

MOBILNÍ KOMUNIKACE – X32MKO
MOBILNÍ KOMUNIKAČNÍ SYSTÉMY – X32MKS

Mobilní sítě

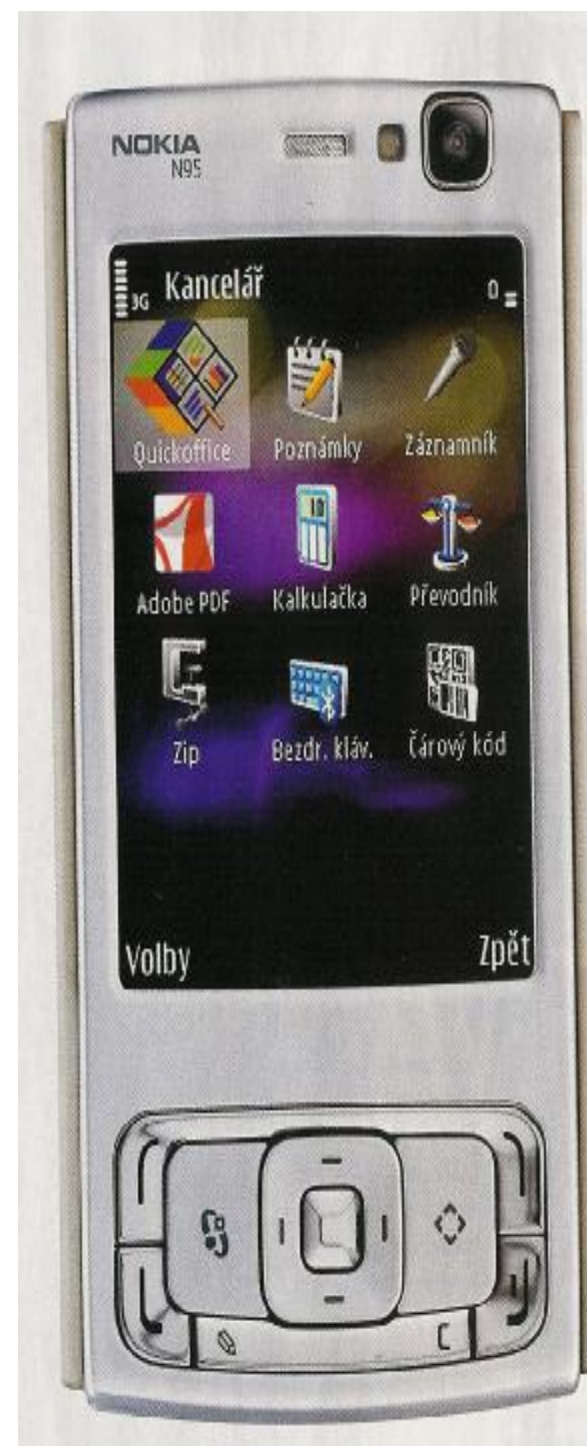
2007/2008

**Rádiové prostředky v účastnických
telefonních sítích.**

4.přednáška

Jiří Chod

CHOD@FEL.CVUT.CZ



10.2.2.2 Mobilní stanice GSM a její návaznost na základnovou stanici

- Jak vidíme z předchozí kapitoly, je systém GSM jako celek velice složitý a není proto možné jej zde podrobně popisovat. Pokusíme se však velmi zjednodušeně popsat alespoň strukturu a principiální funkci mobilní stanice a její návaznost na základnovou stanici.

Mobilní telefon = mobilní terminál
(telefon, fotoaparát, LBS – GPS,
data, data, data)

•



Standardy GSM

- Základní aplikace GSM byly definovány i realizovány v pásmu 900 MHz. Jejich úspěch a následné obrovské rozšíření v celosvětovém měřítku ukázalo, že relativně nízký počet rádiových okruhů na jednu základnovou stanici (124) vede při vyšších nárocích na počet uživatelů k vytváření vysokého počtu malých buněk, a proto požadavky na udržení vysoké kvality vedly k dalším variantám s více frekvenčními pásmy.
- Během vývoje tak vznikly tři standardy lišící se především použitým frekvenčním pásmem a počtem kanálů:
- **GSM 900** pracující v pásmu 900 MHz, max. 2x 124 kanálů, šířka pásma 2x25 MHz
- **GSM 1800** pracující v pásmu 1800 MHz, max. 2x 374 kanálů, šířka pásma 2x75 MHz
- **GSM 1900** pracující v pásmu 1900 MHz, max. 2x298 kanálů, šířka pásma 2x75 MHz

- Přístupová metoda pro realizaci rádiového okruhu mezi MS a BTS je založena na kombinaci frekvenčního (FDMA) a časového (TDMA) přístupu.

V rámci FDMA jsou obě frekvenční pásma rozdělena na 124 subpásem ($F_1 - F_{124}$) o šířce 200 kHz. V každém subpásmu je pak dále metodou TDMA vytvořeno 8 (časových) kanálů ($T_1 - T_8$) – tzv. Time Slot. Každý kanálový rámec (Burst) o délce 156,25 bit obsahuje jednak bity nesoucí uživatelské informace (UI) a služební informace (SI). Znamená to, že základnová stanice má celkovou kapacitu maximálně $124 \times 8 = 992$ použitelných dvojic kanálů (tedy rádiových okruhů).

