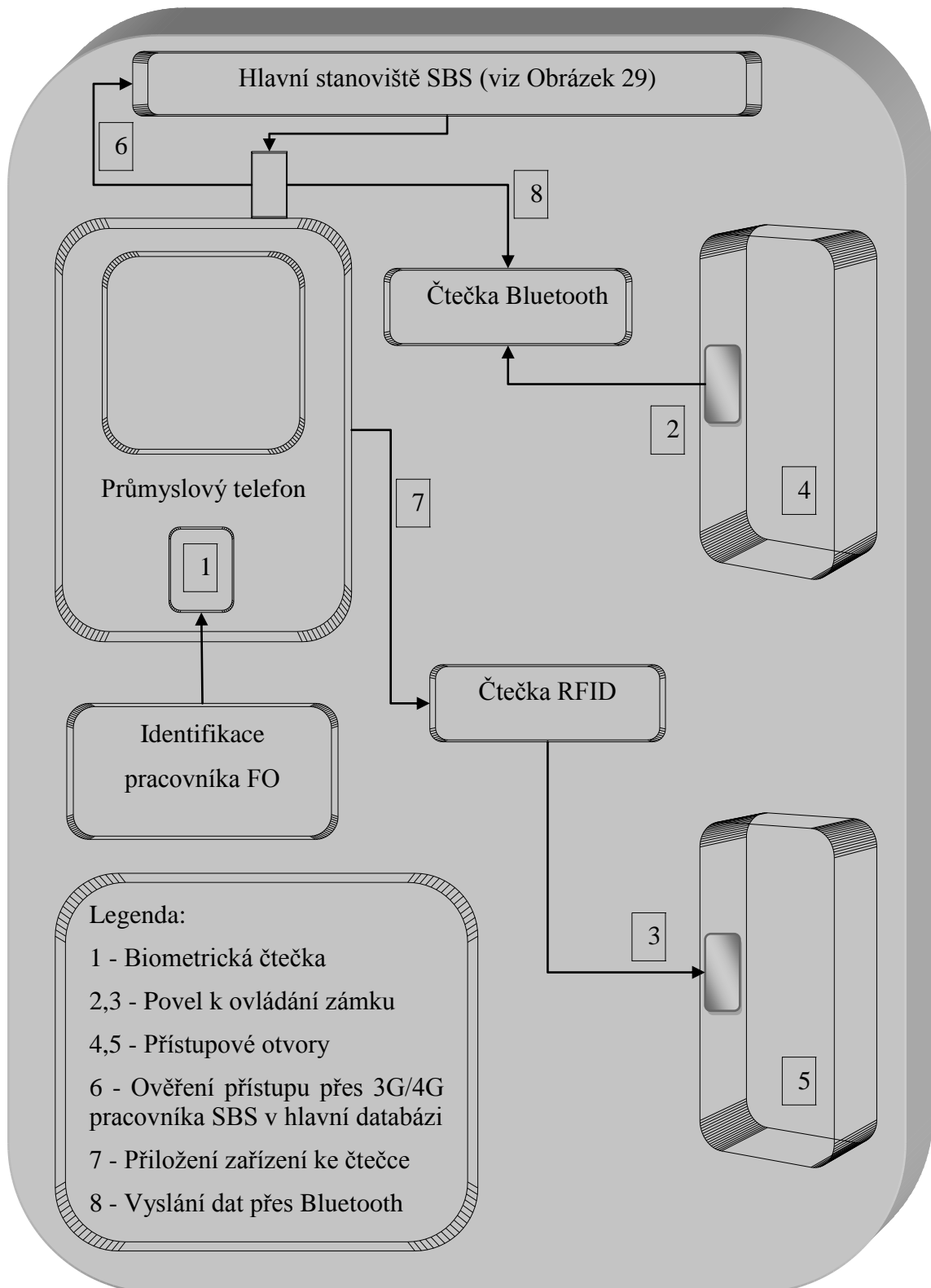


Obrázek 26.: Základní blokové schéma rozpoložení FO pro přístupové otvory ve střeženém objektu

7.1.1.4 Obchůzkový systém a lokace FO

Jednou z běžných činností, která je zahrnuta do náplně práce FO, je obchůzka objektu. Ta se provádí za účelem zjištění možného násilného či neoprávněného vstupu do objektu. V této činnosti vyniká silná stránka průmyslového telefonu. Silnou stránkou je mobilita periferie bez ztráty spojení a informací z hlavního systému. Pokud se FO při kontrole objektu zdá, že daný člověk je podezřelý, protože by do této sekce neměl mít přístup, jednoduchým přepnutím periferie do režimu „ověření“ může danou osobu požádat o opětovnou kontrolu. FO má tedy informace stále u sebe ať je na kterémkoliv místě objektu. Další výhodou je vestavěná přístupová karta RFID, která umožňuje FO otevírání přístupových otvorů (dveří, vrat, atd.). Přenést přístupová data také může dvěma způsoby.

1. Pomocí přiložení periferie ke čtečce RFID karet
2. Vysláním přístupového signálu pomocí Bluetooth



Obrázek 27.:Blokové schéma možného přístupu do daných sekcí objektů pracovníkem SBS

Ad 1)

Pomocí první varianty se periferie v daný okamžik chová jako běžná přístupová karta RFID

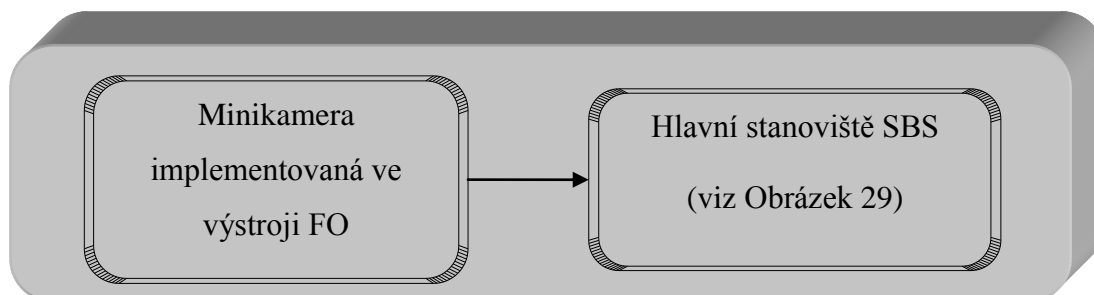
Ad 2)

Pomocí druhé varianty se po ověření otisku prstu FO v režimu „přístup“ vyšle rozhraním Bluetooth kód pro otevření přístupového otvoru. Samozřejmě jednotka blokování dveří musí být touto službou vybavena.

