



# Základy mobilních systémů a GSM

## Lekce 4

**GSM**

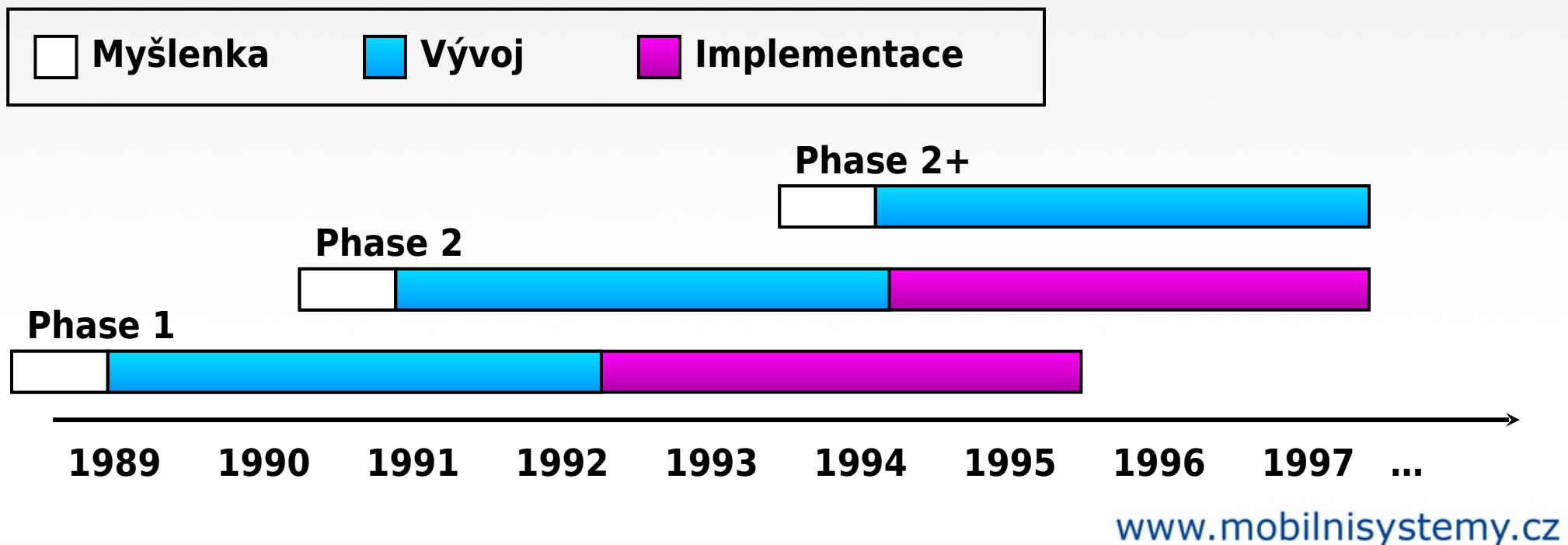
VOŠ a SPŠE Olomouc  
Ing. Jiří Burda  
[www.mobilnisystemy.cz](http://www.mobilnisystemy.cz)

- 1982 – CEPT zakládá skupinu **GSM (Groupe Spécial Mobile)** jejímž úkolem je navrhnout panevropský systém s následujícími kritérii:
  - kvalitní přenos lidské řeči
  - digitální ISDN kompatibilní síť
  - maximalizace kapacity sítě ve frekvenčním pásmu
  - mezinárodní kompatibilita a podpora roamingu
  - podpora moderních služeb (ISDN)
  - nízká cena mobilních stanic a služeb
  - možnost minimalizace mobilních přístrojů
  - minimalizace příkonu (napájení z baterií)
- 1986 – testy technologií digitálního vysílání v Paříži (TDMA a FDMA)
- 1987 – 12 zemí sepsalo memorandum o technologii GSM (MoU)