Radiové rozhraní

Frekvenční pásmo

Základní : 900 MHz

- mobilní stanice k BTS (895 – 915 MHz) – uplink

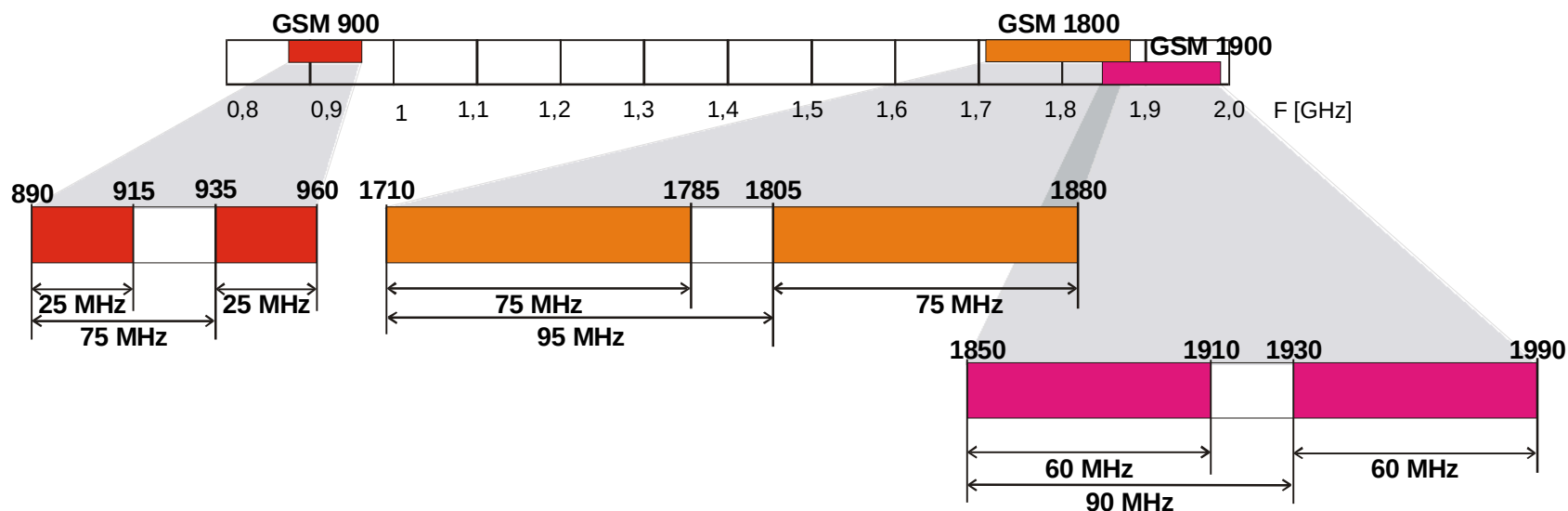
- BTS k MS (935 – 960 MHz) – downlink

1800 MHz

- mobilní stanice k BTS (1710–1785 MHz) – uplink

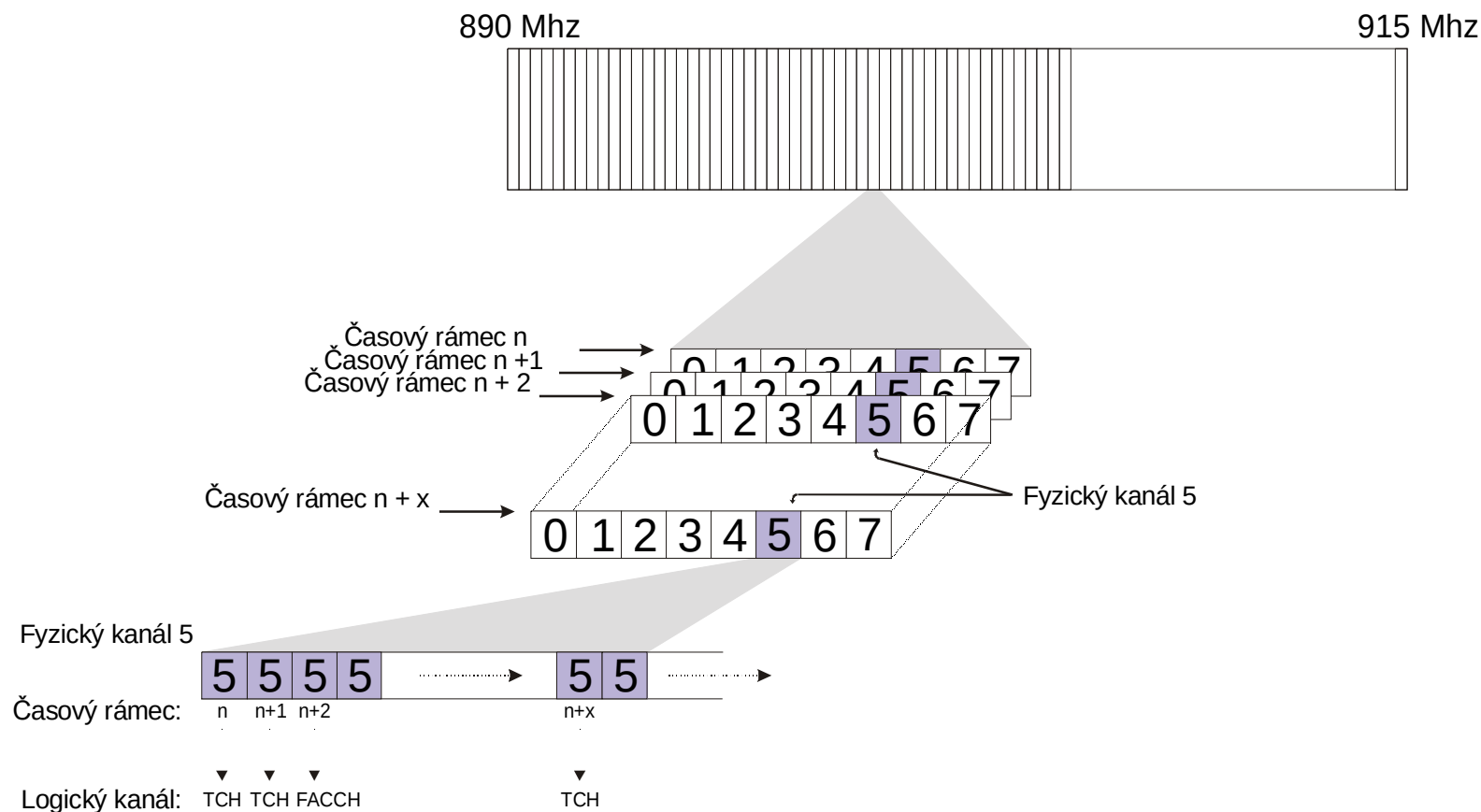
- BTS k MS (1805-1880 MHz) – downlink

Gausovská modulace s minimálním zdvihem GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying). Jedná se o dvoustavovou kmitočtovou modulaci u které je zdvih roven $1/(4T)$, kde T je bitová perioda přenášeného signálu. Tvarováním impulsů Gausovským filtrem a specifickým modulačním postupem se dosahuje konstantní amplitudy a hladkého průběhu fáze. Díky tomu je omezena šířka použitého pásma.



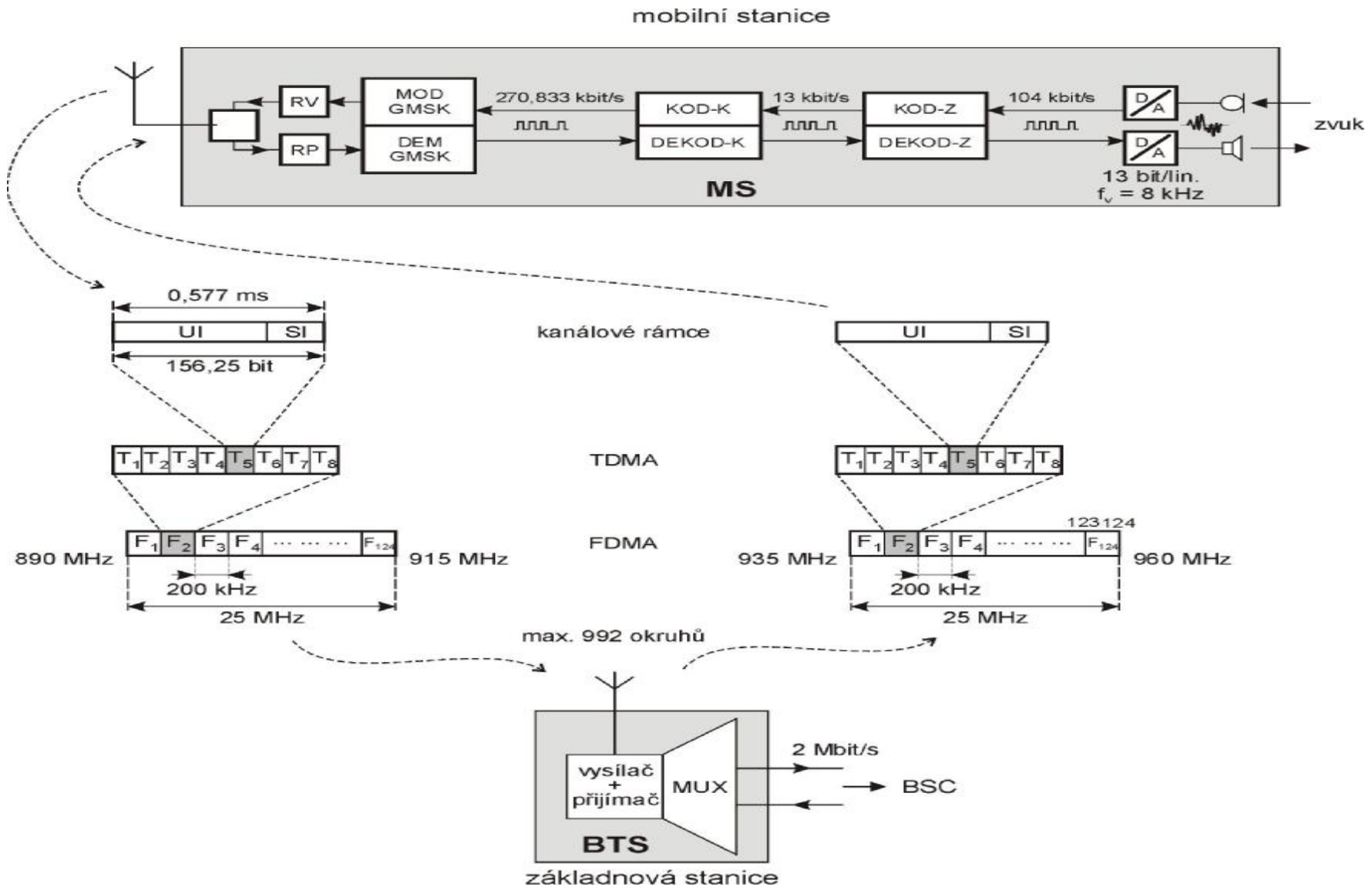
Přístupová metoda a vytvoření fyzického kanálu

Kombinace dvou metod hromadného přístupu a to metody s frekvenčním dělením kanálů **FDMA** (Frequency Division Multiple Access) a metody s časovým dělením kanálů **TDMA** (Time Division Multiple Access).



Fyzický kanál na rádiovém rozhraní má konečné trvání a zabírá určitou část frekvenčního pásma. Jednotlivé nosné frekvence jsou od sebe vzdáleny **200 kHz**. To znamená, že v základním pásmu nosných frekvencí 900 MHz je **124** nosných v každém dílčím pásmu, v pásmu 1800 MHz pak 375 nosných frekvencí (princip FDMA) v každý takový subkanál je pak rozdělen na **8** časových rámců. Trvání jednoho rámce trvá **0,577 ms** nebo přesněji **15/26 ms** (princip TDMA). Časové a frekvenční okno ve kterém se vysílá jeden rámec se nazývá slot. Použít daný fyzický kanál znamená tedy vysílat určitou dobu v určitý čas a na určité frekvenci. Fyzický kanál může být použit pro přenos hovoru, dat nebo signalizace.

