

MOBILNÍ KOMUNIKACE – X32MKO
MOBILNÍ KOMUNIKAČNÍ SYSTÉMY – X32MKS

Mobilní sítě

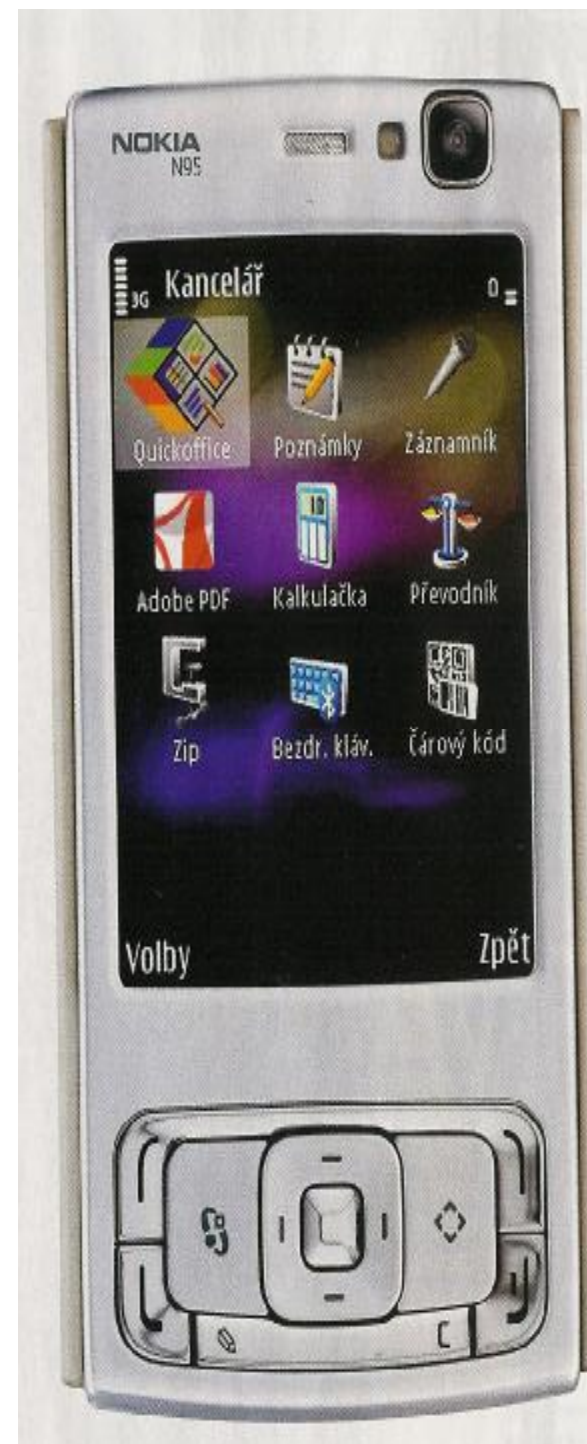
2007/2008

**Rádiové prostředky v účastnických
telefonních sítích.**

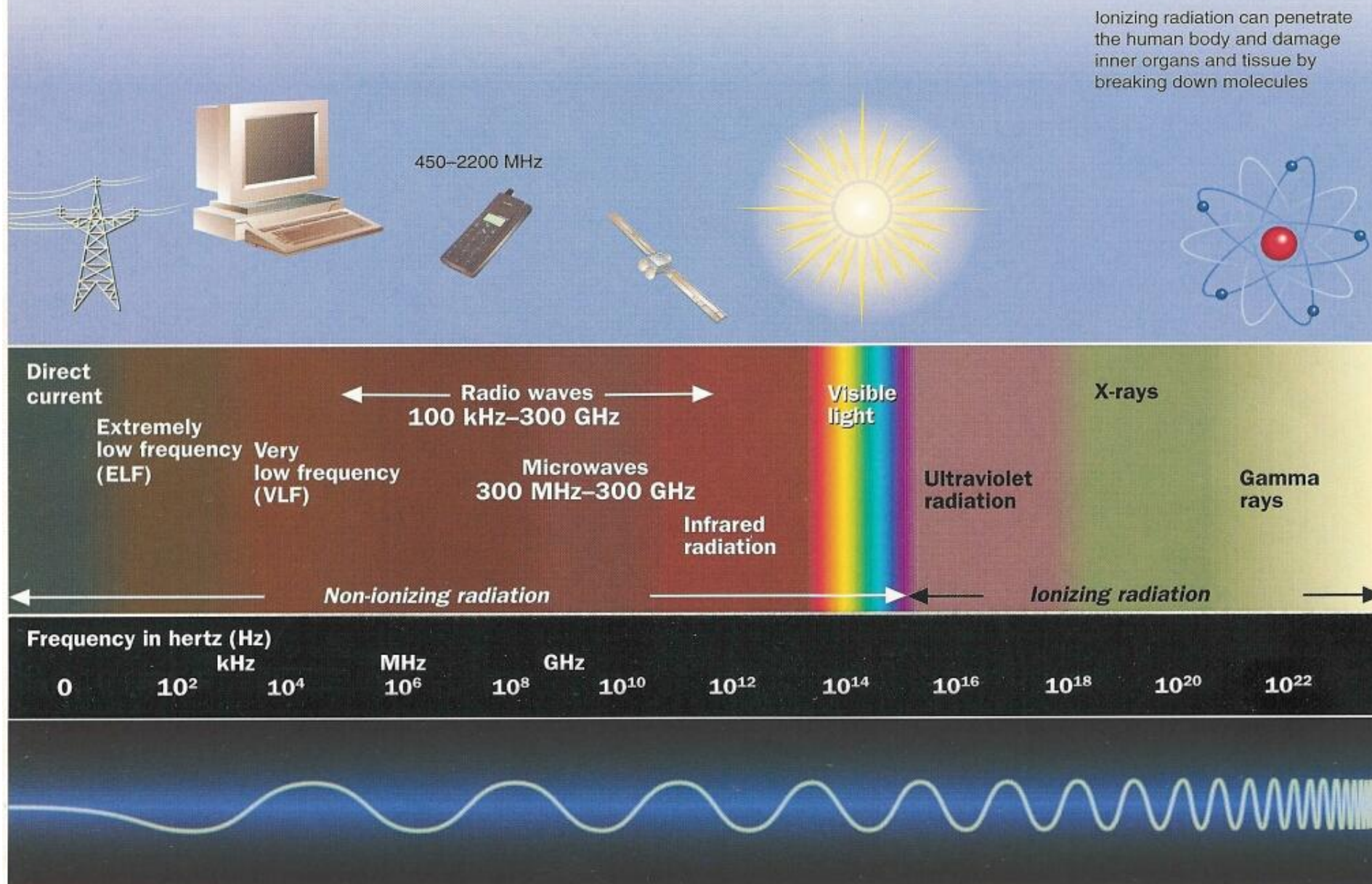
3.přednáška

Jiří Chod

CHOD@FEL.CVUT.CZ



The electromagnetic spectrum



10.2.2 Digitální buňkové systémy

- Nasazení prvních systémů analogové koncepce již v sedmdesátých letech ukázalo, že jejich rozvoj nebude z hlediska uspokojování budoucích potřeb perspektivní. Proto Konference evropských správ pošt a telekomunikací CEPT vytvořila již v roce 1982 novou standardizační skupinu **GSM** (Groupe Spécial Mobile) která měla za úkol vytvořit standardy pro nový, digitální, systém pro který bylo převzato označení skupiny (GSM) ovšem později interpretované jako „**Global System for Mobile Communications**“, tedy „**Globální systém pro mobilní komunikaci**“. Tím, že systém byl budován jako otevřený celoevropský standard byl zároveň vyřešen velmi důležitý princip (mezinárodního) roamingu, tedy provozování jedné a téže mobilní stanice s jedním očíslováním, a to ve všech státech které tento systém přijmou. Důležitý je i pokročilý systém identifikace účastníka založený na kartě **SIM** (Subscriber Identity Module). Karta přitom obsahuje nejenom základní identifikační údaje účastníka ale i řadu dalších specificky individuálních informací jako je např. identifikační číslo účastníka, ověřovací klíč, informace o předplacených službách a nebo telefonní seznam účastníka.

