

# Mobilní a satelitní systémy

Robert Bešťák

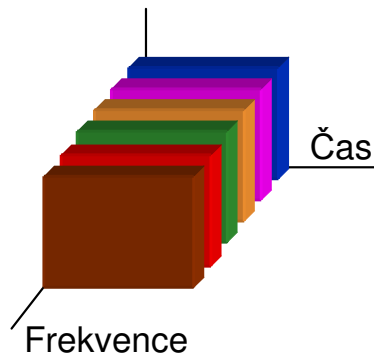


# Metody vícenásobného přístupu

Umožňují současnou komunikaci několika účastníků ve stejné oblasti.

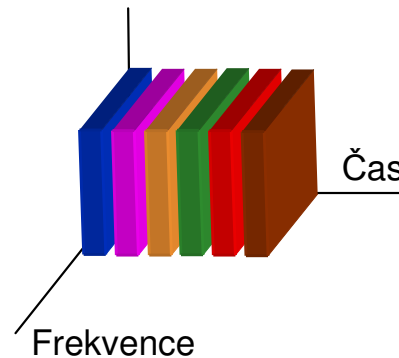
**FDMA** (Frequency Division Multiple Access)

1 účastník = 1 frekvence



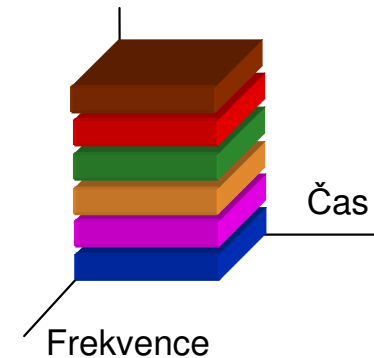
**TDMA** (Time Division Multiple Access)

1 účastník = 1 časový interval



**CDMA** (Code Division Multiple Access)

1 účastník = 1 kód



# Rádiové telefonní systémy

- Bezšňůrové telefonní systémy
- Mobilní telefonní systémy
  - Pozemní
  - Satelitní (družicové)

# Bezšňůrové telefonní systémy (1/3)

## ...CT0-CT2

- **CT0** (Cordless Telephone)
  - Analogový systém
  - 1985 (Anglie)
  - Nevýhoda: velké rozměry, snadný odposlech
- **CT1**
  - Analogový systém
  - **CT1+**
    - Dynamického přidělování kanálů
- **CT 2**
  - Digitální systém
  - 1989 (Anglie)
  - Dočasný evropský standard

### Nevýhoda

Vzájemná nekompatibilita ⇒ specifikován jednotný evropský standart **DECT**

# Bezšňůrové telefonní systémy (2/3)

## ...DECT

- DECT (Digital European/Enhanced Cordless Telephone)
  - 1992
  - Evropský standart (ETSI)
  - Hlasová + datová komunikace
  - Spolupráce s ostatními druhý sítí (ISDN, GSM, atd.)
  - Zabezpečení proti odposlechu a rušení
  - Kvalita hlasových služeb na úrovni pevné telefonní sítě
  - Přenos dat ~ stovky kbit/s



# Bezšňůrové telefonní systémy (3/3)

## ...přehled

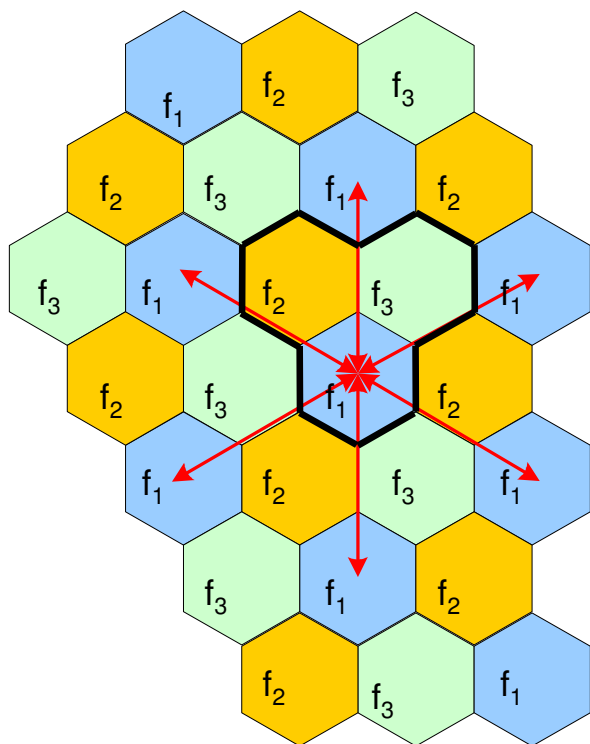
System	Vlastnosti	Kmitočtové pásmo	Počet kanálů
CT0	Analogový	(50 MHz)	10-25
CT1 CT1+	Analogový	900 MHz	80
CT2	Digitální	900 MHz	40
DECT	Digitální	1900 MHz	120