Obr. 10.6 Principiální blokové schéma mobilní stanice MS standardu GSM 900 a její vazby na základnovou stanici BTS

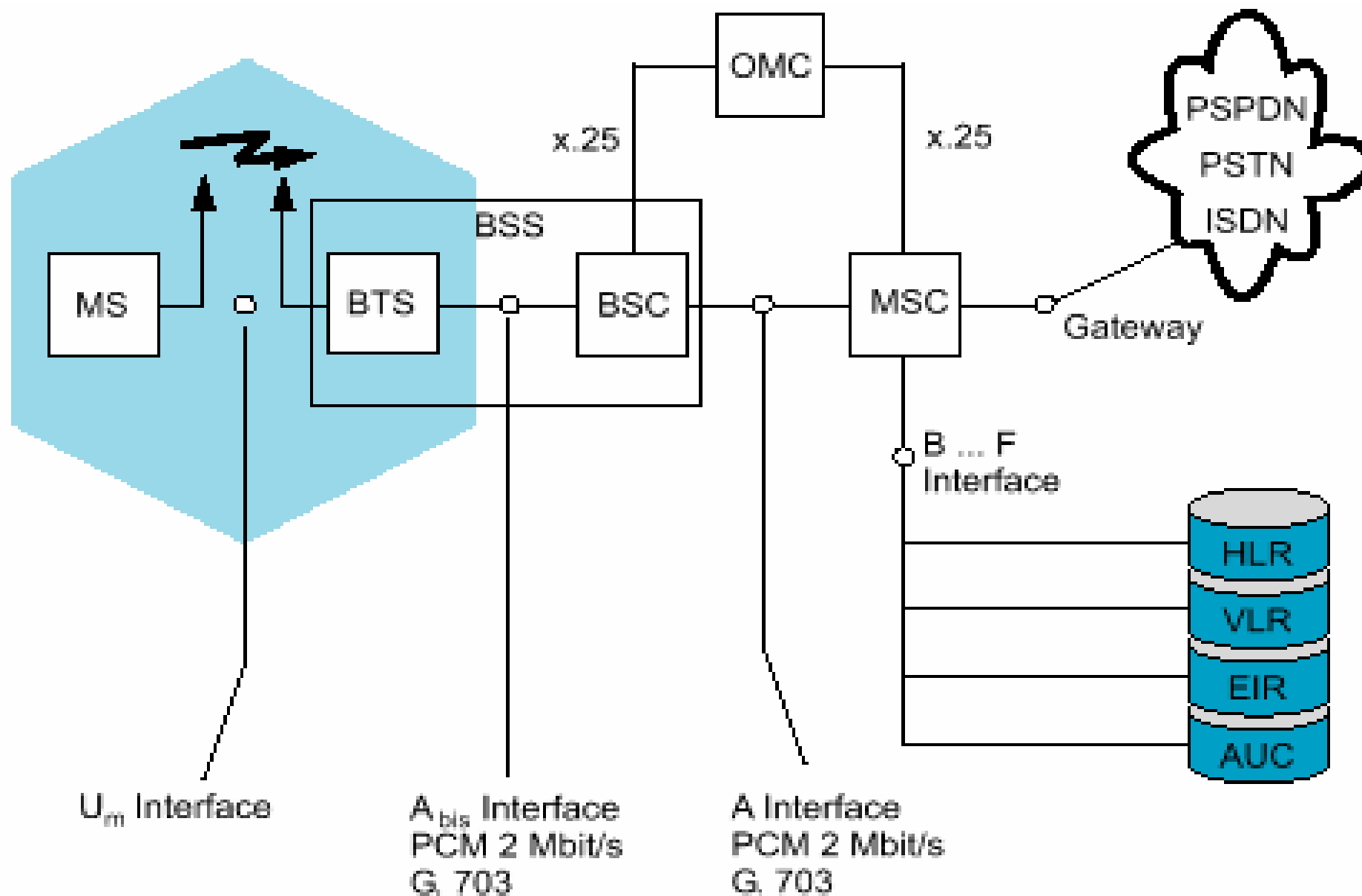


Mobilní stanice se skládá z vysílací a přijímací části, řídicího mikroprocesoru, SIM karty a dalšího příslušenství (mikrotelefon, klávesnice, displej atp.). Analogový hovorový signál na výstupu mikrofону je **digitalizován** A/D převodníkem, který pracuje na principu PCM modulace (vzorkovací frekvence 8kHz, vzorek o 13 bitech, lineární kvantování, přenosová rychlost signálu $v_p = 8000 \times 13 = 104$ kbit/s). Další blok KOD-Z provádí na principu vokodéru (řečového syntetizátoru) tzv. **zdrojové kódování**, čímž dochází k redukci přenosové rychlosti na hodnotu $v_p = 13$ kbit/s. V bloku KOD-K dochází k tzv. **kanálovému kódování**, které redukováný digitální hovorový signál zabezpečuje proti chybám vzniklých při přenosu. Navíc dochází k tzv. **prokládání (interleaving)**, jehož účelem je zvýšit odolnost signálu proti shlukům chyb. Při tomto procesu je původní posloupnost bitů podle určitého předpisu přeskupena a v této podobě vyslána. Na přijímací straně se pak podle inverzního předpisu přijímaná proložená posloupnost přemění na posloupnost původní. Dojde-li při přenosu ke znehodnocení několika za sebou následujících bitů (shluk chyb), budou tyto bity v původní posloupnosti od sebe vzdáleny, a tím mohou být pomocí uvedených zabezpečovacích procesů opraveny. Kromě toho je část signálu, která obsahuje uživatelskou informaci ještě podrobena procesu **šifrování (A3, A8, A5)**, za účelem znemožnění odposlechu rádiové komunikace. Po všech těchto úpravách činí přenosová rychlost v jednom kanálu $v_p = 22,8$ kbit/s. Do modulátoru GMSK (MOD GMSK) pak vstupuje takto zpracovaná posloupnost začleněná do TDMA rámce celkovou přenosovou rychlostí $v_p = 270,833$ kbit/s (kanálový rámec o délce 156,25 bitu je přenesen za 0,577ms). Po zpracování v dalších obvodech rádiového vysílače (RV) je signál vyzářen anténou mobilní stanice. Z hlediska vysílacího výkonu se mobilní stanice dělí do pěti tříd v rozmezí 0,1 - 20 W.

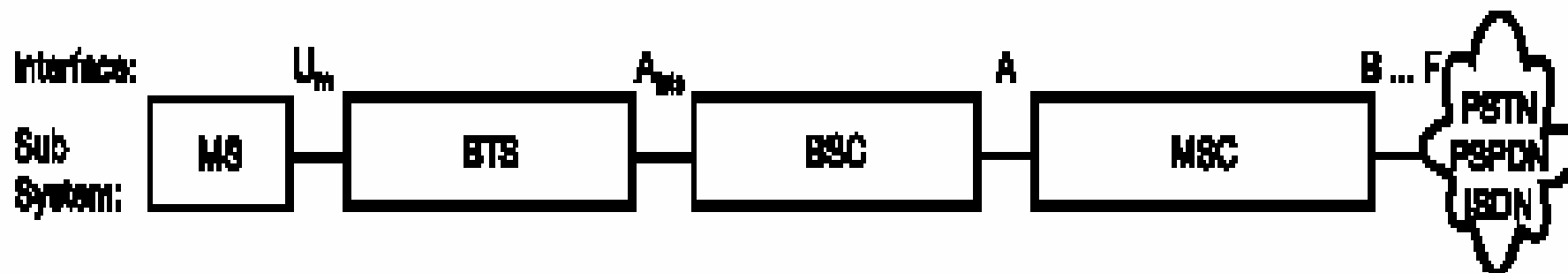
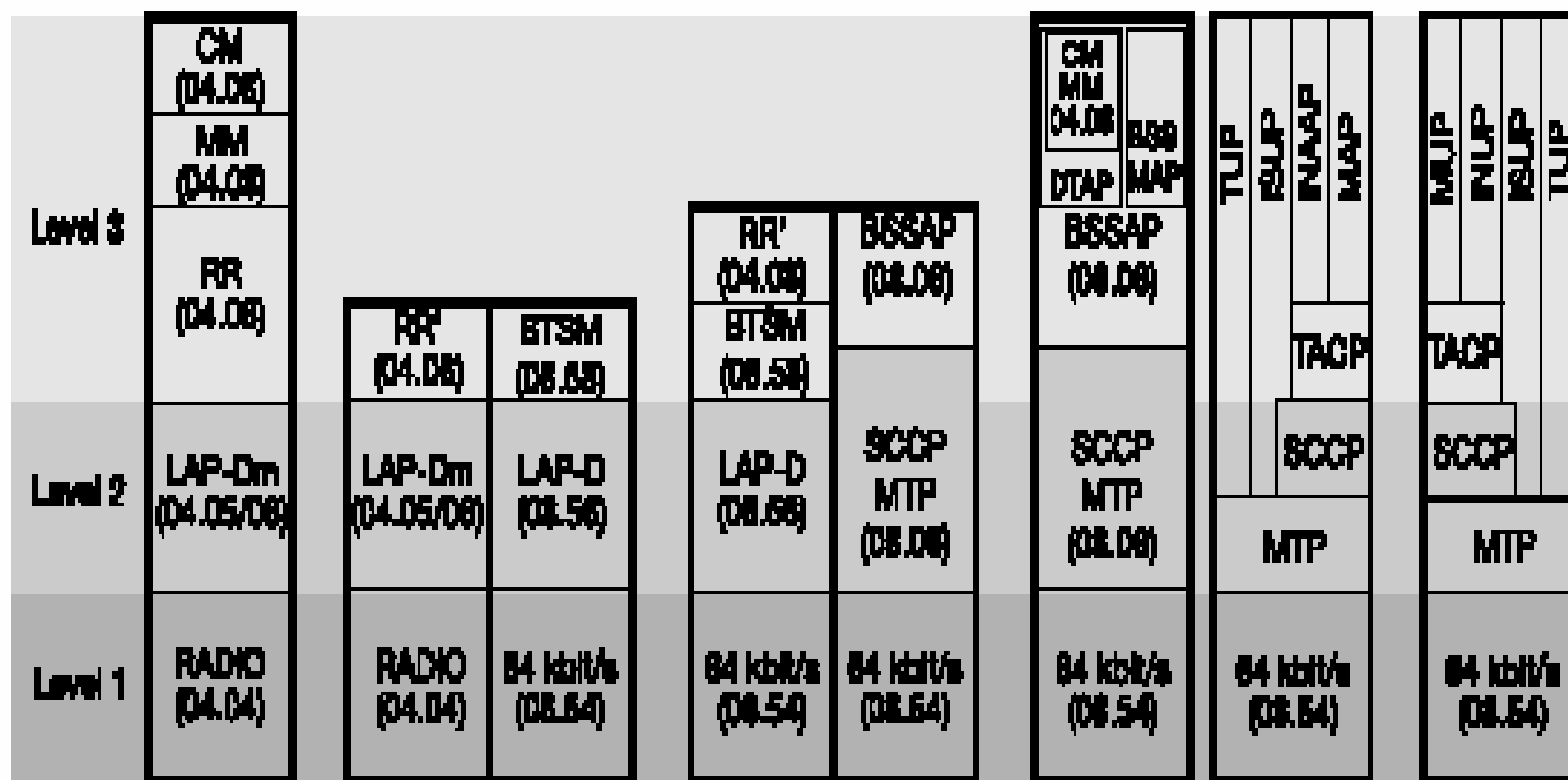
V přijímacím směru probíhají transformace signálu opačně než ve směru vysílacím. Signál přichází z antény do bloku rádiového přijímače (RP), odtud do demodulátoru (DEM) a obou dekodérů (DEKOD-K, DEKOD-Z). V převodníku D/A je pak digitální signál přeměněn na analogový a zaveden do telefonního sluchátka.