Mobilní stanici lze pak používat pouze s aktivací karty příslušného provozovatele, ale i zde jsou specifikovány výjimky v podobě tísňových volání. Z hlediska uživatele je důležitý i systém kódování a šifrování přenášené informace který podstatně ztěžuje možnost odposlechu. Standard GSM v současné době představuje základ evropských moderních mobilních sítí.

Systémy GSM umožňuje poskytování zejména těchto služeb:

Telekomunikační služby (Teleservices):

- “ telefonie (včetně tísňového volání, a to i v cizí síti),
- “ služby přenosu krátkých textových zpráv ***SMS (Short Message Services)*** jednak s možností vysílání maximálně 160 znaků mezi dvěma body (*point-to-point*) v *obou směrech* a jednak umožňující vysílat zprávy určené všem MS v buňce (***CBS - cell broadcast service***) jako např. dopravní a meteorologické zprávy,
- “ teletex,
- “ telefax skupiny 3,
- “ záznamová služba (hlasová schránka),
- “ E-mail - služba návaznosti na elektronickou poštu sítě Internet,
- “ Bankovní služby,
- “ Informační služby.

Přenosové služby (Bearer Service):

- “ asynchronní duplexní přenos dat s přenosovými rychlostmi 300 až 9600 bit/s,
- “ synchronní duplexní přenos dat s přenosovými rychlostmi 2 400 až 9 600 bit/s.

Služby GSM jsou dále průběžně rozšiřovány a záleží jen na provozovateli sítě (operátorovi) které z nich budou v jeho síti zavedeny. Jedná se zejména o zvýšení přenosové rychlosti na 14,4 kbit/s, resp. při změně kódování až na 21,4 kbit/s. Rozšiřují se i různé služby pro zvýšení účastnického komfortu. Zavedení služby tzv. okamžitého účtování (Hot Billing) umožnilo používání tzv. předplacených karet i službu jejich následného „dobíjení“, a tím vytvořilo skupinu anonymních uživatelů, kteří neplatí paušální měsíční poplatky.

Mobile telephone system	Where primarily used	Type	Frequency band (MHz)	Handset output power (W) (maximum)
NMT	Scandinavia	Analog	900	1
ETACS	UK, Asia	Analog	900	0.6
AMPS	America, Asia, Austr.	Analog	800	0.6
D-AMPS	America, Asia	Digital	800/1900	0.2
GSM	Europe, Asia, Austr.	Digital	900	0.25
PDC	Japan	Digital	800/1500	0.2
GSM1800	Europe, Asia	Digital	1800	0.125
GSM1900	North America	Digital	1900	0.125
DECT	Europe, Asia	Digital	1900	0.01

Shrnutí – historie GSM

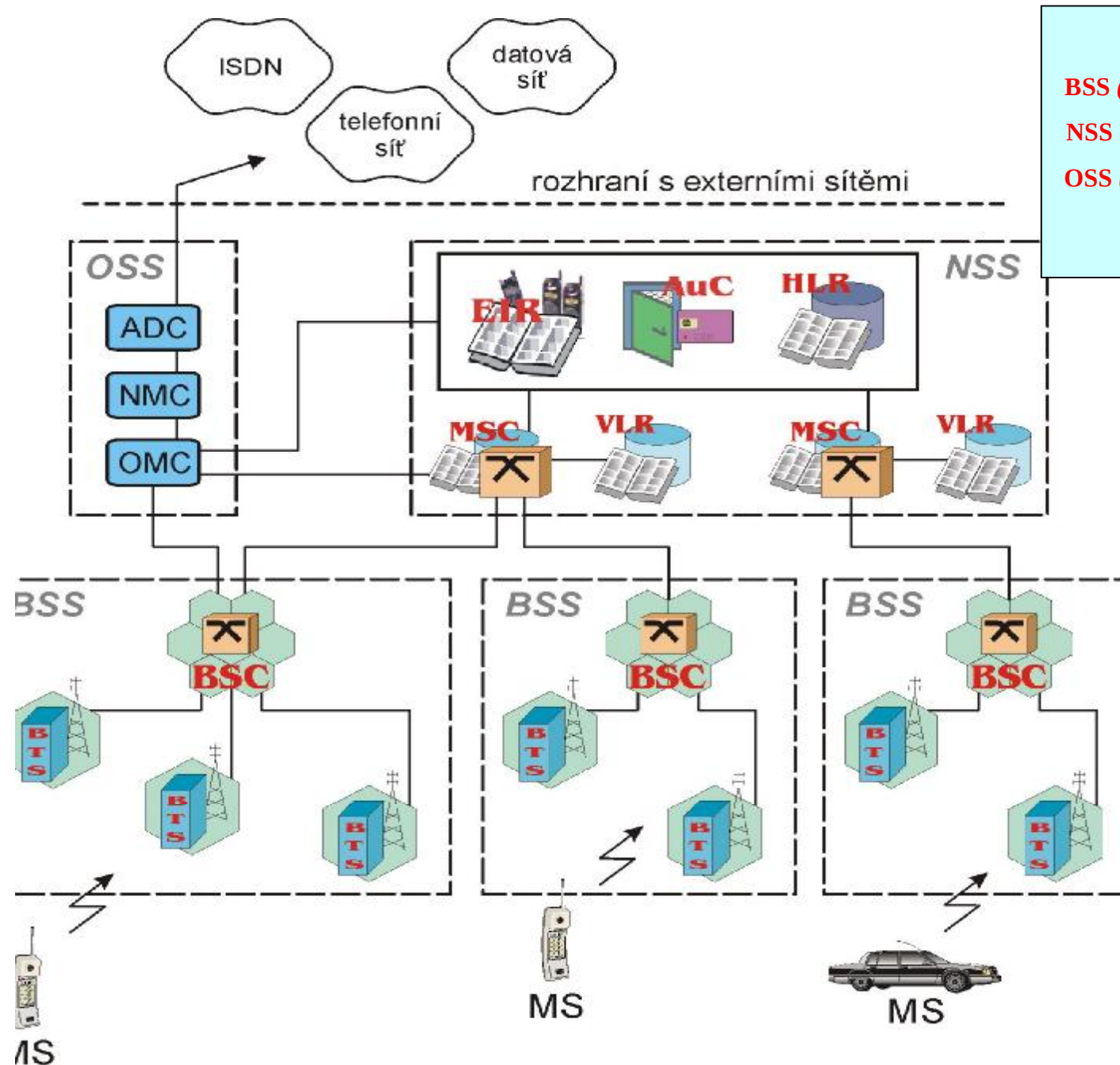
- 1982 První rozhodnutí o vytvoření jednotného evropského standartu pro mobilní sítě - CEPT (Evropské sdružení poštovních a telekomunikačních správ) !
Již provozovány NMT, TACS, Systém C,! Zásadní rozhodnutí o SS7, OSI, přístup kombinace TDMA a FDMA
- 1986 Vytvořena skupina pro vývoj GSM
- 1987 Základní technické specifikace
- 1988 První specifikace (CEPT, poté ETSI), tzv. fáze 1. Specifikace
- pozastavena v roce 1990 (umožnění výroby) a poté fáze 1 dokončena v r. 1992
- 1989 GSM představena na konferenci ETSI
- 1991 Spuštěna testovací síť GSM
- 1992 První komerční start
- 1992 - 1994 Fáze 2 (identifikace volajícího, přidržení hovoru, konferenční hovor, ...)
- 1994 Fáze 2+ (zlepšení služeb)
- 1996 Každoroční specifikace označené rokem Release 1996, 1997, ...
- 1998 Založení organizace 3GPP (pro UMTS)
- 2000 Nové značení (Release -4,)