- 1988 – CEPT začal tvořit GSM specifikace, dalších 5 zemí MoU
- 1989 – iniciativu GSM od CEPTu přebírá ETSI
- 1990 – zamrazena Phase 1 GSM specifikací
- 1991 – uvolněn standard GSM 1800, doplněk umožňující snadné připojování zemí k MoU
- 1992 – uzavření Phase 1 specifikací, zavedeny první komerční sítě na základě Phase 1, první roamingová smlouva (GB – FI)
- 1993 – Austrálie jako první neevropská země podepsala MoU (již 70 členů) V GB první komerční síť GSM 1800
- 1994 – MoU má více než 100 signatářů ze 60 zemí, přes 3 mil. účastníků GSM
- 1995 – vyvinuty specifikace americké verze GSM 1900

# Vývoj GSM III

- 1991 – první mobilní (analogová) síť v ČR
- 1996 – první GSM síť v ČR
- 2000 – první GPRS služby v ČR
- 2000 – třetí operátor v ČR
- 2006 – přenositelnost čísel v mobilních sítích



# ETSI standardy GSM I

- ETSI dokumenty týkající se GSM jsou volně stažitelné z adresy
- nemožnost uzavření vývoje tak komplexních a vyvíjejících se specifikací, jaké vyžaduje síť GSM => rozdělení vývoje na fáze (**Phase**):
- Phase 1 (1992):
  - základní hlasové a faxové/datové služby
  - mezinárodní roaming
  - předávání a blokování hovorů
  - služba SMS
  - SIM karta a šifrování

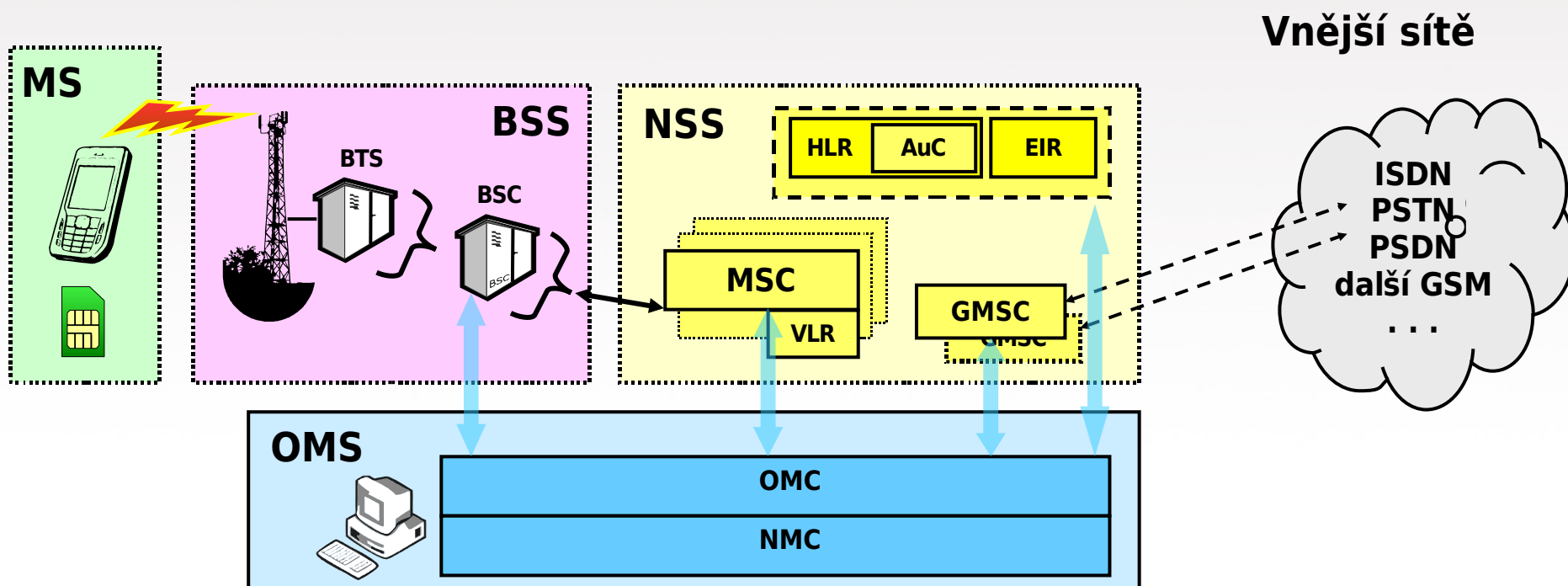
- Phase 2 (1994) – přidané specifikace:
  - identifikace volaného a volajícího
  - přidržení a zaparkování hovoru
  - konferenční hovory
  - uzavřené skupiny uživatelů
  - rozšířené možnosti datových služeb
- Phase 2+ – přidané specifikace:
  - vícenásobné číslo
  - více profilů služeb
  - privátní číslovací plány
  - propojitelnost s jinými standardy mobilních sítí