Poznámka: Takt ve standardu GSM je odvozen od frekvence taktovacího generátoru $f_t = 13 \text{ MHz}$. Základní přenosová rychlost je $v_p = 13\,000\,000 : 48 = 270\,833,33 \text{ bit/s}$, z čehož plyne že trvání jednoho bitu je rovno $3,6923 \text{ ms}$. Jeden rámeček TDMA (8 časových kanálů) má trvání $4,615 \text{ ms}$ (multirámeček je složen z 26 rámečků a má trvání 120 ms), což znamená, že trvání jednoho časového kanálu činí cca $576,875 \text{ ms}$. Z toho pak vyplývá i necelistvý počet bitů jednoho kanálového rámečku, který činí $576,875 \text{ ms} : 3,6923 \text{ ms} = 156,25 \text{ bit}$.

Přehled rozhraní sítě GSM



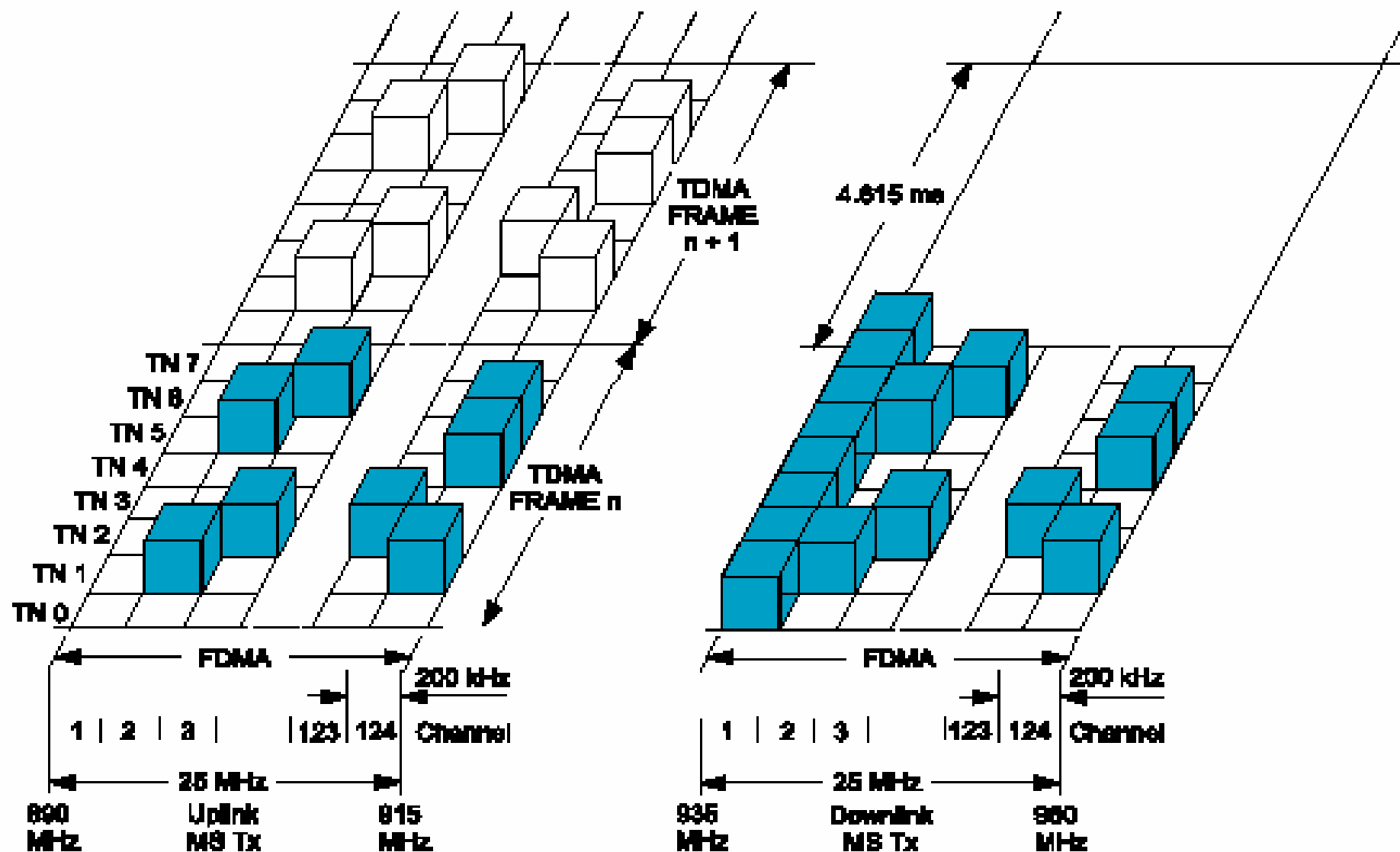
Rozhraní a protokoly



Protokoly GSM jsou v podstatě rozděleny do třech vrstev:

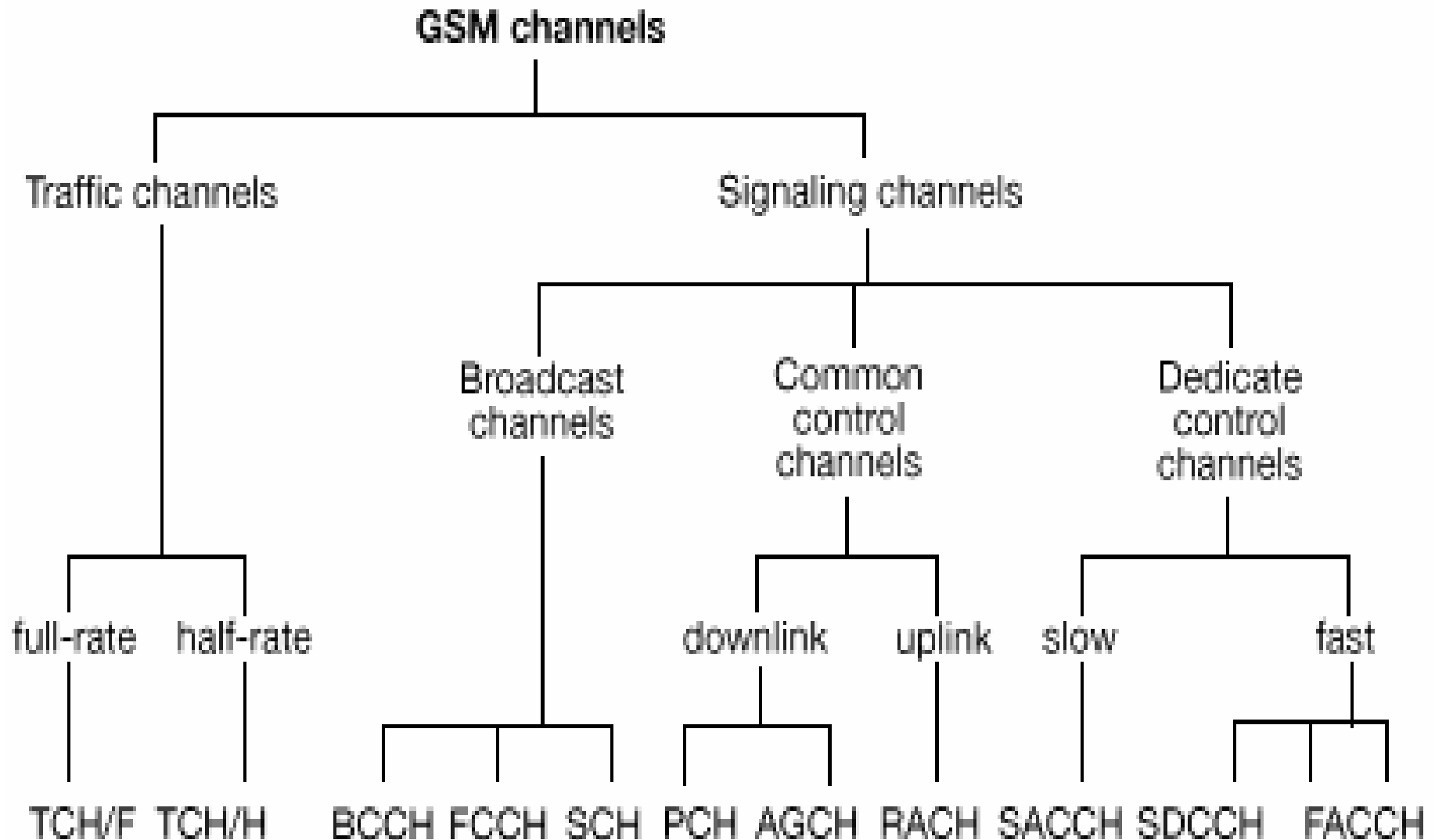
- **Vrstva 1: Fyzická vrstva**
 - Zajišťuje fyzický přenos (TDMA, FDMA, atd.),
 - posuzuje kvalitu kanálu,
 - s výjimkou rádiového rozhraní (GSM Rec. 04.04) jsou pro přenos použity PCM 30 nebo ISDN. (GSM Rec. 08.54 na rozhraní A_{bis} a 08.04 na rozhraních A až F).
- **Vrstva 2: Spojová vrstva**
 - Multiplexování jedné nebo více spojení vrstvy 2 na řídicích/signalizačních kanálech,
 - detekce chyb (založená na HDLC),
 - řízení toku,
 - zajištění kvality přenosu,
 - směrování.
- **Vrstva 3: Síťová vrstva**
 - Řízení spojení (rádiové rozhraní),
 - správa dat polohy,
 - identifikace účastníka,
 - řízení doplňkových služeb (SMS, přesměrování hovorů, konference, atd.).

Rádiové rozhraní U_m



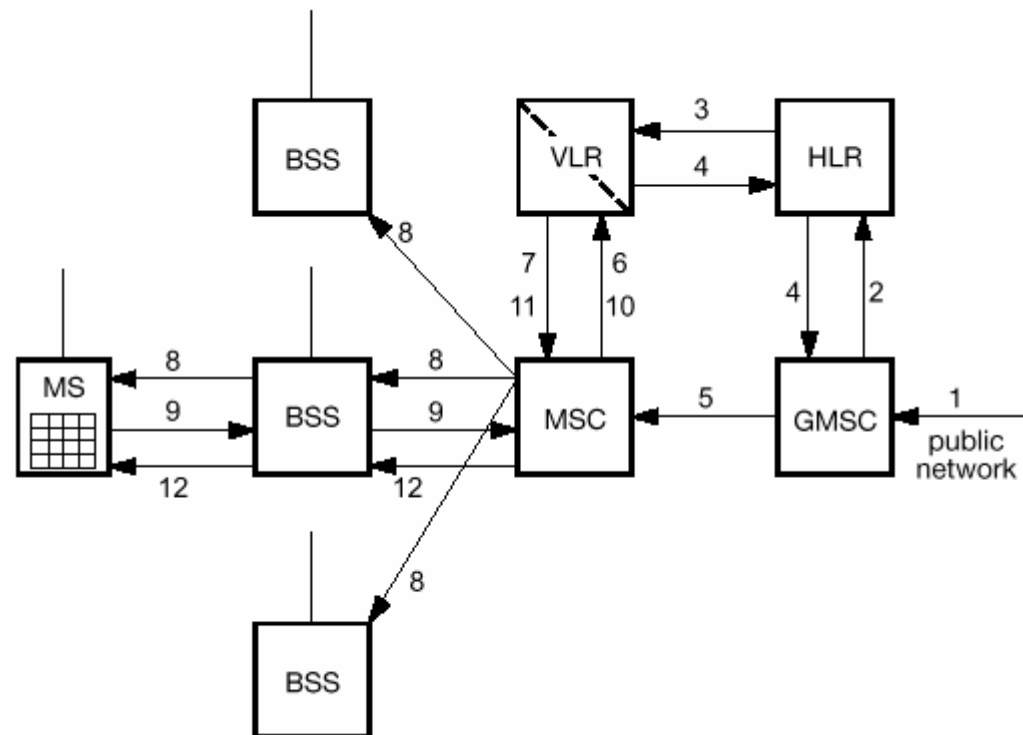
124 Channels × 8 Time Slots = 992 Duplex Channels

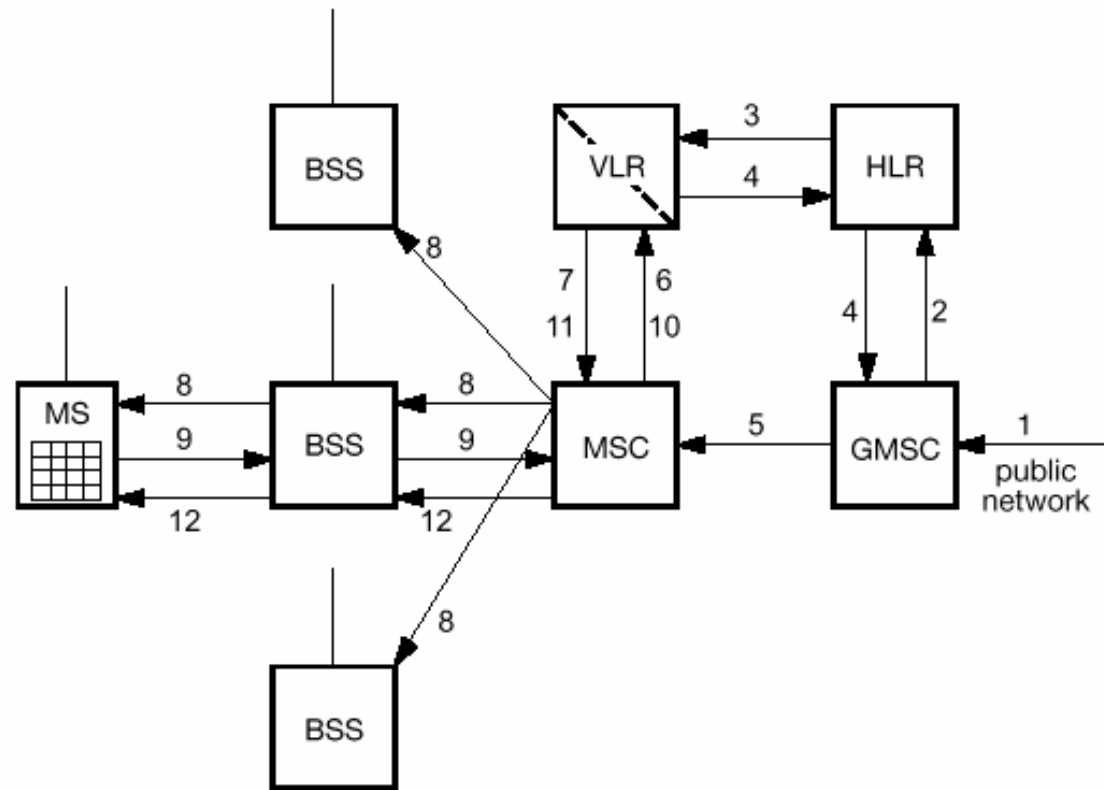
Různé logické kanály jsou mapovány do fyzických kanálů. Uspořádání logických kanálů závisí na aplikaci a směru toku informací (vzestupný/sestupný, obousměrný). Logický kanál může být buď provozní kanál (TCH), který nese uživatelská data nebo signalizační kanál (viz následující kapitoly).