ČR

- 1992 Komerční start (Eurotel) – síť NMT
- 1996 Komerční start (Eurotel) – síť GSM
- 1999 Komerční start (Eurotel) – síť GPRS
- 2006 Komerční start UMTS

10.2.2.1 Základní struktura sítě GSM

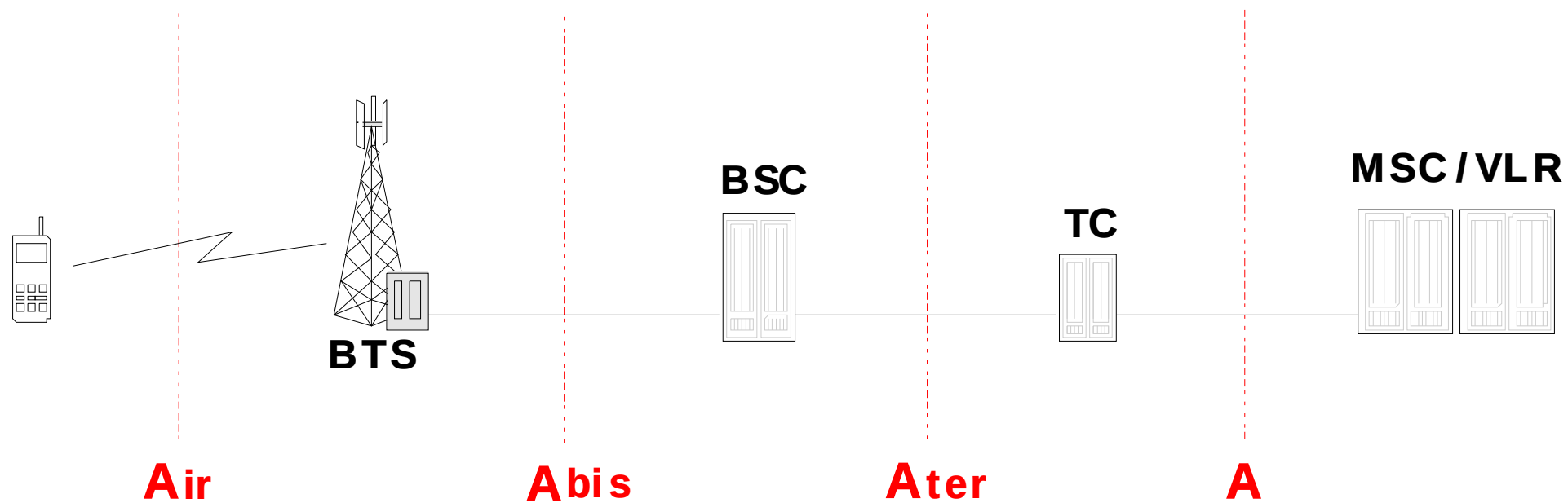
- Celková základní struktura systému GSM je uvedena na obr 10.5.
- Základní strukturu systému GSM, která je znázorněna na obrázku 10.5. je možno rozdělit na tři základní části:
- - *subsystém základnových stanic BSS (Base Station Subsystem),*
- - *síťový spojovací subsystém NSS (Network Switching Subsystem),*
- - *operační subsystém OSS (Operation Subsystem).*



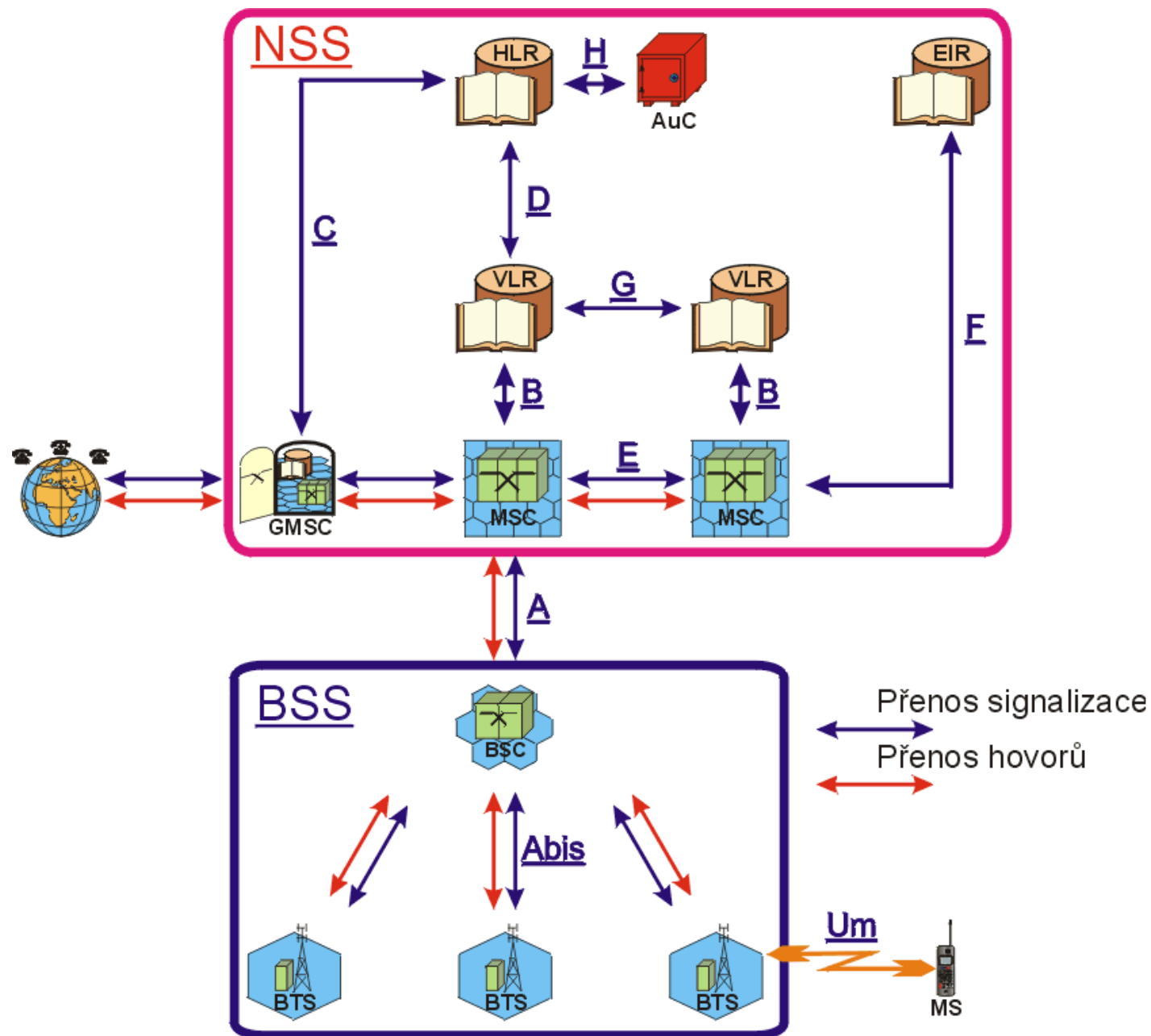
BSS (Base Station Subsystem) subsystém základní stanic
NSS (Network Switching Subsystem), síťový subsystém
OSS (Operation Subsystem). - operační subsystém