# Služby nabízené systémem

- hlavní služba GSM telefonie
  - neúnosnost přenosu ISDN-B kanálu (64kb/s) => speciální GSM kódování řečového signál
  - služba tísňového volání (obchází ověřování účastníka)
- velký výběr datových služeb
  - síť je digitální => není potřeba modem, ale modemy musí být na rozhraní mezi sítí GSM a starými analogovými pevnými sítěmi (POTS Plain Old Telephone Service)
  - datový přenos do 9600 b/s mezi mobilním účastníkem a ISDN, POTS, a různými datovými sítěmi jak s virtuálními okruhy, tak i virtuálními pakety např X.25 nebo X.32
  - faxová služba podle specifikací Group 3, služba zasílání krátkých textových zpráv SMS a další
- řada dalších služeb
  - jako předávání hovoru při nedostupnosti účastníka, zamezení odchozích nebo příchozích hovorů atd.
  - dokumenty GSM Phase 2 přináší výrazné rozšíření služeb (identifikace účastníka, konferenční hovory atd.)
  - Phase 2+ (zejména služby orientované na podnikání a obchod a kompatibilitu s dalšími datovými sítěmi)

# Architektura sítě

- **Mobile Station (MS)** - mobilní stanice
- **Base Station Subsystem (BSS)** - subsystém základnových stanic
- **Network and Switching Subsystem (NSS)** - síťový a spojovací subsystém
- **Operating and Maintenance Subsystem (OMS)** – subsystém řízení a údržby





- **MS (Mobile Station)** - mobilní stanice:
  - **MS (Mobile Station)**- vlastní telefon (terminál)
    - zabezpečuje trvalé radiové spojení se systémem BSS
    - zajišťuje komunikaci s účastníkem a zprostředkovává realizaci služeb
    - provádí kódování a dekódování vysílaných a přijímaných informací
  - **SIM (Subscriber Identity Module)** – účastnický identifikační modul
    - přináší nezávislost uživatele na konkrétním terminálu
    - zajišťuje autentifikaci a podílí se na šifrování

# Base Station Subsystem - BSS

- **BSS (Base Station Subsystem)** - subsystém základnových stanic:
  - **BTS (Base Transceiver Station)** – základnové stanice: anténní systémy a transceivery (TRX)
    - zabezpečují radiové spojení s MS, modulaci a demodulaci signálu, kódování a opravu chyb, měření signálu atd.
  - **BSC (Base Station Controller)** – řadiče základnových stanic - moduly řídící několik BTS:
    - zajišťují funkce spojené s mobilitou účastníka
    - handover, řízení výkonu stanic a time advance, frekvenční skákání atd.
    - řídí rozložení účastníků na jednotlivých fyzických radiových kanálech

# Network and Switching Subsystem - I

- **NSS (Network and Switching Subsystem)** - síťový a spínací subsystém je spojovací síť (ISDN)
  - **MSC (Mobile Switching Center)** – mobilní ústředna – běžná jako v pevných sítích:
    - hlavním prvkem je běžné **spojovací pole**
    - ve spolupráci s dalšími prvky (zejména s VLR a HLR) zajišťuje navíc funkce vyplývající z mobility účastníků
    - **GMSC (Gateway MSC)** - brány - zajišťují spojení s vnějšími telekomunikačními a datovými sítěmi
    - **VLR (Visitor Location Register)** je databáze mobilních „návštěvníků“, kteří se v daném momentě nachází v oblasti působnosti daného MSC. Tyto databáze se u jednotlivých MSC neustále aktualizují tak, jak účastníci přecházejí mezi jejich oblastmi působnosti. Obsahuje i roamingové účastníky, pokud se v oblasti vyskytují.