Další službou nabízenou touto periferií je lokace FO kdekoli v objektu. Systém je schopen zaznamenávat přesný pohyb všech bezpečnostních složek v objektu, které jsou vybaveny průmyslovým telefonem. Pro tuto službu je periferie vybavena klasickým integrovaným přijímačem družicového signálu GPS, který je aktivní při obchůzce venkovního areálu objektu. Po vstupu do objektu se však družicový příjem ztrácí. Proto je vybavena periferie službou E-GPS, která nám v síti UMTS určuje polohu složitými matematickými výpočty přijímaných signálů ze základnových stanic Node-B.

7.1.2 UMTS minikamera

Tuto službu jsem vymyslel jako doplňkovou pro bezpečnost a právní jistotu samotných pracovníků FO. V dnešní době FO nemá žádný prvek, který by zaznamenával činnost při střetu s podezřelým. Navíc pracovník FO nemá v legislativě ČR zázemí jako ostatní bezpečnostní složky, ale má bohužel stejná práva jako kterýkoliv jiný občan ČR, tedy i podezřelý. To proto, že v české republice platí presumpce neviny. Proto pokud dojde na soudní jednání, mohlo by se stát, že výpovědi budou “slovo proti slovu“. Pro předcházení takovýmto střetům lze začlenit malou UMTS kameru do vesty pracovníka FO. Ta zaznamenává veškerá dění během jeho služby a pomocí datových toků pomocí 3G/4G je okamžitě zasílá na hlavní server, kde jsou pečlivě uložena pro pozdější využití. Nejen, že tak malým doplňkem získá FO právní jistotu a důkaz o střetu s podezřelým, nabízí také dispečerskému pracovišti možnost ověření situace, pokud se FO přestane hlásit a pohybovat. Systém, jak již bylo řečeno, hlídá pomocí služeb GPS a E-GPS pohyb FO. Pokud se na plánované obchůzce FO na delší dobu zastaví, zašle systém o tomto faktu informaci na dispečerské pracoviště, kde se pokusí FO zkontaktovat, popřípadě ověřit obrazem aktuální dění.



Obrázek 28.: Blokové schéma směru vysílání UMTS minikamery

7.2 Mobilní elektronický zabezpečovací systém

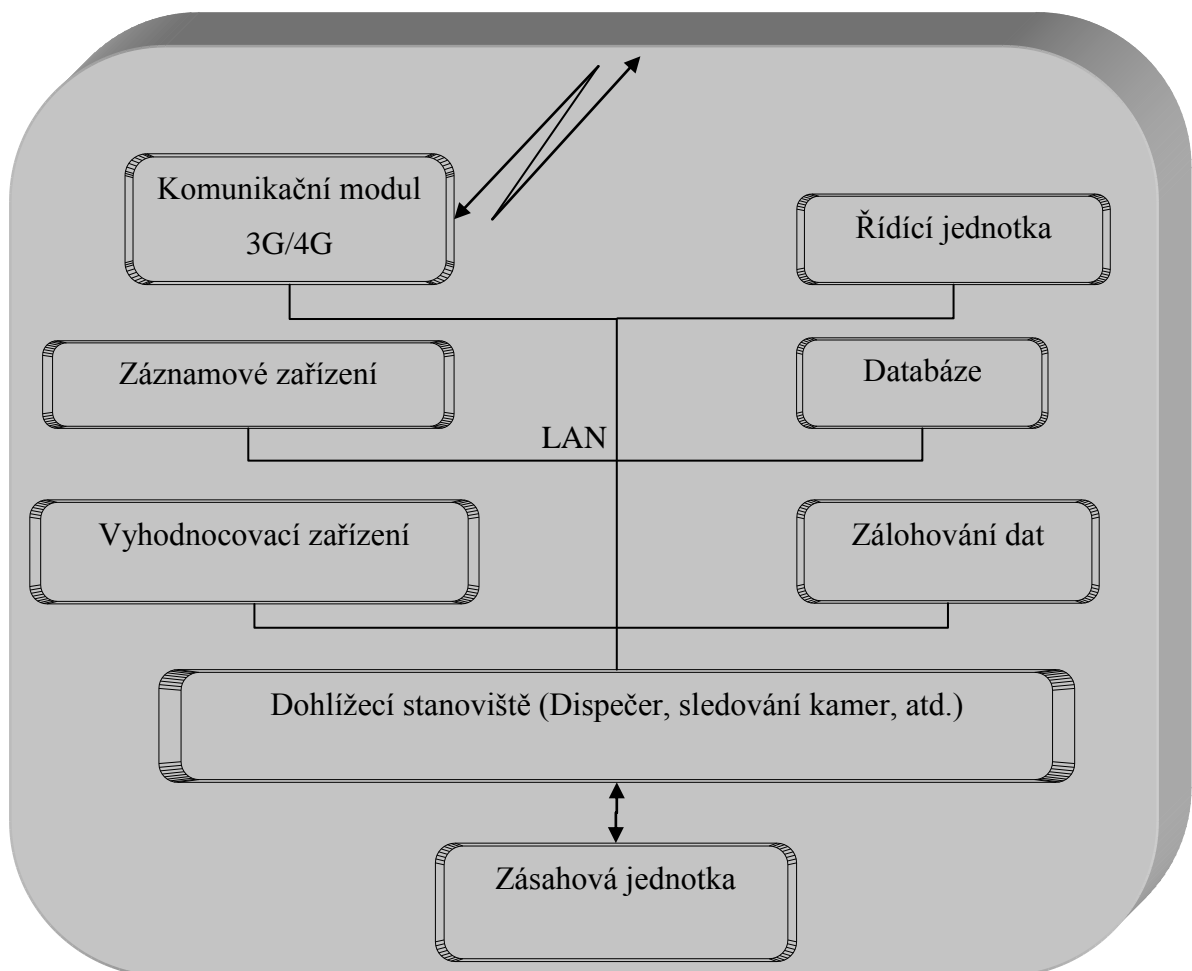
Systém mobilních prvků s přenosem dat pomocí sítí 3G/4G v EZS a dalších systémech (ACS, CCTV, atd.) jsme si do nynější doby nemohli dovolit. Jedním z důvodů byla absence těchto sítí. Mezi další důvody patří cena dosavadního přenosu dat a hlavní příčinou je nízká přenosová rychlost dat v systémech 2G. V 2G sice dané prvky pomocí sítě GSM byly využívány, ale vždy šlo pouze o přenos snímků získaných kamerou při vyvolání poplachu, jelikož jejich datový objem byl malý. Vyskytovaly se také případy, kdy se přenášela videosekvence. Ta byla však značně komprimována a tím vznikl obraz, který neodpovídal možnostem rozlišení a kvality snímačů v kamerových systémech. S příchodem sítí 3G a v budoucnu příchod 4G však umožní trvalý přenos ze všech kamer a ostatních prvků systému na dispečerské pracoviště, kde server data zpracuje a uloží.