- Cíle
  - Náhrada (klasické) kabelové účastnické přípojky
  - Mobilita ve vymezeném prostoru
  - Možnost vytvoření soukromých mobilních sítí omezeného rozsahu

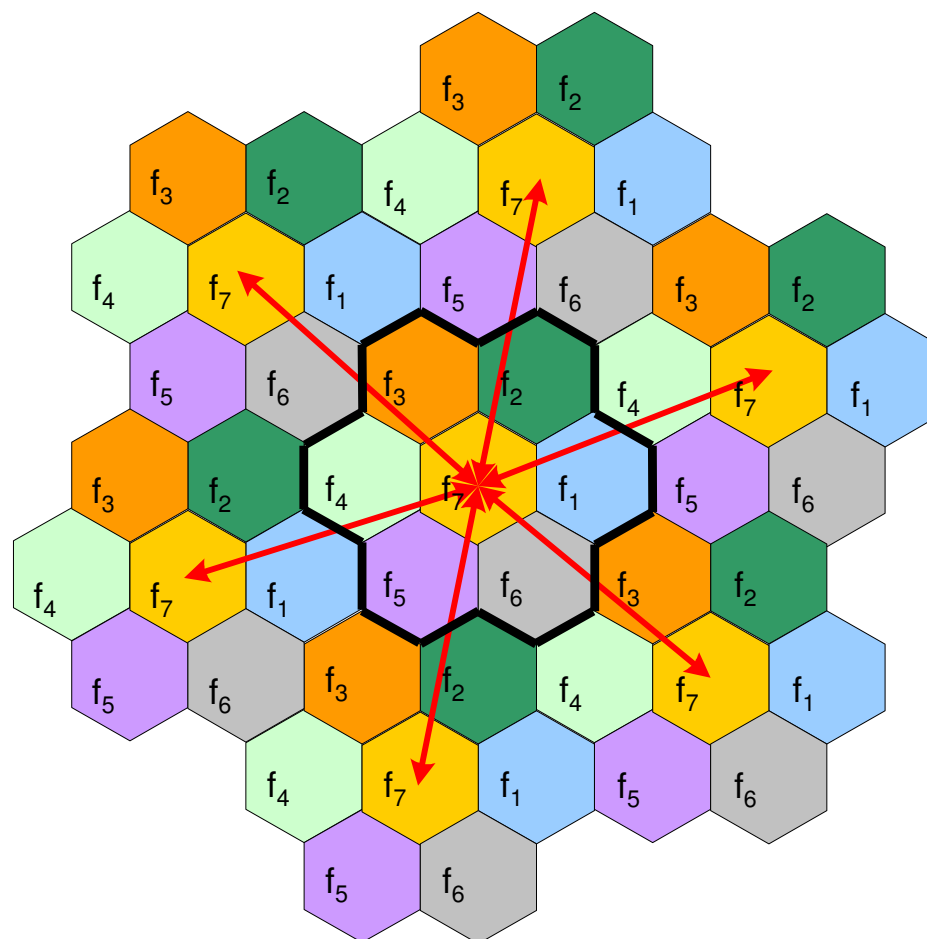
# Mobilní telefonní systémy

- Rozdělení (pokrývaného) území na buňky
    - Velikost buňky: 300 m ÷ 35 km
      - Města – malé buňky ( ≈ stovky metrů)
      - Krajina – velké buňky ( ≈ kilometry)
      - Malá buňka → nízký vysílací výkon & malý dosah
- ⇒ Možnost několikanásobného použití stejných frekvencí na pokrývaném území