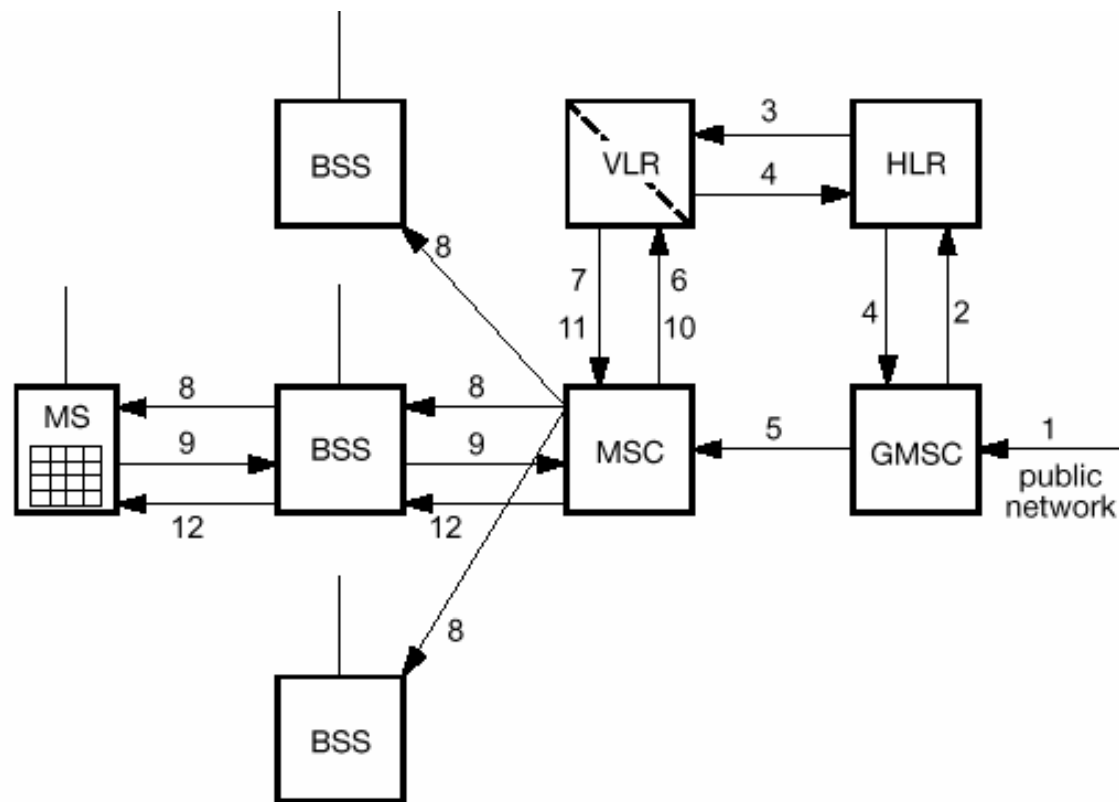
Sestavení spojení

Příklad: Pevná síť – síť GSM





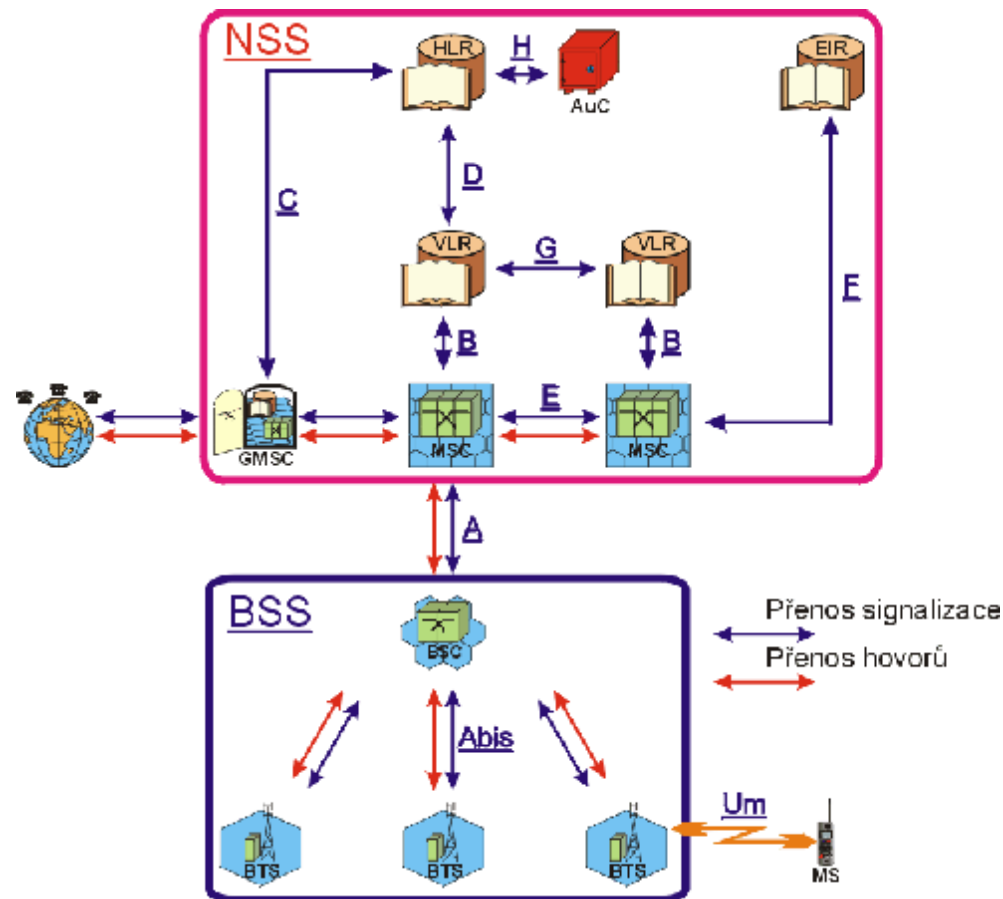
- (1) Příchozí volání je směřováno na bránu MSC (GMSC)
- (2) Dle čísla IMSI volané stanice se určí HLR
- (3) Je požádán příslušný VLR o poskytnutí roamingového čísla (MSRN)
- (4) MSRN je vráceno do brány GMSC
- (5) Volání je propojeno na příslušné MSC



- (6) VLR je požádán o zjištění pozice a dostupnosti mobilní stanice
- (7) Je-li stanice dostupná, je povoleno radiové spojení a
- (8) do všech zón spadajících pod VLR je zaslán požadavek na spojení
- (9) mobilní stanice se přihlásí na výzvu z aktuální rádiové buňky
- (10) provedou se všechny nutné zabezpečovací procedury a
- (11) VLR signalizuje do MSC, že spojení s mobilní stanicí může být
- (12) uskutečněno