# Network and Switching Subsystem - II

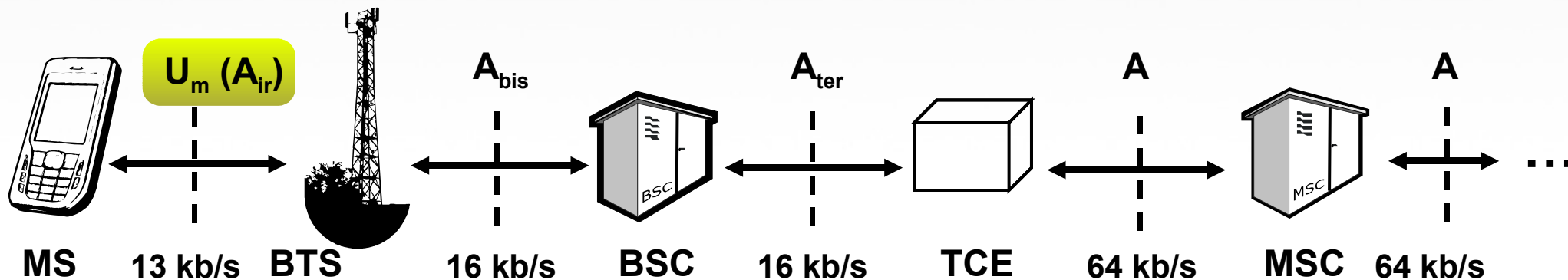
- **HLR (Home Location Register)** – domovský registr - centrální databáze účastníků operátora, obsahuje:
  - **IMSI (International Mobile Subscriber Identity)**
  - **MSISDN (Mobile Station ISDN Number)** - telefonní číslo účastníka
  - adresu VLR, na které se právě účastník nachází
  - další pomocné údaje o účastníkovi (předplacené služby atd.)
  - **AuC (Authentication Center)** - autentifikační centrum, které s použitím klíče ověřuje účastníka proti klíči v jeho SIM kartě
- **EIR (Equipment Identity Center)** – centrum identity terminálů - databáze všech terminálů
- umožňuje např. blokování telefonu po jeho zcizení

# Operating and Maintenance Subsystem

- **OMS (Operating and Maintenance Subsystem)** – subsystém provozu a dohledu - centrální počítačový systém, který komunikuje s většinou prvků sítě GSM, a umožňuje operátorovi jejich centrální správu a dohled nad jejich funkcí:
  - **OMC (Operating and Maintenance Center)**
    - okamžité řízení a údržba sítě spíše regionálního charakteru
  - **NMC (Network Management Center)**
    - dlouhodobější řízení a plánování sítě jako celku např. sledování zatížení a plánování rozšiřování kapacit
    - rozhodnutí NMC se předávají OMC k vlastním realizaci
    - velké sítě mohou mít více OMC řízených jediným NMC
    - u malých sítí mohou být naopak funkce OMC a NMC spojeny v jediném centru