Rozhraní v GSM

(pro základní síť – bez GPRS)



Přenos hovorů a signalizace v GSM



Další funkční prvky sítě GSM

GMSC (Gateway MSC) - Styková ústředna

- Pokud síť ze které přichází hovor do mobilní sítě nemůže získat údaje o poloze účastníka z domovského registru HLR, je hovor směrován do stykové ústředny, která získá potřebné údaje z HLR a pak směruje hovor do příslušné MSC, kde se nachází volaný účastník.
- Výběr ústředen, které mohou sloužit jako stykové je na daném operátorovi. Mohou to být všechny MSC nebo jen některé.

SMS-GMSC - SMS Gateway MSC

- Styková ústředna SMS-GMSC slouží jako rozhraní mezi SMS centrem a mobilní sítí. Umožňuje doručení krátkých textových zpráv (SMS-MT/PP) z centra služby mobilní stanici.

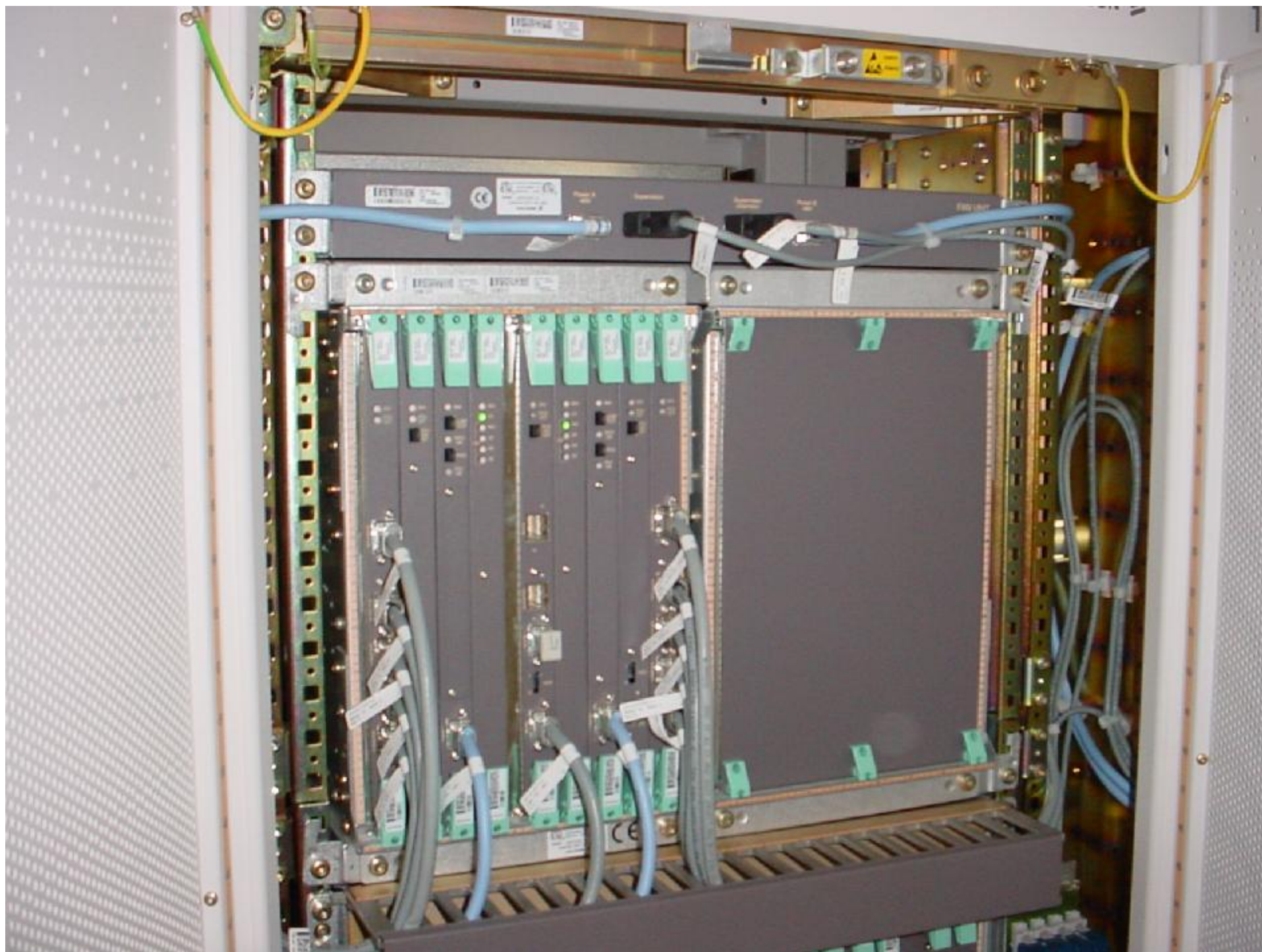
SMS-IWMSC - SMS Interworking

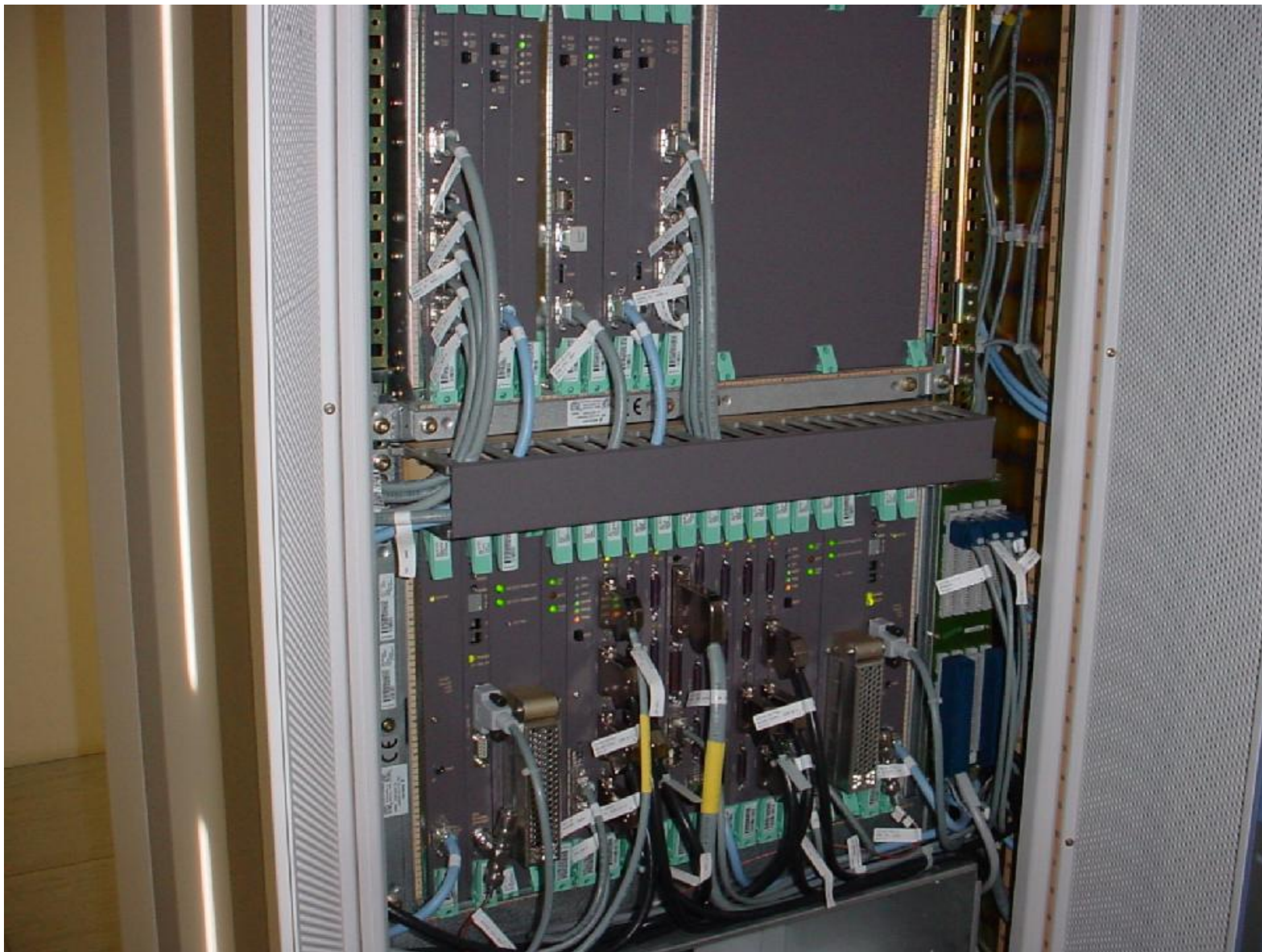
- Styková ústředna SMS-IWMSC slouží jako rozhraní mezi mobilní sítí a SMS centrem. Umožňuje doručení krátkých textových zpráv (SMS-MO/PP) odeslané z mobilní stanice do centra služby.