Sestavení spojení

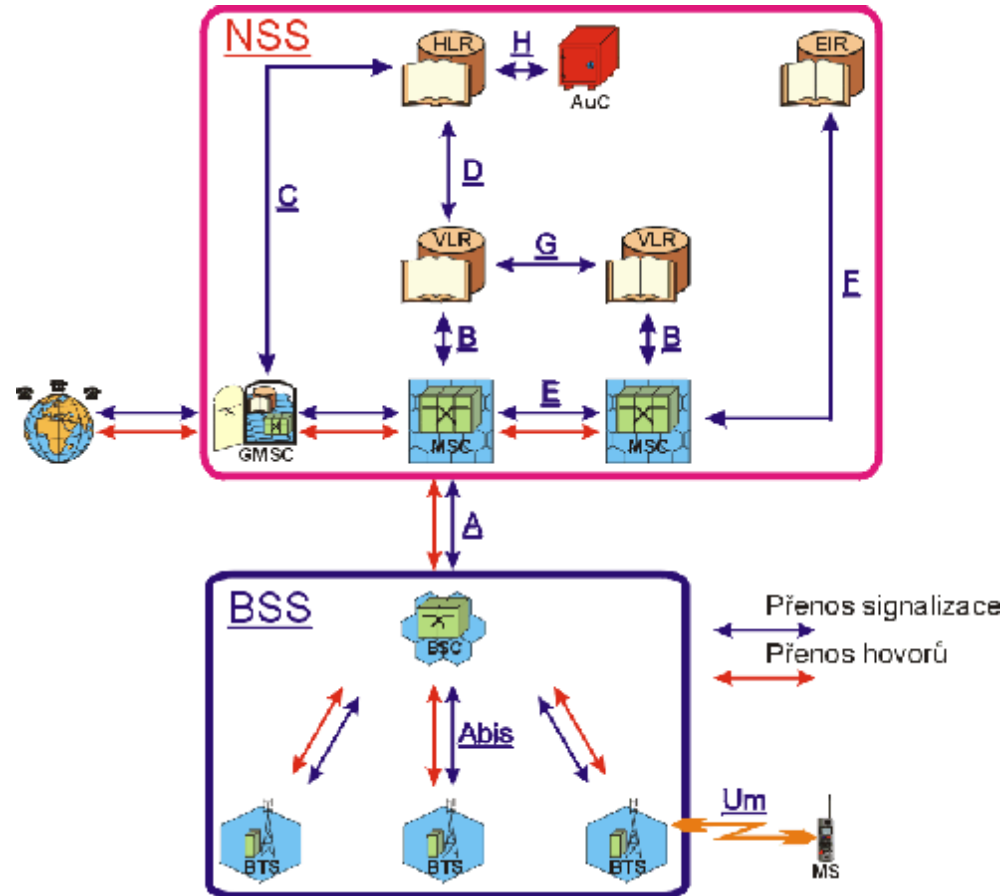
Příklad: Sít' GSM - Pevná síť



- 1 Připojení na BTS – BSC
- 2 Předání BSC – MSC

Sestavení spojení

Příklad: Sít' GSM - Pevná síť



3 Dotaz autorizace

4 Odpověď autorizace

5 Propojení volání na PSTN přes GMSC

Důležité pojmy

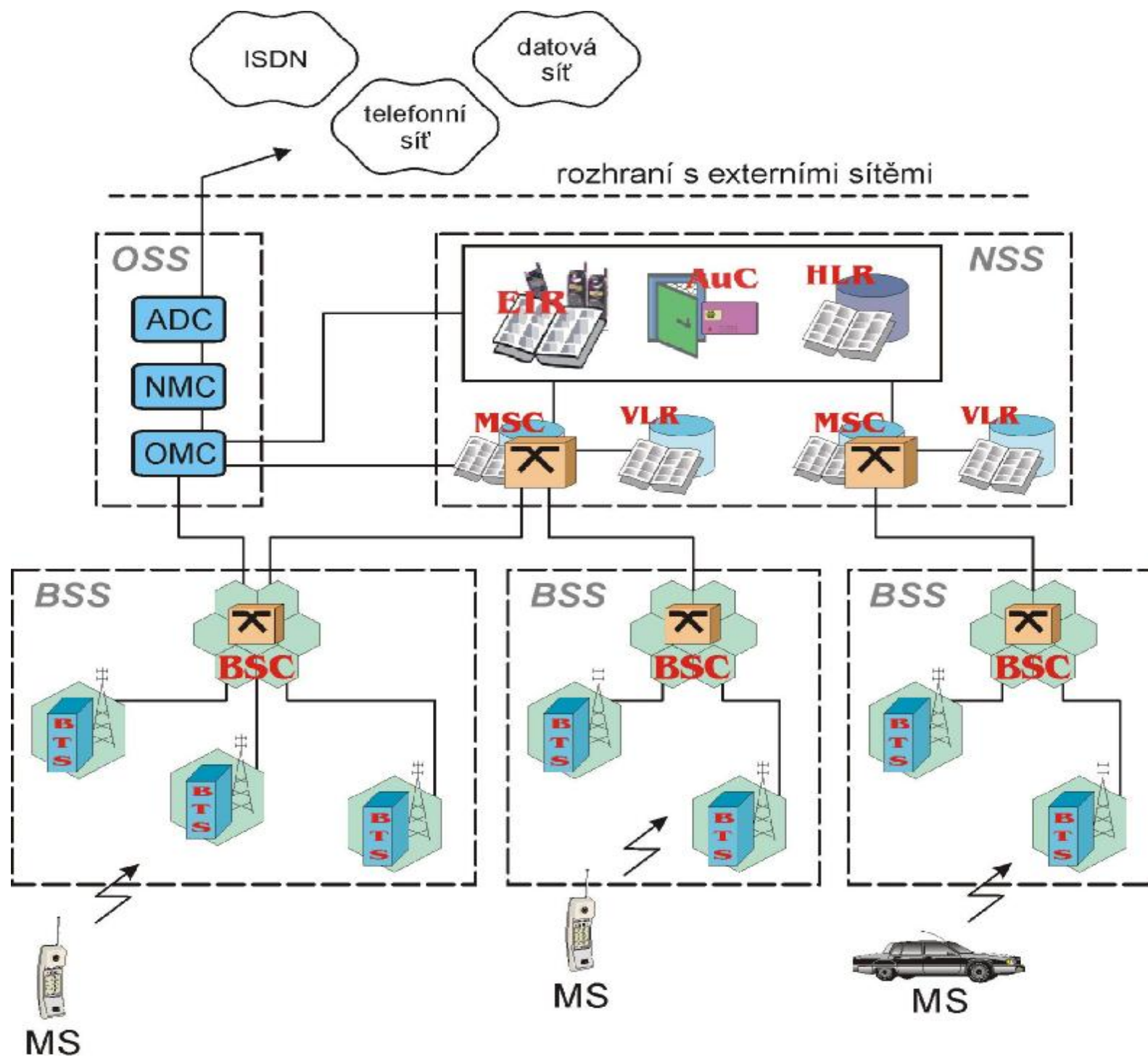
- **Roaming** Tato funkce umožňuje uživateli realizovat spojení do kterékoliv sítě GSM a využívat stejné uživatelské služby v celém světě¹. Vyžaduje to pouze dohodu o roamingu s jednotlivými operátory. Pomocí celosvětového roamingu je mobilní stanice kdekoliv dostupná pod stejným účastnickým číslem.
- **Handover**. V celulární síti nejsou rádiové a pevné hlasové kanály trvale přiřazeny po dobu spojení. Handover znamená přepínání aktuálního spojení do různých kanálů nebo buněk
- Možné varianty:
 - přenos a propojení mezi kanály (čas. intervaly) ve stejné buňce (intra-BTS handover)
 - mezi buňkami, které jsou řízeny stejnou BSC (inter-BTS handover)
 - mezi buňkami, které jsou řízeny různými BSC, ale náleží ke stejné MSC (inter-BSC handover)
 - mezi buňkami, řízenými různými MSC (inter-MSC handover).

Důležité pojmy

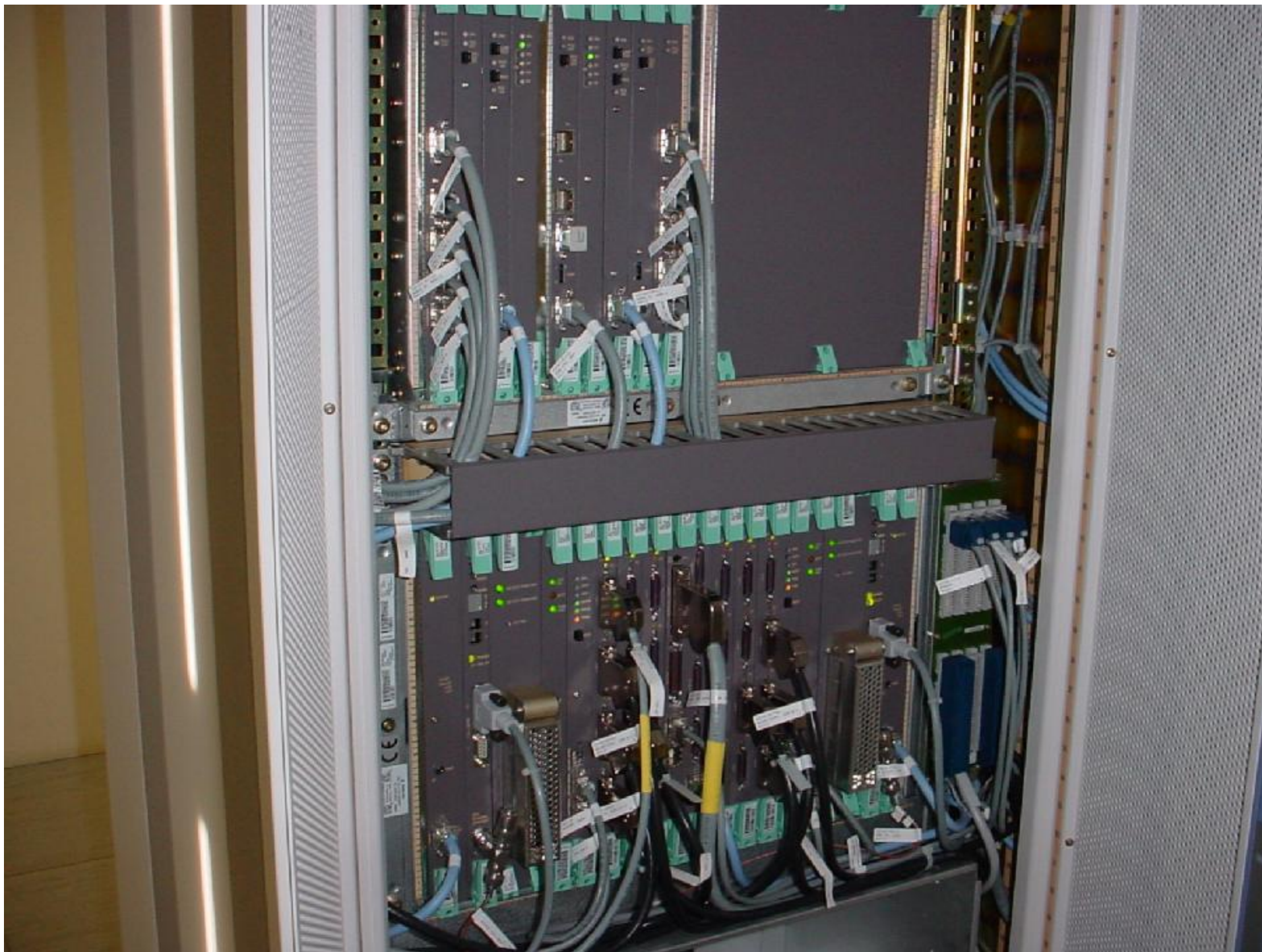
- První dva typy provádí pouze řídicí jednotka základnové stanice (BSC). Pro úsporu šířky pásma jsou tyto dva typy řízeny z BSC bez vlivu MSC, do které je provedení handover pouze oznamováno. Zbývající dva typy jsou prováděny příslušnou MSC. Důležitým aspektem GSM je to, že původní MSC (anchor MSC) zůstává odpovědná za většinu funkcí týkajících se spojení, s výjimkou následujících inter-BSC handoverů, které spadají do působnosti nové MSC (relay MSC).
- Handover může být iniciován buď z BSC nebo MSC (jako prostředek vyrovnání provozního zatížení). Během prázdných časových intervalů vyhodnocuje mobilní telefon vysílaný řídicí kanál až 16 sousedních buněk a na základě intenzity signálu vytvoří seznam šesti nejlepších kandidátů pro možný handover. Tato informace je postoupena BSC a MSC nejméně každou sekundu a je použita pro algoritmus handoveru.
- Rozhodnutí, zda provést handover je určeno následujícími parametry:
 - kvalita příjmu
 - úroveň příjmu.