7.2.1 Základní popis mobilního systému

Základní princip se soustředí na zázemí jedné SBS. Běžně je systém tvořen zakázkou pro SBS na ostrahu objektu a dalších podpůrných služeb, jakými jsou například docházkový a přístupový systém, kamerový systém, požární ochrana a jiné doplňkové služby. SBS tedy vytvoří pevné datové sítě v objektu a připojí k nim prvky jednotlivých systémů. V objektu dále zřídí FO a kontrolní a dohlížecí pracoviště. Na tomto pracovišti sedí zpravidla minimálně jeden člověk, který dohlíží nad kamerovým systémem na monitorech, signalizací od EPS a EZS. Poplachové signalizace směřují nejprve do kontrolního a dohlížecího pracoviště, kde je vyhodnoceno, zda se přivolá pomoc zásahové skupiny či nikoliv. Pro malé objekty jsou tyto signály rovnou napojeny na PCO dané SBS. Navrhovaný mobilní systém by měl být od základu jinak konstruovaný. SBS by měla mít své základní stanoviště, kam by se sbíhala data ze všech objektů, které má na starosti. Na tomto stanovišti tedy musí být zálohovaná výkonná jednotka, která dokáže všechna tato

data vyhodnotit a uložit. Jediné, co by tedy ve střežených objektech bylo, jsou prvky jednotlivých systémů a FO. Veškeré vyhodnocovací ústředny by byly v hlavním stanovišti SBS. Jednotka v hlavním stanovišti, jak již bylo dříve naznačeno, musí být integrovaným systémem. Tato podkapitola slouží pouze jako nástin daného systému, který je níže popsán v jednotlivých sekcích. Výhody mobilního systému s hlavním stanovištěm jsou však zřejmé již nyní.

1. Implementování bez nutnosti instalace pevných datových sítí
2. Flexibilita systému
3. Kontrola nad zaměstnanci SBS a tím zefektivnění služeb
4. Úspory financí za množství vyhodnocovacích systémů v každém z objektů



Obrázek 29.:Blokové schéma hlavního stanoviště pro návrh centrálního mobilního zabezpečení danou SBS využívanou všemi objekty, které SBS střeží

Mezi nevýhody patří koupě vysokého množství přihlašovacích prvků do sítě 3G/4G, které jsou zapotřebí pro samostatné prvky jednotlivých systémů.

7.2.1.1 Implementace bez pevných datových sítí ve střežených objektech

Z konstrukce centrálního mobilního zabezpečení vyplývá, že ve střežených objektech nebude potřeba výstavba pevné datové sítě pro jednotlivé prvky systémů. Každý prvek má v sobě modul a přihlašovací prvek, který mu umožní přístup k mobilním datovým sítím 3G/4G. Tento způsob zabezpečení objektu se tedy nejvíce hodí pro objekty, kde není možnost výstavby datové sítě v budově. Nejčastěji tomu bývá u budov historických, kde majitelé či nájemníci mají ze zákona zakázáno zasahovat do struktury budovy. Pokud se zaměříme na sekci financí, je zřejmá úspora peněz za desítky kilometrů kabelů, práce a materiálu pro uložení do zdiva. Nemalé částky se také ušetří za routery a jiná přepojovací zařízení.

7.2.1.2 Flexibilita systému

Jedním z největších pozitiv celkového mobilního zabezpečení je flexibilita navrženého systému. Jednotlivé prvky lze do objektu přidávat, odebrat nadbytečné, přemísťovat dle aktuálního rozpočtení místností a požadavků. Při stěhování nábytku v kanceláři tedy nemusíme brát ohled na kamerový či jiný systém, jelikož ten se může jednoduše připevnit na jiné místo. Jediné, co dané prvky potřebují, je rozvod elektrické energie, který je však rozveden zdmi jednotlivých místností. Při samotné realizaci elektrické sítě tedy stačí na několika místech vytvořit přípojná místa, čímž bude zajištěna flexibilita celého systému.

7.2.1.3 Úspora financí za vyhodnocovací systémy ve střežených objektech

Představme si, že daná SBS má na starosti například 30 objektů, ve kterých má za úkol střežení majetku objektu, přístupový a docházkový systém, kamerový systém, požární signalizaci a jiné doplňkové služby. Jednotlivým zákazníkům je vyprojektován způsob řešení všech těchto služeb pro střežený objekt. Následně je zákazník pobídnut k nákupu veškerých nutných částí systémů. A to jak prvků, které zákazník vyžaduje, tak vyhodnocovacích systémů, které zákazník nechce, ale musí je mít pro funkční celek systému. Nepočítaje výstavby datové sítě. V navrhovaném systému mobilního zabezpečení SBS vyprojektuje zabezpečení objektu s jednotlivými prvky a zákazník si koupí pouze tyto prvky. Zákazník si také musí zřídit smlouvu o paušálním přenosu dat a nakoupit přihlašovací karty do sítě pro každý prvek. Vlastní vyhodnocovací zařízení obstarává SBS

v jejím hlavním stanovišti. Zákazníkovi je doporučen výběr operátora dle síly signálu v dané lokalitě. Z pohledu financí SBS je výstavba takového stanoviště nákladná. Jedná se však o jednorázový náklad, díky kterému si zajistí několik výhod.

1. SBS si vylepší své vlastní portfolio
2. Zákazníci si vyberou SBS, která jim nabídne cenově lepší nabídku na realizaci systému
3. Realizace nových zakázek je rychlá a flexibilní dle potřeb zákazníka
4. Zákazník nemůže snadno ukončit spolupráci s SBS

První z výhod je tedy zajištění ohlasu dané SBS. Zákazníci si vždy vybírají své dodavatele podle referencí, služeb a jiných výhodných nabídek. A nabídka mnohem levnější realizace takového systému je lákavá. Pokud zákazník vyžaduje po SBS realizaci vlastního systému, jedná se o úkon rychlý a nikterak zasahující do běžných činností objektu. A hlavním krokem pro SBS je výhoda, kterou si zákazník v danou chvíli většinou neuvědomí. Pokud nebude mít v objektu systém, který je funkční i bez přítomnosti SBS, nemůže tak snadno ukončit spolupráci s danou SBS. Zákazník však zaplatí za střežení objektu větší měsíční paušální poplatek nežli je tomu u běžných situací. Přesto jsou tyto náklady o mnoho menší nežli pořizovat celý funkční systém pro střežený objekt. Také se naskýtá možnost pronájmu celého systému včetně použitých prvků v objektech danou SBS.