Příklad realizace MCS

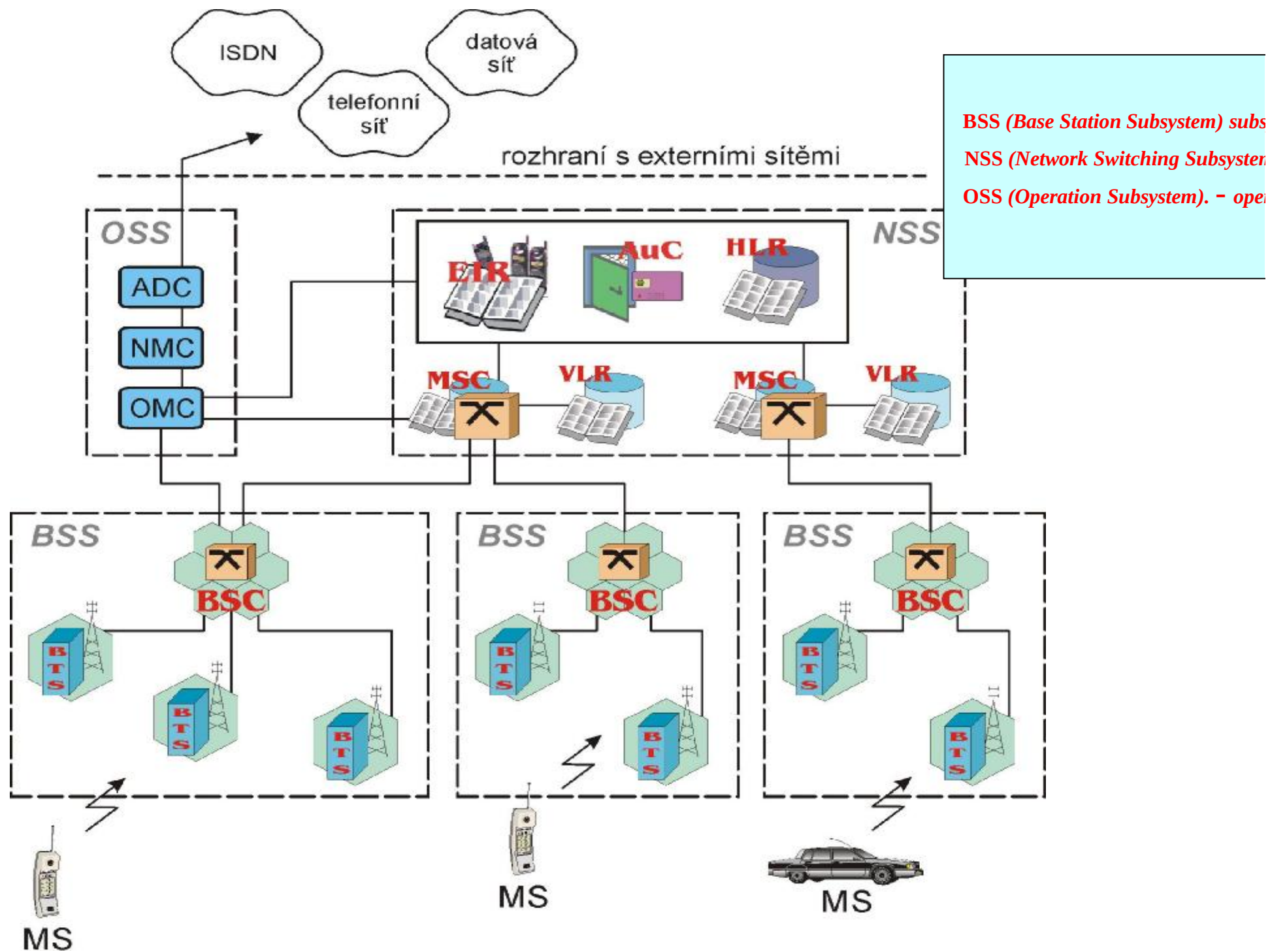
(kapacita cca 25 000 účastníků)







BSS (*Base Station Subsystem*) ***subsystém základnových stanic***



Subsystém základnových stanic BSS (Base Station Subsystem)

Mobilní stanice **MS** komunikují se základnovými stanicemi **BTS (Base Transceiver Station)**. Několik základnových stanic je přiřazeno k jedné řídicí základnové jednotce **BSC (Base Station Controller)**, jejímž úkolem je zejména přidělovat a uvolňovat rádiové kanály pro komunikaci s MS a zajišťovat správnou funkci handoveru.

Provoz systému vyžaduje, aby každá mobilní stanice, která je v provozu, poskytovala systému informaci o poloze (buňce) ve které se nachází. Mobilní stanice většinou zachytí signály několika nejbližších základnových stanic, ze kterých vybere optimální BTS, přes kterou je pak navázáno spojení.