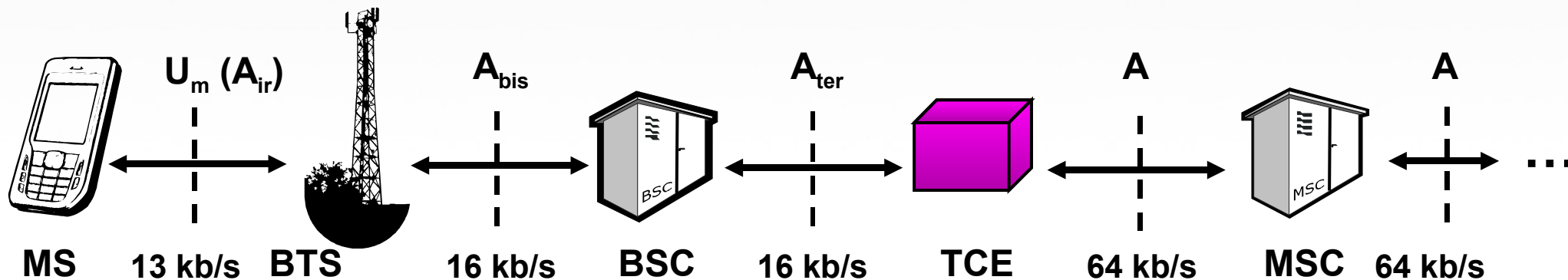
# Rozhraní v síti GSM I

- Jednotlivé části sítě GSM mají svoje specifické a nezastupitelné úlohy a vzájemně jsou **propojeny standardizovanými rozhraními**, která jsou navržena tak, aby mohla využívat k přenosu standardní kanály PCM (mimo zcela specifického radiového rozhraní mezi MS a BTS - Um).
- Systémy MSC, GMSC, VLR, HLR, EIR, SMSC a další spolu navíc komunikují pomocí standardní signalizace SS7.



# Rozhraní v síti GSM II

- Mezi MSC a BSC je vřazen **TCE (Trans Coding Equipment)** - transkodér:
  - Sdružuje čtyři GSM kanály do jednoho PCM kanálu ( $4 \times 16 = 64$ ), aby se šetřilo přenosovou kapacitou (signály k BSC a BTS se zpravidla přenášejí radioreléovými spoji).
  - Převádí signalizaci SS7 do formy vhodnější pro následný radiový přenos.



# Číslování v síti GSM I

- síť GSM používá několik druhů číslování
  - **IMSI (International Mobile Subscriber Identity)** - unikátní číslo označující jednoznačně účastníka, je užíváno jen sítí GSM interně a obsahuje:
    - **MCC (Mobile Country Code)** - číslo země (3 číslice):
      - ČR: 230, Německo: 262, Polsko: 260, Slovensko: 231
    - **MNC (Mobile Network Code)** - číslo sítě (2 číslice):
      - Eurotel: 01, T-mobile: 02, Vodafone: 03
    - **MSIN (Mobile Subscriber Identification Number)** (do 10 číslic)
  - **TMSI (Temporary Mobile Station Identity)** - dočasně přidělované kratší číslo pro komunikaci mezi MS a BSS, platné jen pro danou LAI
    - toto číslo se dočasně ukládá do SIM karty a VLR