7.2.1.4 Kontrola nad zaměstnanci SBS

Dohled vedoucích pracovníků SBS nad svými zaměstnanci nám umožní hlavní stanoviště, kde se nachází dispečerské a dohledové pracoviště. Na tomto pracovišti sledují zaměstnanci na monitorech videa z kamer rozmístěných ve střežených objektech. U klasického systému jsou tato dohledová zařízení přímo v daném objektu a dohled provádí zpravidla jeden člověk, pro větší objekt více osob. Nad těmito zaměstnanci není po většinu jejich pracovní doby (převážně noční směny) dohled vedoucích pracovníků SBS. V různých případech se stává, že pracovníci na dohlížecím pracovišti spí, surfují po internetu či provádějí jakoukoliv jinou vlastní činnost. V případě hlavního stanoviště SBS u centrálního mobilního zabezpečení je dohled vedoucích pracovníků stálý. Veškerá dohledová pracoviště jsou uskupena na jednom místě, což zabraňuje provádění jiné činnosti pracovníkům SBS nežli je jejich hlavní náplň práce.

7.2.2 Implementace prvků do objektu

Samotná implementace prvků do střeženého objektu je velmi jednoduchá. Postup návrhu je stejný, jako tomu je nyní. Nejprve se tedy provede prohlídka objektu, vyhledávají se rizika, které se následně oceňují. Výsledným dokumentem je projekt, ve kterém jsou zaneseny všechny prvky na patřičných místech v nákresech budovy. SBS dle projektu zprovozní jeden prvek po druhém a ověří jejich komunikaci s hlavním stanovištěm. Veškeré prvky jsou napájeny pevně připojeným napětím, ale mají také záložní akumulátory pro případ výpadku elektrické energie.

7.2.2.1 Montáž prvků CCTV, EZS, ACS a EPS

Mezi prvními prvky se montují CCTV. Zde máme na výběr několik možných variant typu kamer, které volíme dle potřeb pro dané místo (černobílé, barevné, noční režim, atd.). Také zde máme možnost zvolit různé speciální kamery. Například s identifikací a verifikací obličejů. Ty by používaly pro ověřování údajů stejný princip jako průmyslový telefon. Základem je, aby veškeré kamery byly vybaveny modulem a přihlašovacím prvkem pro síť 3G/4G a tím také přístupem k hlavnímu stanovišti SBS. Pro veškeré další prvky ostatních systémů platí stejná podmínka jako u prvků CCTV. Systém při samotné aktivaci každého prvku ověří optimálnost komunikace a zařadí jej do správné sekce celého systému. Tyto sekce navzájem spolupracují. Dalo by se tedy říci, že jednotlivé prvky také na sebe závisí. Neplatí to však pro funkci prvků, ale pro využití dat z těchto prvků.

7.3 Shrnutí

Centrální mobilní systém pro SBS tedy dovoluje dokonale integrovat nejen jednotlivé systémy, jak tomu bylo nyní, ale také celé objekty, které SBS střeží. Oproti klasickému systému je více flexibilní, míra zabezpečení datových přenosů a informací je lepší a naskýtá dohled nad pracovníky vykonávající svou profesi. Díky své nové strategii však také zabezpečuje dobrou pozici mezi konkurencí. Otázka funkčnosti celého systému je z jisté míry závislá na dokonalém rozpracování marketingu dle ekonomické situace dané lokality. Mobilní systém má také výhodu při budoucím technologickém vývoji, který se zaměřuje na stále větší mobilitu. Samotnou cenu přenosu veškerých dat nelze nyní stanovit, jelikož síť 4G se v České republice stále nevyskytují. Lze však odhadnout rozdíl mezi stávajícím a budoucím zpoplatněním. V současné mobilní síti druhé generace je zpoplatnění datových přenosů realizováno pomocí počítačů dat. Uživatel, který datové

přenosy využívá, platí službu za každý přenesený kilobyte. V síti 3G/4G budou objemy dat natolik velké, že zpoplatnění bude uskutečněno měsíčním paušálním poplatkem, jak jsme tomu zvyklí u připojení k internetu v pevné síti.

8 ODHADNUTÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO BUDOUCÍHO VÝVOJE V MOBILNÍ KOMUNIKACI

Základní předpoklad pro budoucí vývoj je nárůst využívání rozšířených mobilních služeb, kterými budou přenos televizního signálu, VoIP a další multimediální aplikace podobného typu. Nastane trend vlastnit co možná nejvíce zařízení, které budou disponovat možností mobility. Důvodem bude srovnání s uživatelskými možnostmi pevné sítě. Lidé se tedy budou řídit pravidlem „Nač mít stejné možnosti a nebýt mobilní.“ Pro docílení takového stavu je základním požadavkem zvýšení kapacity sítě, šířky pásma a s tím spojenou přenosovou rychlost. Hovorové služby nebudou v budoucnu podporovány a nabízeny. Hovor se bude uskutečňovat přes již zmíněný VoIP. Nyní se naskýtají dvě varianty budoucího vývoje. Již nyní mezi sebou začínají bojovat o přízeň standardy skupin 3GPP family a WiMAX family. Když se podíváme na první skupinu 3GPP, objevíme nám známý standard GSM, UMTS, LTE a LTE advanced. Skupina WiMAX má známý standard Wi-Fi, který je určen pro vnitřní využití a jako prvním mobilním standardem je Mobile WiMAX, který je ve srovnání s technologií LTE. Poté je v rozpracování vylepšený standard Mobile WiMAX, který je technologicky srovnatelný s LTE advanced. O dostatečný počet standardů je tedy postaráno. Dvě různé skupiny a jejich standardy nám mohou přinést lepší služby. Každá ze skupin se bude snažit být lepší nežli ta druhá a nabízet větší počet služeb a větší přenosovou rychlost. Naskýtá se ovšem druhá otázka, kdy vezmeme v potaz rozdělení mobilní sféry na dvě části a opět se nepovede celosvětové sjednocení standardů. Obě varianty jsou takřka stejně lákavé. Kdo z nich ale nakonec vyhraje, to ukáže jen čas. Dalo by se však odhadnout, jakým způsobem se bude celé dění vyvíjet pokud vezmeme v potaz dosavadní trend. Nyní mají skupiny úlohy převážně rozdělené. WiMAX Family má mnohem vyšší pokrytí pro vnitřní aplikace standardem Wi-Fi, oproti tomu skupina 3GPP ovládá venkovní přenos pomocí GSM, UMTS a jejich služeb. Souboj začíná až nyní kolem roku 2010, kdy skupina WiMAX má snahu protlačit svůj Mobile standard na trh a na druhou stranu standardy skupiny 3GPP mají snahu ovládnout domácí připojení. Zásadní změna pro budoucnost bude okamžik, kdy jedna ze skupin kompletně dopracuje a zprovozní svůj standard. V nových standardech 3,9G má převahu WiMAX, jelikož standard jimi vyprodukovaný je již v provozu na určitých částech světa. Oproti tomu LTE je spíše ve fázi finálního testování. Jedná se však jen o krátký okamžik, kdy bude také zprovozněno. WiMAX má tedy nyní výhodu již rozrůstající se sítě a tím spojený počet zákazníků. LTE však disponuje vyšší přenosovou rychlostí nežli WiMAX Mobile. Tento