BTS - vybavení

- HW BTS
 - vysílání a příjem
- HW pro spojení se sítí
- Napájení
 - zálohování (diesel agregát, AKU)
- Zabezpečení
- Klimatizace









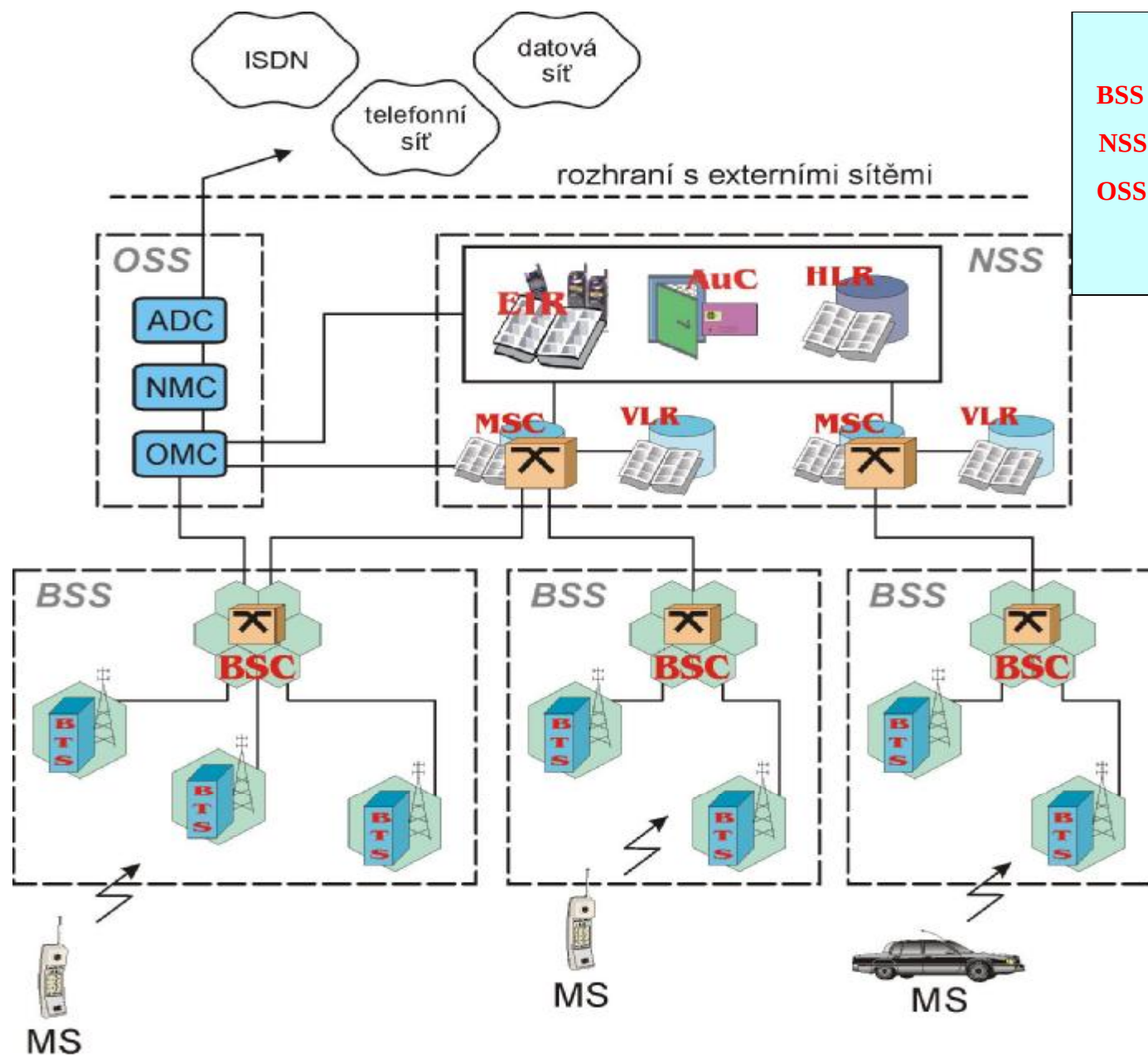
Současné nové a inteligentní BTS převzaly mnohé aktivity, které dříve příslušely BSC.

Primární funkcí BSC je řízení spojení. Mobilní stanice předává každých 480 ms údaje o intenzitě přijímaného signálu do BSC. Podle této informace se BSC rozhoduje, zda iniciuje handover do jiné buňky (přeladění při přemístění účastníka do oblasti jiné základnové stanice), změni výkon vysílače, atd.

Poznámka:

Podle specifikací GSM je součástí BTS i jednotka TRAU (Transcoder Rate Adapter Unit). TRAU je zařízení ve kterém se kóduje a dekóduje hlas podle kodeků používaných na rádiovém rozhraní GSM nebo dochází k přizpůsobování přenosových rychlostí dat. Tato jednotka však nemusí být nutně fyzicky součástí BTS.

NSS (*Network Switching Subsystem*) ***sít'ový spojovací subsystém***



BSS (Base Station Subsystem) subsystém základní
NSS (Network Switching Subsystem), síťový systém
OSS (Operation Subsystem). - operační subsystém

Síťový spojovací subsystém NSS (*Network Switching Subsystem*)

Tento subsystém obsahuje zejména ústřednu **MSC (Mobile Switching Centre)**, jež je realizována běžným typem telefonní ústředny, která je však doplněna o další funkce plynoucí z mobility přepojovaných účastnických stanic. Tato doplňující zařízení vytvářejí soubor tzv. *identifikačních databází*, který obsahuje:

- - domovský registr **HLR (Home Location Register)**
- - návštěvnický registr **VLR (Visitor Location Register)**
 - Authentication Center – **AuC** (ověřovací – autentizační - jednotka)
 - registr mobilních zařízení **EIR (Equipment Identity Register)**

Hlavními funkcemi MSC jsou tedy: registrace, ověřování, aktualizace polohy, handover a směrování při roamingu.

Signalizace mezi funkčními entitami (registry) používá v síťovém subsystému *signalizační systém 7 (SS7)*. Má-li MSC zároveň funkci brány (gateway) pro komunikaci s ostatními sítěmi, nazývá se Gateway MSC (GMSC).

HLR (Home Location Register)

HLR – domovský registr uchovává informace o účastnících oblasti. HLR. Je to databáze všech zaregistrovaných mobilních účastníků operátora. Obsahuje **IMSI** (mezinárodní identifikaci mobilního účastníka), **MSISDN** (ISDN číslo mobilního účastníka) a aktuální adresu **VLR** (registr návštěvníků). Hlavní informace v tomto registru se týká polohy každé mobilní stanice, aby bylo možno směřovat volání k mobilním účastníkům na základě informací v HLR. HLR také obsahuje údaje o poskytovaných službách pro každou MS. Jeden registr HLR může sloužit více ústřednám MSC. Každý účastník sítě je uchováván pouze v jediném HLR.

HLR

Identifikační údaje:

- Identifikační číslo mobilní stanice IMSI (International Mobile Subscriber Identity)
- Jedno nebo několik účastnických čísel MSISDN (Mobile Station International ISDN number)
- Pokud je podporováno GPRS:
- Žádná nebo několik PDP (Packet Data Protocol) adres

Údaje určující polohu dané mobilní stanice, např.:

- Roamingové číslo mobilní stanice MSRM.
- Číslo aktuálního hostitelského registru VLR.
- Číslo ústředny MSC.

Další informace:

- Údaje o poskytovaných službách.
- Omezení daných služeb.
- Informace o doplňkových službách.
- Pokud je podporováno GPRS:
- informace, zda GGSN může účastníkovi dynamicky přidělovat PDP adresu

VLR (Visitor Location Register)

- Jeden návštěvnický registr může být odpovědný z jednu nebo několik oblastí MSC.