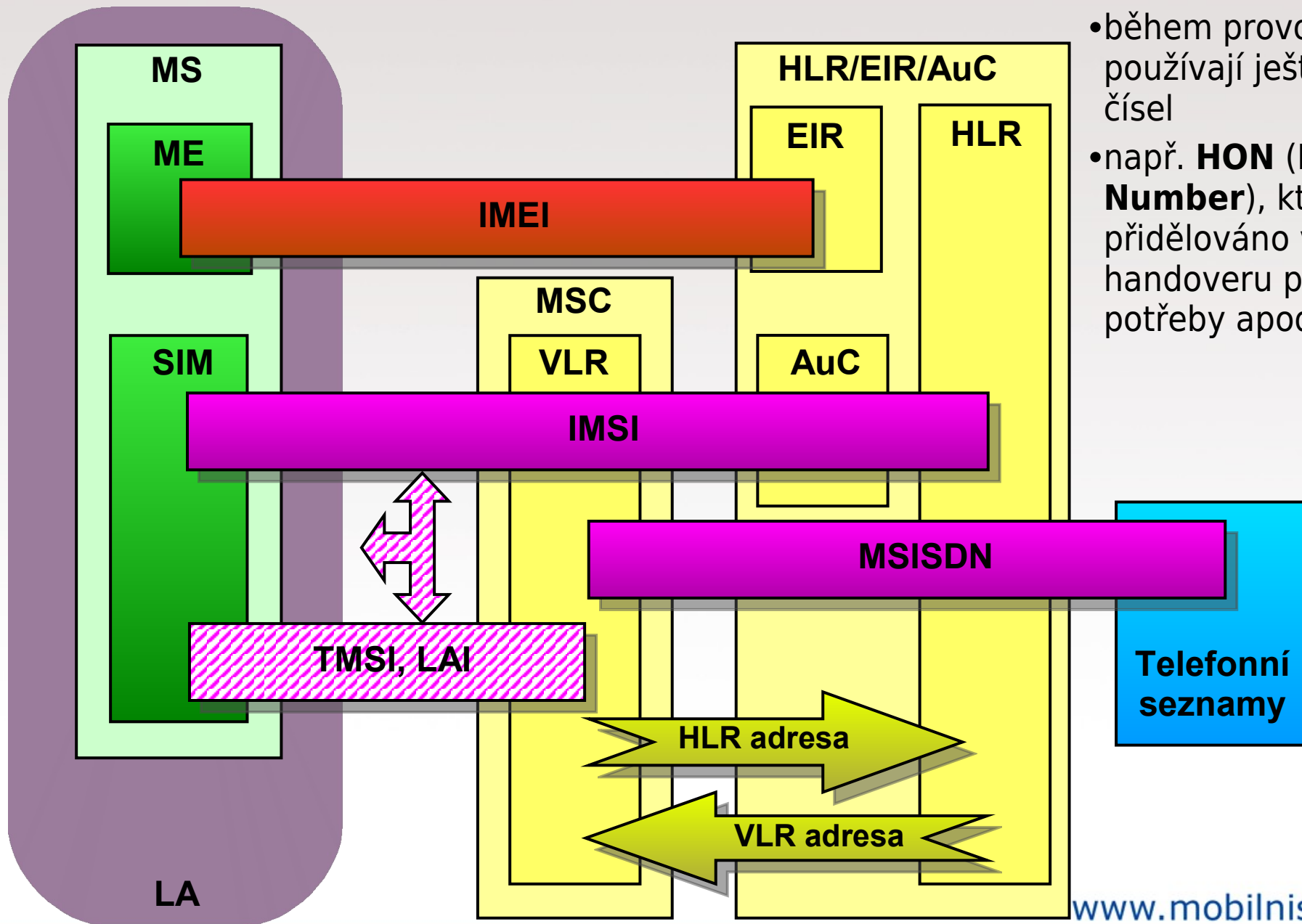


# Číslování v síti GSM II

- **MSISDN (Mobile Station ISDN Number)** - telefonní číslo, kterým je účastník identifikován navenek
  - toto číslo vytáčíme, pokud se chceme s účastníkem spojit
  - přenositelnost čísla – ztrácí smysl prefixy:
  - Eurotel: 72 (601,2,6,7), T-mobile: 73 (603,4,5), Vodafone: 77 (608)
- **IMEI (International Mobile Equipment Identity)** - patnáctimístné číslo jednoznačně identifikující terminál (obsahuje číslo typu i sériové číslo telefonu)
  - je vypáleno v terminálu a uloženo v registru EIR
  - lze pomocí něj například zablokovat ukradený telefon

Pozn.: Výše uvedená čísla jsou jen výběrem těch nejdůležitějších.

# Umístění nejdůležitějších čísel v síti



- během provozu sítě se používají ještě další typy čísel
- např. **HON (HandOver Number)**, které je přidělováno v okamžiku handoveru pro jeho potřeby apod.

# Topologie sítě na daném území

- **PLMN (Public Land Mobile Network)** - oblast obsluhovaná jedním operátorem
  - teoreticky má jedinou sadu HLR
  - prakticky jich mívá z důvodů zálohování více
- **MSC/VLR** - oblasti obsluhované jednou MSC
- **LA (Location Area)** – oblasti s identifikací LAI (LA Identity)
  - LA jsou malé skupiny buněk obsluhované stejnou MSC
  - LAI hraje důležitou roli v provozu sítě
- **CGI (Cell Global Identity)** – identifikace buňky