okamžik tedy nerozhodne o nadvládě standardů jedné ze skupin. Bude tomu až standard 4G, který rozhodne o nadvládě mezi lidmi. WiMAX a její standard 4G by měl docílit přenosové rychlosti 1 Gbit/s, LTE advanced taktéž. Ale již v současné době se v Číně provedl test a výsledek byl ohromující. Pro LTE advanced se podařila maximální přenosová rychlost 5 Gbit/s při maximální konfiguraci sítě. Tyto standardy jsou však zatím ve vývoji a nelze tedy určit maximální hodnoty, které se vědcům podaří finálně docílit. Minimální hodnoty by se však měly pohybovat přibližně na 1 Gbit/s. Některé zdroje také dokonce tvrdí, že po roce 2014 bude přenosová rychlost v Terabitech. Na skutečný stav si však musíme několik let počkat.

ZÁVĚR

Pro zpracování diplomové práce jsem se musel nejprve seznámit s vývojem mobilních komunikací. Začal jsem od historie, přes stávající standard až po moderní vývojové trendy v této oblasti. Popsal jsem funkčnost nejrozšířenějších standardů a provedl jsem porovnání stávajících standardů se standardy budoucími. Dále jsem rozvedl současné používání mobilních standardů v PKB. Z vývojových trendů v mobilních komunikacích jsem zjistil směr, kterým by se mohly budoucí standardy vyvíjet. Jedním z nejdůležitějších změn je zvýšení přenosové rychlosti. Přenosová rychlost se oproti stávajícím standardům zvýší na řády gigabitů za sekundu. Tento fakt nám tedy umožní přenos velkého objemu dat. Dále jsem se zabýval možným využitím v PKB. Hlavním cílem mé diplomové práce bylo možné využití trendů v PKB a proto jsem navrhl centrální mobilní systém pro soukromou bezpečnostní agenturu. Systém umožní snazší a efektivnější integrování systémů EZS, CCTV, ACS a EPS. V současnosti se integrace těchto systémů provádí až na úrovni vyhodnocovacích a dalších podpůrných zařízení a datovou síť má každý systém svou. Navržený centrální mobilní systém používá pouze jediné komunikační médium, což nám umožňuje integraci již při přenosu dat z prvků jednotlivých systémů do centrálního systému. Samotné vyhodnocování se provádí v hlavním stanovišti SBS, kde se nachází zálohovaná výkonná jednotka, která přijaté informace zpracuje a uloží pro další využití. Dalším trendem je snaha o zvýšení mobility veškerého zařízení, které pro svou činnost využívá komunikačního média. Navržený systém je tedy v naprostém souladu s tímto směrem vývoje. Veškerá zařízení jsou bezdrátová a pro přenos využívají sítí 3G/4G a tím zaručují flexibilitu celého systému. Samotný vývoj periférií, které jsou určeny pro budoucí standardy, se od stávajících liší převážně funkcemi, kterými jsou schopny využít služby nabízené sítí 3G/4G. V návrhu využití vývojových trendů pro PKB jsem rozpracoval využití průmyslového telefonu. Průmyslový telefon umožňuje úpravu konfigurace pro potřebný typ činnosti. Zabýval jsem se tedy i konfigurací pro PKB a rozpracoval využití této periferie. Další navrženou komponentou je minikamera zakomponovaná do výstroje fyzické ostrahy. Slouží pro právní jistotu ve smyslu obstarání důkazů při mimořádných situacích, které pracovníci fyzické ostrahy řeší. V poslední kapitole rozebírám budoucí možný vývoj mobilních komunikací.

Přínosem diplomové práce je zachování technologické podpory pomocí návrhu využití světových vývojových trendů pro PKB.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

For the diploma thesis I first had to familiarize with the development of mobile communications. I started from the history, current standards through to modern developments in this field. I described the functionality of the most widely used standards, and I made comparisons existing standards with standards for the future. I also elaborate on the current use of mobile standards in the commercial security industry. The trends in mobile communications, I found the direction in which they might develop future standards. One of the key changes is to increase transmission speed. The baud rate over existing standards to increase orders gigabits per second. This fact therefore allows us to transfer large volumes of data. I mentioned the possible use of the PKB. The main objective of my thesis was possible to use trends in the PKB and that's why I suggested the central cell system for a private security agency. The system enables easier and more efficient integrated systems EZS, CCTV, ACS and EPS. Currently the integration of these systems performed to the level of evaluation and other support equipment and data network, each system has its. The proposed central cellular system uses only a single communication medium which allows us to integrate data already in the elements of different systems into a central system. To evaluation is carried out in the main habitat of Private security agency which is backed performance unit which processes the information received and stored for future use. Another trend is the effort to increase the mobility of all equipment for their activities using communication media. The proposed system is entirely consistent with this direction of development. All devices are wireless and use the transmission network 3G/4G and ensure the flexibility of the system. The actual development of peripherals that are intended for future standards are largely different from the existing features which are able to use the services offered by the 3G/4G network. The use of evolutionary trends for commercial security industry I developed industrial use industrial phone. Industrial phone allows modification of the configuration needed for the type of activity. So I dealt with the configuration of the PKB and developed the use of peripherals. Another proposed component is incorporated into minicam physical security equipment. Used for legal certainty under for evidence in emergency situations this addresses the physical security staff. In the last chapter I analyze the possible future developments in mobile communications.