Informace obsažené v hostitelském registru:

- Identifikační číslo mobilní stanice IMSI (International Mobile Subscriber Identity);
- Jedno nebo více účastnických čísel MSISDN (Mobile Station International ISDN number);
- Roamingové číslo mobilní stanice MSRN (Mobile Station Roaming Number);
- Dočasné identifikační číslo mobilní stanice TMSI (Temporary Mobile Station Identity);
- Číslo oblasti ve které byla mobilní stanice registrována;

Pokud je podporováno GPRS a existuje rozhraní Gs mezi MSC/VLR a SGSN:

- Číslo SGSN kde MS byla registrována;

Hostitelský registr obsahuje také parametry týkající se některých doplňkových služeb účastníka.

- **Authentication Center – AuC** (ověřovací – autentizační - jednotka)

Ověření (identifikaci) účastníka zajišťuje centrum autentičnosti **AuC** (Authenticity Centre).

AuC je chráněná databáze, která obsahuje kopii tajného klíče, uloženého na SIM kartě každého účastníka a je použita pro autorizaci identity a zajištění důvěrnosti hovoru v rádiovém kanálu. AuC poskytuje další ochranu před zneužitím. Normálně je umístěna v blízkosti každého HLR.

- registr mobilních zařízení **EIR (Equipment Identity Register)** uchovává informace o jednotlivých MS. EIR je databáze, která obsahuje seznam oprávněných zařízení mobilních stanic v síti, kde je každá mobilní stanice identifikována svým číslem **IMEI** (International Mobile Equipment Identity).

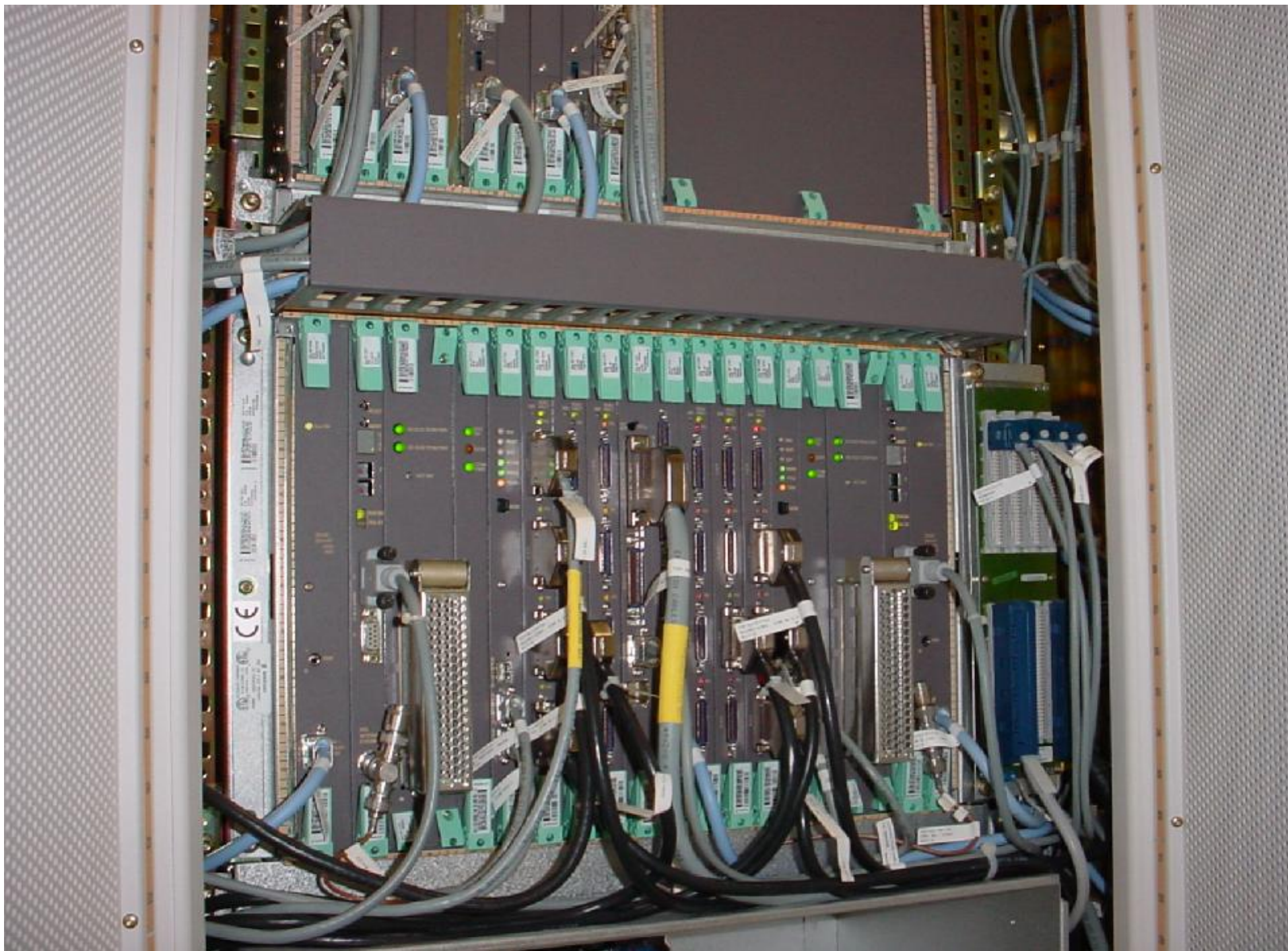
Registr tvoří tři databáze:

- White list: seznam všech známých a správných čísel IMEI
- Black list: seznam špatných nebo ukradených mobilních telefonů
- Gray list: seznam mobilních telefonů, které jsou nejisté.

Hlavními funkcemi MSC jsou tedy: registrace, ověřování, aktualizace polohy, handover a směrování při roamingu.

Signalizace mezi funkčními entitami (registry) používá v síťovém subsystému **signalizační systém 7 (SS7)**. Má-li MSC zároveň funkci brány (gateway) pro komunikaci s ostatními sítěmi, nazývá se Gateway MSC (GMSC).