Realizace GSM

- Stanovení struktury sítě a základní frekvenční plánování. Dohledové centrum.
- Realizace MSC
- Realizace BSC + BTS

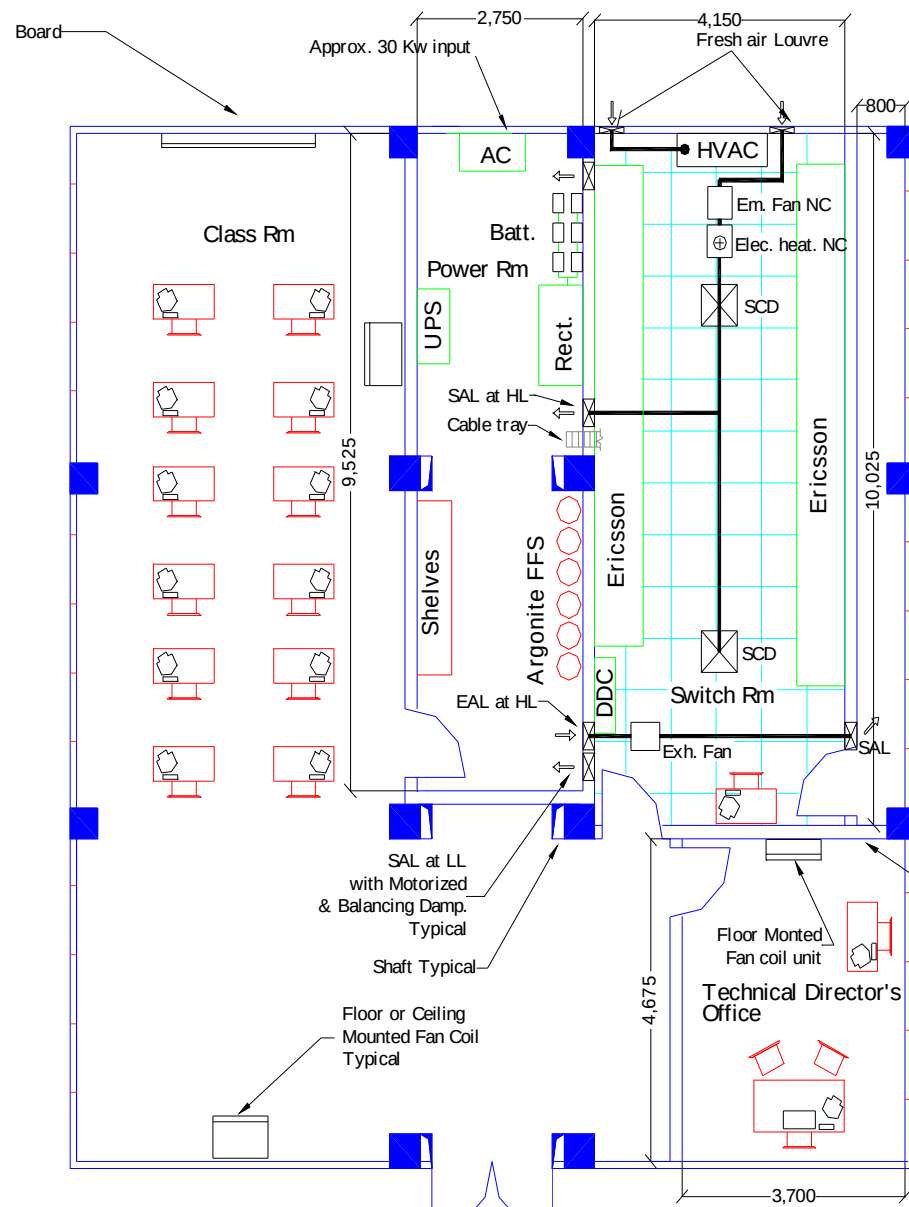




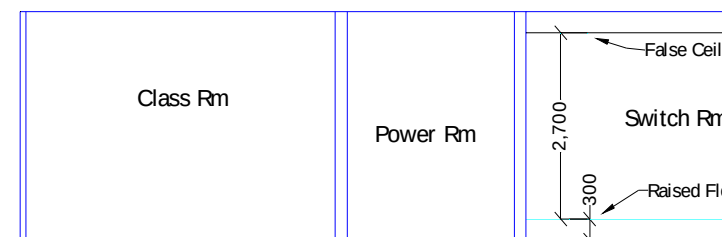


Research and Development Center





SECTION

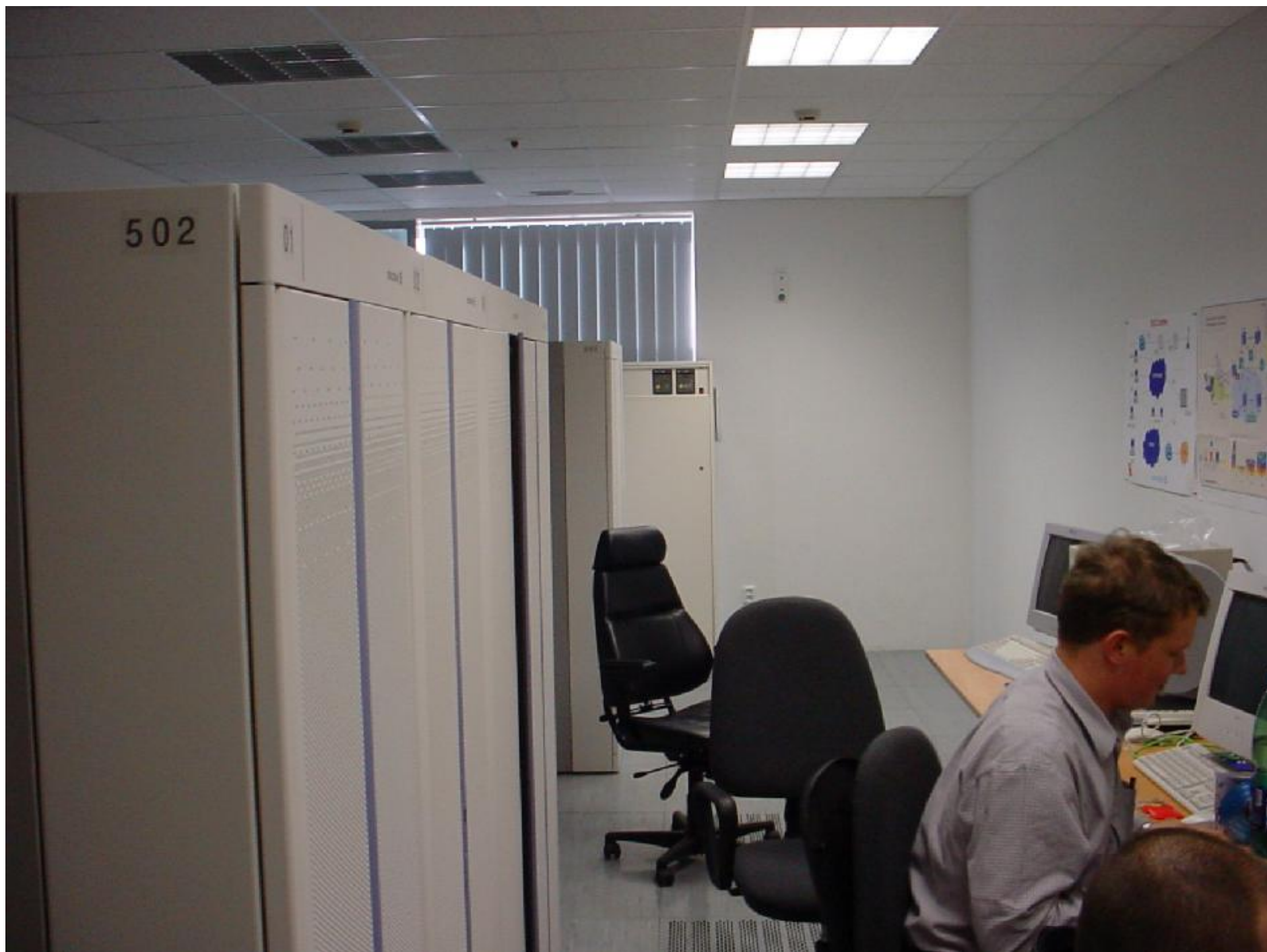


1 Hr Fire
Rated wall
Applicable for
Switch Rm
Only

Note:

Fresh Air to be slightly higher than Power Rm Air Requirement

Raised Floor and False ceiling only applicable in Switch room









Otázky ???

- Děkuji Vám za pozornost