The benefit of this thesis is to maintain technological support through the use of global evolutionary trends for commercial security industry.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SVOBODA, Jaroslav. *Telekomunikační technika : průřezová učebnice pro odborná učiliště a střední školy*. 1. vyd. Praha : Hüthig & Beneš, 1999. 142 s. il. 21 cm. ISBN 80-901936-4-1 (Sdělovací technika : brož.).
- [2] JANSEN, Horst, RÖTTER, Heinrich, a kol. *Informační a telekomunikační technika*. HANDLÍŘ, Jiří . 1. vyd. Praha : Europa - Sobotáles, 2004. 399 s. : barev. il. ; 24 cm. ISBN 80-86706-08-7 (brož.).
- [3] BROŽA, Petr. *333 tipů a triků k mobilu*. 1. vyd. Praha : Computer Press, 2001. 135 s. il. 21 cm. ISBN 80-7226-461-3 (brož.).
- [4] ŽALUD, Václav. *Moderní radioelektronika*. 1. vyd. Praha : BEN - technická literatura, 2000. 653 s. il. 24 cm. ISBN 80-86056-47-3 (váz.).
- [5] HANUS, Stanislav. *Bezdrátové a mobilní komunikace*. 1. vyd. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2003. 134 s. il. ISBN 80-214-1833-8.
- [6] KOČMAN, Rostislav. *444 tipů a triků k mobilu*. 1. vyd. Praha : Computer Press, 2000. vi, 120 s. il. 21 cm. ISBN 80-7226-305-6 (brož.).
- [7] *Gsm In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, , 4.3.2010 [cit. 2010-04-13]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Gsm>>.*
- [8] ŘEZANKA, Pavel. Význam systému a technologie GSM v průmyslu komerční bezpečnosti. Zlín, 2007. 75 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- [9] Wikipedia.cz [online]. 1. 3. 2010 [cit. 2010-05-10]. GPRS. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service>.
- [10] Wikipedia.cz [online]. 16. 3. 2010 [cit. 2010-05-11]. EDGE. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/EDGE>>.
- [11] Wikipedia.com [online]. 5 May 2010 [cit. 2010-05-11]. Enhanced data rates for global /GSM evolution. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Enhanced_Data_Rates_for_GSM_Evolution>.
- [12] Comtel.cz [online]. 2010 [cit. 2010-05-11]. Přenos dat v mobilních sítích EDGE/CDMA/UMTS. Dostupné z WWW: <<http://www.comtel.cz/files/download.php?id=2508>>.

- [13] ŠÍR, Radek. Fi.muni.cz [online]. 2010 [cit. 2010-05-11]. EDGE - alternativní mobilní připojení k internetu. Dostupné z WWW: <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2004/xsir_edge.htm>.
- [14] Wikipedia.org [online]. 10 May 2010 [cit. 2010-05-12]. IMT-2000. Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/IMT-2000>>.
- [15] KOKEŠOVÁ, Nikol. Principy činností soudobých mobilních komunikačních sítí [online]. Masarykova Univerzita, 1/2007. 100 s. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita, Fakulta informatiky, Brno. Dostupné z WWW: <<http://www.fi.muni.cz/usr/staudek/mobilni/mobilni.html>>.
- [16] Wikipedoa.org [online]. 2 February 2010 [cit. 2010-05-13]. Direct-sequence spread spectrum. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Direct-sequence_spread_spectrum>.
- [17] Wikipedia.org [online]. 11 May 2010 [cit. 2010-05-13]. HSUPA. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/High-Speed_Uplink_Packet_Access>.
- [18] Wikipedia.org [online]. 4 May 2010 [cit. 2010-05-13]. HSDPA. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/High-Speed_Downlink_Packet_Access>.
- [19] Wikipedia.org [online]. 12 May 2010 [cit. 2010-05-13]. LTE. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/3GPP_Long_Term_Evolution>.
- [20] Wikipedia.org [online]. 28 February 2010 [cit. 2010-05-13]. E-UTRA. Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/HSOPA>>.
- [21] Wikipedia.org [online]. 5 May 2010 [cit. 2010-05-13]. LTE advanced. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/LTE_Advanced>.
- [22] RICHTR, Tomáš. Tomas.richtr.cz [online]. 19. 1. 2002 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <<http://tomas.richtr.cz/mobil/index.htm>>.
- [23] 3gpp.org [online]. 2010 [cit. 2010-05-14]. Keywords (LTE, HSPA, EDGE, etc). Dostupné z WWW: <<http://www.3gpp.org/Keywords-LTE-HSPA-EDGE-etc>>.
- [24] HORÁK, Martin. Konvergence mobilních sítí [online]. [s.l.], 2005. 27 s. Semestrální práce. České vysoké učení technické, Fakulta elektrotechnická. Dostupné z WWW: <http://radio.feld.cvut.cz/personal/mikulak/MK/MK05_semestralky/mk_Martin_Horak.pdf>.

- [25] POUSKOVÁ, Kateřina. Home.zcu.cz [online]. 1999 [cit. 2010-05-19]. Podrobná historie mobilní komunikace. Dostupné z WWW: <<http://home.zcu.cz/~kennysha/podrobne.htm>>.
- [26] NOVÁK, David; MATURA, Jan. Mobily za totality nesly značku Tesla [online]. 12. září 2006 [cit. 2010-05-19]. Mobily za totality nesly značku Tesla. Dostupné z WWW: <http://mobil.idnes.cz/mobily-za-totality-nesly-znacku-tesla-byly-jen-pro-vyvolene-pr1-/mob_tech.asp?c=A060911_190823_mob_tech_ada>.
- [27] Telemuzeum.uke.gov.pl [online]. 19.04.2010 [cit. 2010-05-19]. Dostupné z WWW: <<http://telemuzeum.uke.gov.pl>>.
- [28] River.webblogg.se [online]. 2000 [cit. 2010-05-19]. Obrázek Ericsonu. Dostupné z WWW: <http://river.webblogg.se/images/2008/ericsson_hotline450combi_1206637992_860903.jpg>.
- [29] Mini.ptt-museum.dk [online]. 2001 [cit. 2010-05-19]. 1982 - NMT portable cellular mobile telephone. Dostupné z WWW: <<http://mini.ptt-museum.dk/telefonmuseet/uk/page0035.html>>.
- [30] Motorola.com [online]. c2010 [cit. 2010-05-29]. Mobile Biometric Identification Solution. Dostupné z WWW: <http://www.motorola.com/Business/US-EN/Business+Product+and+Services/Accessories/Mobile+Computer+Accessories/Snap-ons/Biometric+Identification/Mobile+Biometric+Identification+Solution_US-EN>.
- [31] MARKJ, . Ispreview.co.uk [online]. 25 March, 2010 (8:40 AM) [cit. 2010-05-30]. Global Mobile Broadband Traffic Overtakes Voice as User Satisfaction Drops. Dostupné z WWW: <<http://www.ispreview.co.uk/story/2010/03/25/global-mobile-broadband-traffic-overtakes-voice-as-user-satisfaction-drops.html>>.
- [32] Axlelectronics.cz [online]. 2009 [cit. 2010-05-30]. EYE-02 GSM kamera. Dostupné z WWW: <<http://www.axlelectronics.cz/ostatni/eye-02-gsm-kamera-371/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3GPP	The 3rd generation partnership project (Partnerský projekt třetí generace).
8-PSK	8-Phase shift keying (Osmistavová fázová modulace).
ADC	Administrative centre (Administrativní centrum).
A-GPS	Assisted global positioning system (Asistenční služba globálního pozičního systému).
AMPS	Advanced mobile phone system (Rozšířený mobilní systém).
AMR	Automatizovaný městský radiotelefon .
ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number (Absolutní číslo rádiového frekvenčního kanálu).
ARP	Autoradiopuhelin (Radiotelefon do auta).
AuC	Authenticity centre (Centrum autentičnosti).
BREW	Binary runtime environment for wireless (Binární prostředí pro bezdrátové aplikace).
BSC	Base station control (Základnová řídicí jednotka).
BSS	Base station subsystem (Subsystem základnových stanic).
BTS	Base transceiver station (Základnová radiostanice).
CCTV	Closed circuit television (Uzavřený, dozorový kontrolní a střežící kamerový systém).
CDMA	Code division multiple access (Přístup kódového multiplexu).
CEPT	European conference of postal and telecommunications administrations (Konference evropských správ pošt a telekomunikací).
CN	Core network (Jádro sítě UMTS).
CS	Coding scheme (Kódové schéma)
CSD	Circuit switched data (Přenos dat pomocí přepojování okruhů).
D-AMPS	Digital AMPS (Digitální AMPS)
DCT	Discrete cosine transform (Diskrétní kosinová transformace).
DDC	Downlink Dual Carrier (Stahování v duálním přenosu)