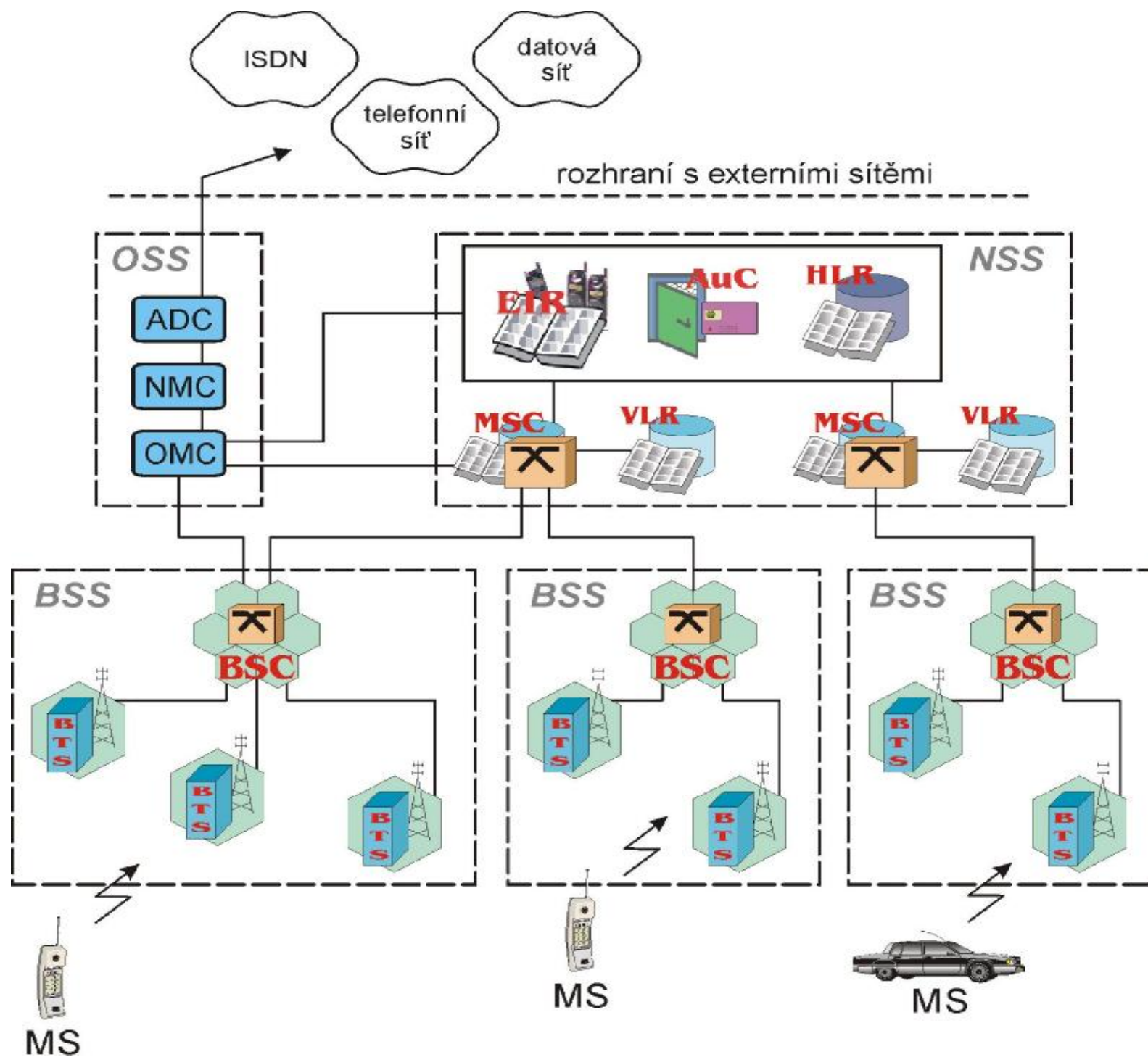


OSS (Operation Subsystem) ***operační subsystém***

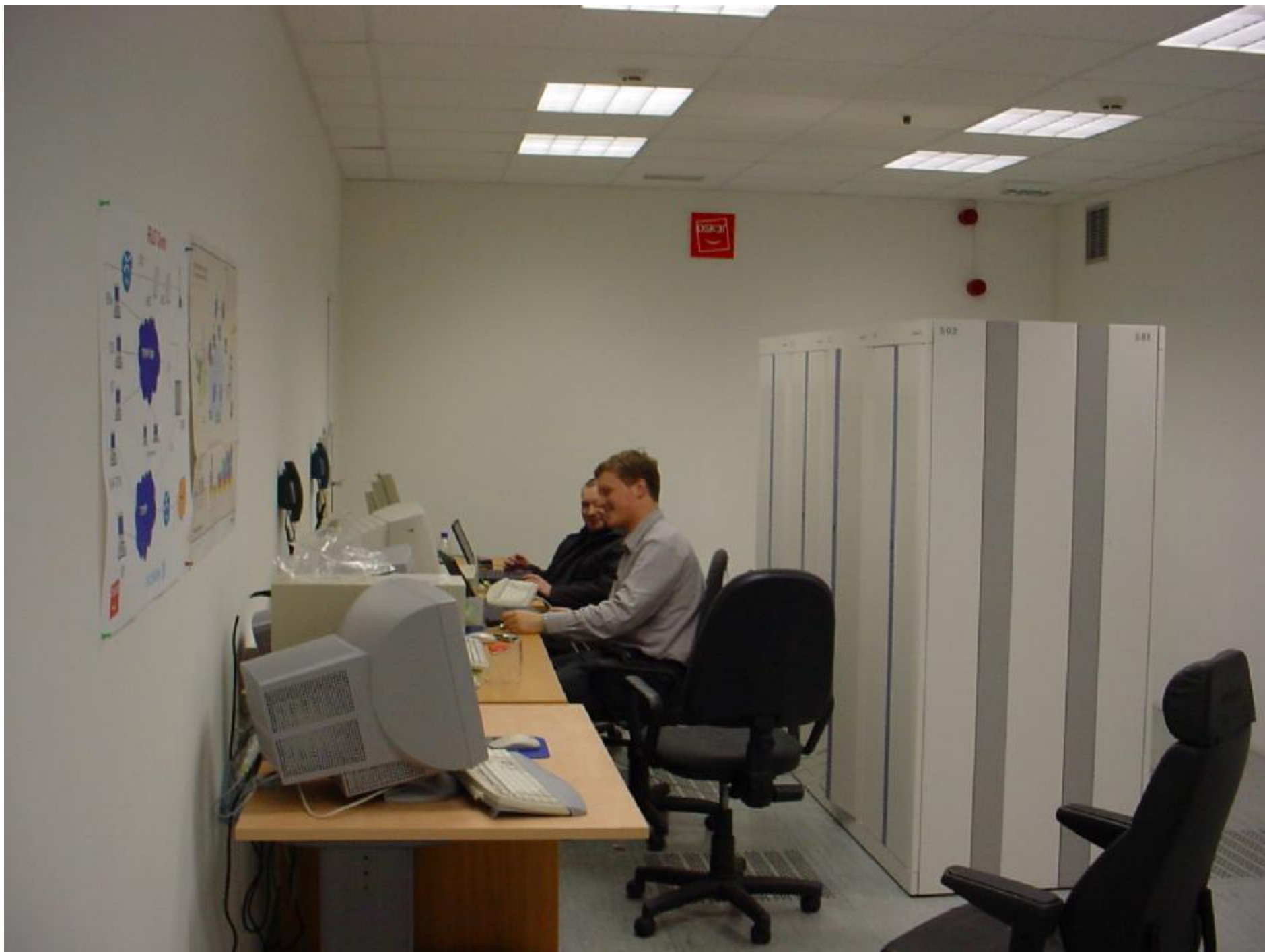
Operační subsystém OSS (*Operation Subsystem*)

Tento subsystém zabezpečuje provoz subsystémů BSS a NSS. Obsahuje blok **ADC** - (*Administrative Centre*) řešící administrativní úlohy, dále blok **NMC** (*Network Management Centre*) zajišťující celkové řízení toku informací v síti, a konečně blok **OMC** (*Operation and Maintenance Centre*), řešící úlohy údržby a zajištění provozu sítě.

Systém GSM navazuje na ostatní telekomunikační sítě (PSTN, ISDN, družicové telekomunikace). Vlastní provoz GSM sítí potom zajišťují operátoři, tedy společnosti vlastníci příslušnou licenci pro provozování. V České republice byl zahájen provoz první GSM sítě v r. **1996** firmou Eurotel (O2), následovaný v témže roce druhým operátorem - firmou Radiomobil (Paegas) – T-mobile. V roce 1999 k nim přibyl třetí operátor OSKAR (Vodafone).







Otázky ???

- Děkuji Vám za pozornost