DECT	Digital European cordless telephone (Digitální bezdrátový evropský telefonní standard).
DMS	Data and messaging service (Datová a informační služba).
DOWNLINK	Směr toku dat z BTS do MS.
DSSS	Direct-sequence spread spectrum (Přímá sekvence rozprostření spektra)
DVB-T	Digital video broadcasting-terrestrial (Pozemní digitální televizní vysílání).
ECSD	Enhanced circuit switched data (Vylepšení datového přenosu CSD).
EDGE	Enhanced data rates for global/GSM evolution (Zvýšení rychlosti přenosu dat pro globální / GSM rozvoj).
E-EDGE	Evolved EDGE (Vylepšený EDGE)
EGPRS	Enhanced GPRS (Vylepšení datového přenosu GPRS).
E-GPS	Enhanced GPS (Vylepšený globální poziční systém).
E-GSM	Extended GSM (Prodloužené GSM).
EIR	Equipment identify register (Registr mobilní komunikace).
ERMES	European radio message system (Evropský rádiový pagingový systém).
ERTMS	European Rail Traffic Management System (Evropský systém řízení železniční dopravy)
ETCS	European Train Control System (Vlakový zabezpečovací systém)
ETSI	European telecommunications standards institute (Evropský ústav pro telekomunikační normy).
E-UTRA	Evolved Universal Terrestrial Radio Access (Vylepšení UTRA)
EZS	Elektronický zabezpečovací systém.
FDD	Frequency-division duplexing (Frekvenčně oddělený duplex)
FDMA	Frequency division multiple access (Vícenásobný přístup s frekvenčním dělením).
GGSN	Gateway GPRS support node (Směrovač mezi GPRS a ostatními paketově řízenými sítěmi).
GMSC	Gateway mobile switching centre (Radiotelefonní ústředna určená pro přepojení a komunikaci s PSTN).
GMSK	Gaussian minimum shift keying (Gausova modulace s minimálním zdvihem).

GPRS	General packet radio service (Přenos dat pomocí přepojování paketů).
GPS	Global positioning system (Globální poziční systém).
GSM	Global system for mobile communication (Globální systém pro mobilní komunikaci).
GSM-R	GSM for railway (GSM pro železnici).
HLR	Home location register (Domovský lokační registr).
HSCSD	High speed circuit switched data (Vysokorychlostní přenos dat pomocí přepojování okruhů).
HSDPA	High speed downlink packet access (Vysokorychlostní paketový přístup ve směru k uživateli).
HSOPA	High-Speed OFDM Packet Access (Vysokorychlostní paketová služba s přístupem pomocí OFDM)
HSUPA	High-speed uplink packet access (Vysokorychlostní paketový přístup ve směru od uživatele).
HW	Hardware (Pevné části systému)
HZS	Hasičský záchranný sbor
iDEN	Integrated Digital Enhanced Network
IMEI	International mobile equipment identity (Mezinárodní identifikace mobilního zařízení).
IMSI	International mobile subscriber identity (Mezinárodní identifikace mobilního uživatele).
IMT-2000	International Mobile Telecommunications-2000 (Mezinárodní mobilní telekomunikace 200)
IP	Internet protokol
IS-95	Interim Standard 95 (CdmaOne)
ISDN	Integrated services digital network (Digitální síť integrovaných služeb).
IT	Information technology (Informační technologie)
ITM-2000	International mobile telecommunications-2000 (Mezinárodní mobilní telekomunikace).
ITU	International telecommunication union (Mezinárodní telekomunikační unie).
JTS	Jednotná telefonní síť.
LTE	Long Term Evolution (Pravděpodobná síť Pre-4G)

LTE Advanced	LTE Advanced (Vylepšení LTE)
MCS	Modulation and Coding Scheme (Modulační a kódové schéma)
MIMO	Multiple-input multiple-output communications (Anténní systém využívající víc antén pro příjem a vysílání)
MS	Mobile station (Mobilní stanice).
MSC	Mobile switching centre (Radiotelefonní ústředna).
MSK	Minimum shift keying (Modulace s minimálním zdvihem).
MSS	Mobile Satellite Service (Mobilní družicová služba).
MT	Mobile terminal (Mobilní terminál).
NMC	Network management centre (Centrum managementu sítě).
NMT	Nordic mobile telephone (Severská telefonní síť).
Node B	Node B (Základnová stanice v UMTS).
NSS	Network switching subsystem (Síťový spínací subsystém).
OFDM	Orthogonal frequency-division multiplexing (Ortogonální multiplex s kmitočtovým dělením)
OLN	Openbaar landelijk net (Otevřená / Veřejná severská síť).
OMA	Open mobile alliance (Sdružení standardizace mobilních služeb).
OMC	Operational and maintenance centre (Provozní a servisní centrum).
OSS	Operation support subsystem (Operační subsystém).
PAM	Pulse-amplitude modulation (Pulzně amplitudová modulace).
PBX	Private branch exchange (Pobočková telefonní ústředna).
PBX	Private branch exchange (Privátní pobočková ústředna).
PC	Personal computer (osobnímu počítači)
PCM	Pulse code modulation (Pulzně kódová modulace).
PCO	Pult centralizované ochrany osob a majetku.

PCU	Packet controller unit (Kontrolní stanice paketů).
PČR	Policie České republiky.
PDC	Personal Digital Cellular
P-GSM	Primary GSM (Základní GSM).
PIN	Personal identity number (Osobní identifikační číslo).
PIR	Passive infrared detector (Pasivní infračervený detektor).
PKB	Průmysl komerční bezpečnosti.
PSK	Phase-shift keying (Fázové kmitočtové klíčování)
PSTN	Public switched telephone network (Veřejná komutovaná telefonní síť).
PTT	Push to talk (Stiskni a mluv).
PUK	Personal unlocked key (Osobní klíč pro odblokování).
QAM	Quadrature amplitude modulation (Kvadrurní amplitudová modulace)
RFID	Radio Frequency Identification (Identifikace na rádiové frekvenci).
RNC	Radio Network Controller (Řídicí jednotka rádiové sítě).
RNS	Radio network subsystem (Subsystem rádiové sítě).
RPE-LTP	Regular pulse excitation – long term prediction (Pravidelně pulzně buzený kodér s dlouhodobou lineární predikcí).
SBS	Soukromá bezpečnostní služba.
SGSN	Serving GPRS support node (Servisní paketový uzel).
SIM	Subscriber identity module (Účastnický identifikační modul).
SMS	Short message (Krátké textové zprávy).
S-UMTS	viz.USRA.
SW	Software (Programové části systému)
TC	Transcoder (Transkodér).

TD-CDMA	Time Division-CDMA (Časově členěné CDMA)
TDD	Time-division duplex (Časově rozdělený duplex)
TDMA	Time division multiple access (Vícenásobný přístup s časovým dělením).
TD-SCDMA	Time Division-Synchronous CDMA (Časově členěné a synchronizované CDMA)
TS	Time slot (Časový slot)
T-UMTS	viz.UTRA.
UE	User equipment (Uživatelské zařízení).
UMTS	Universal mobile telecommunications system (Univerzální mobilní telefonní systém).
UPLINK	Směr toku dat z MS do BTS.
USRA	UMTS satellite radio access (UMTS satelitní radiový přístup).
UTRA	UMTS terrestrial radio access (UMTS pozemní radiový přístup).
VLR	Visitor location register (Návštěvnický lokační registr).
VoIP	Voice over internet protocol (Hlas přes internet protokol).
WAP	Wireless application protocol (Bezdrátový aplikační protokol).
W-CDMA	Wideband code division multiple access (Širokopásmový kódově dělený vícenásobný přístup).
WLAN	Wireless local area network (Bezdrátová místní síť).

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.: Historický radiotelefon ^[25]	14
Obrázek 2.: Radiotelefon AMR ^[26]	15
Obrázek 3.: Spojovatelská stanice OLN ^[27]	15
Obrázek 4.: Megafon pro OLN ^[27]	16
Obrázek 5.: Ústředna ARP ^[27]	16
Obrázek 6.: Mobilní stanice užívané v AMPS ^[28]	17
Obrázek 7.: Mobilní stanice pro NMT ^[29]	18
Obrázek 8.: Porovnání přenosových rychlostí ^[13]	28
Obrázek 9.: Rozdělení GSM v základním pásmu ^[22]	34
Obrázek 10.: Znázornění využití kanálů necelulárního systému	35
Obrázek 11.: Celulární systém buněk a svazků ^[22]	36
Obrázek 12.: Rozdělení jednoho svazku na 21 menších buněk ^[22]	36
Obrázek 13.: Sektorizace svazku ^[22]	37
Obrázek 14.: Kombinace metody FDMA a TDMA v GSM ^[22]	38
Obrázek 15.: Základní struktura ^[24]	38
Obrázek 16.: Začlenění GPRS do GSM ^[24]	43
Obrázek 17.: Začlenění EDGE do GSM ^[24]	43
Obrázek 18.: Blokové schéma zpracování signálu	44
Obrázek 19.: Zařazení TS do nadřazených rámců ^[22]	46
Obrázek 20.: Základní struktura UMTS ^[24]	48
Obrázek 21.: Průmyslový telefon Motorola ^[30]	55
Obrázek 22.: Přehled nejnovějších standardů a jejich přenosových rychlostí ^[31]	57
Obrázek 23.: Kamera používající pro přenos mobilní síť ^[32]	57
Obrázek 24.: Základní struktura navrhovaného systému.....	60
Obrázek 25.: Blokové schéma ověření identity pomocí Průmyslového telefonu.....	63
Obrázek 26.: Základní blokové schéma rozpoložení FO pro přístupové otvory ve střeženém objektu.....	65
Obrázek 27.: Blokové schéma možného přístupu do daných sekcí objektů pracovníkem SBS	66
Obrázek 28.: Blokové schéma směru vysílání UMTS minikamery	68
Obrázek 29.: Blokové schéma hlavního stanoviště pro návrh centrálního mobilního zabezpečení danou SBS využívanou všemi objekty, které SBS střeží.....	69

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1.: Rozdělení standardů do skupin dle stupně vývoje ^[7]	13
Tabulka 2.: Jednotlivá specifika AMR	21
Tabulka 3.: Přehled výkonů MS	22
Tabulka 4.: Frekvenční spektrum IMT-2000 (Evropa) ^[24]	47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Rozdělení 3G dle ITU IMT-2000 ^[14]	90
--	----

PŘÍLOHA P 1: ROZDĚLENÍ 3G DLE ITU IMT-2000^[14]

Overview of 3G/IMT-2000 standards^[4]

ITU IMT-2000	common name(s)	bandwidth of data	pre-4G	duplex	channel	description	geographical areas
TDMA Single-Carrier (IMT-SC)	EDGE (UWT-136)	EDGE Evolution	none	FDD	TDMA	evolutionary upgrade to GSM/GPRS ^[nb 1]	worldwide, except Japan and South Korea
CDMA Multi-Carrier (IMT-MC)	CDMA2000	EV-DO	UMB ^[nb 2]		CDMA	evolutionary upgrade to cdmaOne (IS-95)	Americas, Asia, some others
CDMA Direct Spread (IMT-DS)	UMTS ^[nb 3]	W-CDMA ^[nb 4]	LTE	family of revolutionary standards.		worldwide	Europe
CDMA TDD (IMT-TC)		TD-CDMA ^[nb 5]					
	TD-SCDMA ^[nb 6]						
FDMA/TDMA (IMT-FT)	DECT	none	TDD	FDMA/TDMA	short-range; standard for cordless phones	Europe, USA	
IP-OFDMA		WiMAX (IEEE 802.16)		OFDMA		worldwide	

1. ^ Can also be used as an upgrade to PDC or D-AMPS.
2. ^ development halted in favour of LTE.^[5]
3. ^ also known as FOMA^[6]; UMTS is the common name for a standard that encompasses multiple air interfaces.
4. ^ also known as UTRA-FDD; W-CDMA is sometimes used as a synonym for UMTS, ignoring the other air interface options.^[6]
5. ^ also known as UTRA-TDD 3.84 Mcps high chip rate (HCR)
6. ^ also known as UTRA-TDD 1.28 Mcps low chip rate (LCR)