# Svazky buněk (clusters)



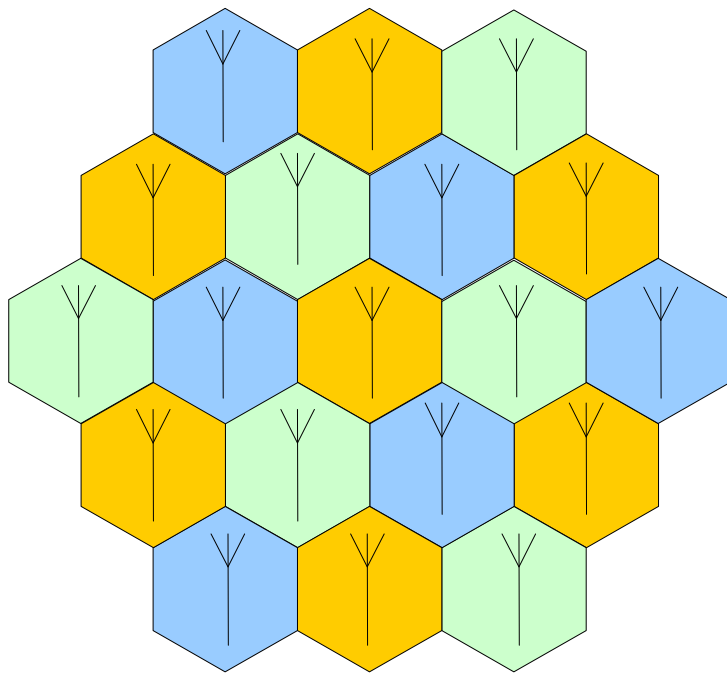
**3-buňkový svazek**



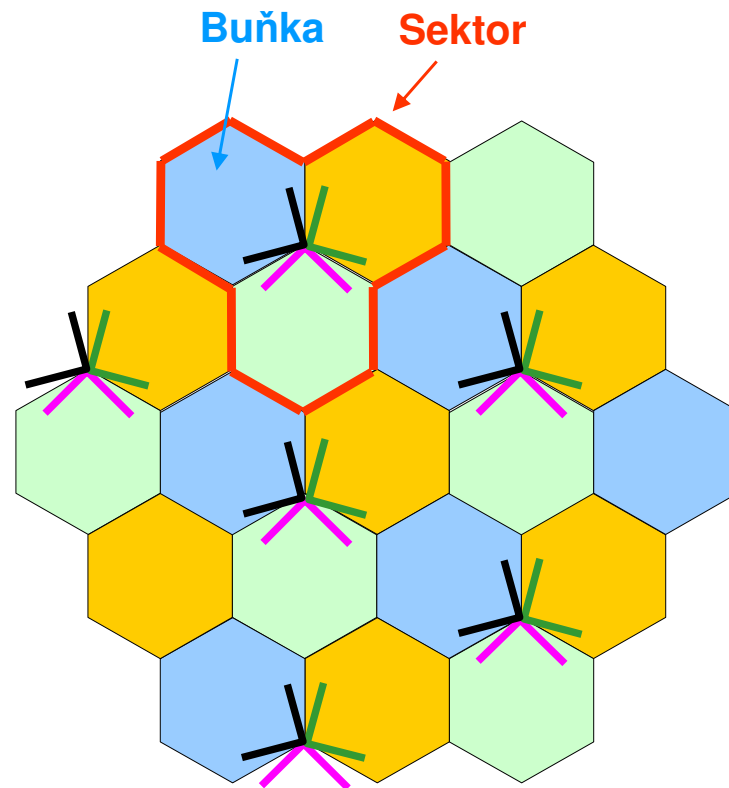
**7-buňkový svazek**



# Sektorizace



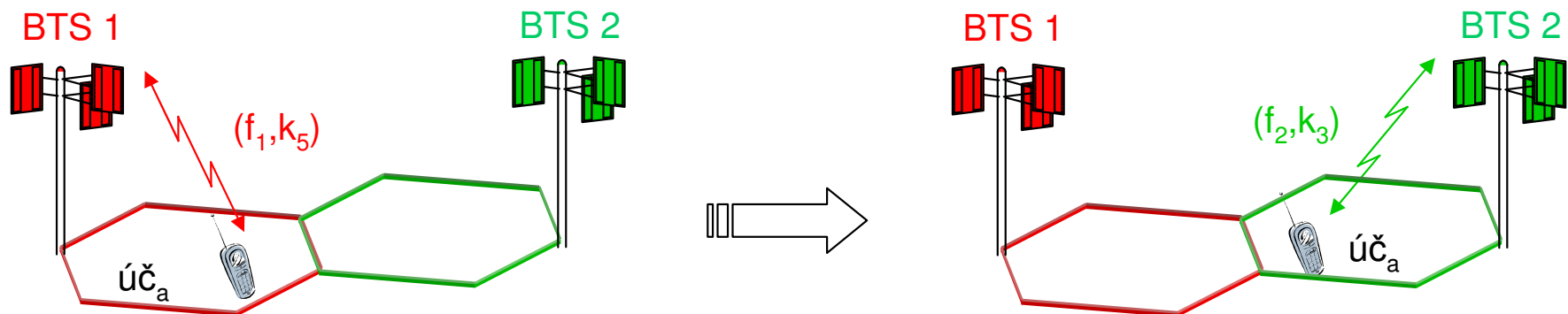
Bez sektorizace



Sektorizace

# Handover

- V buňkové struktuře je nutné zajistit předávání pohybujících se účastníků mezi základnovými stanicemi  $\Rightarrow$  Handover (Handoff)



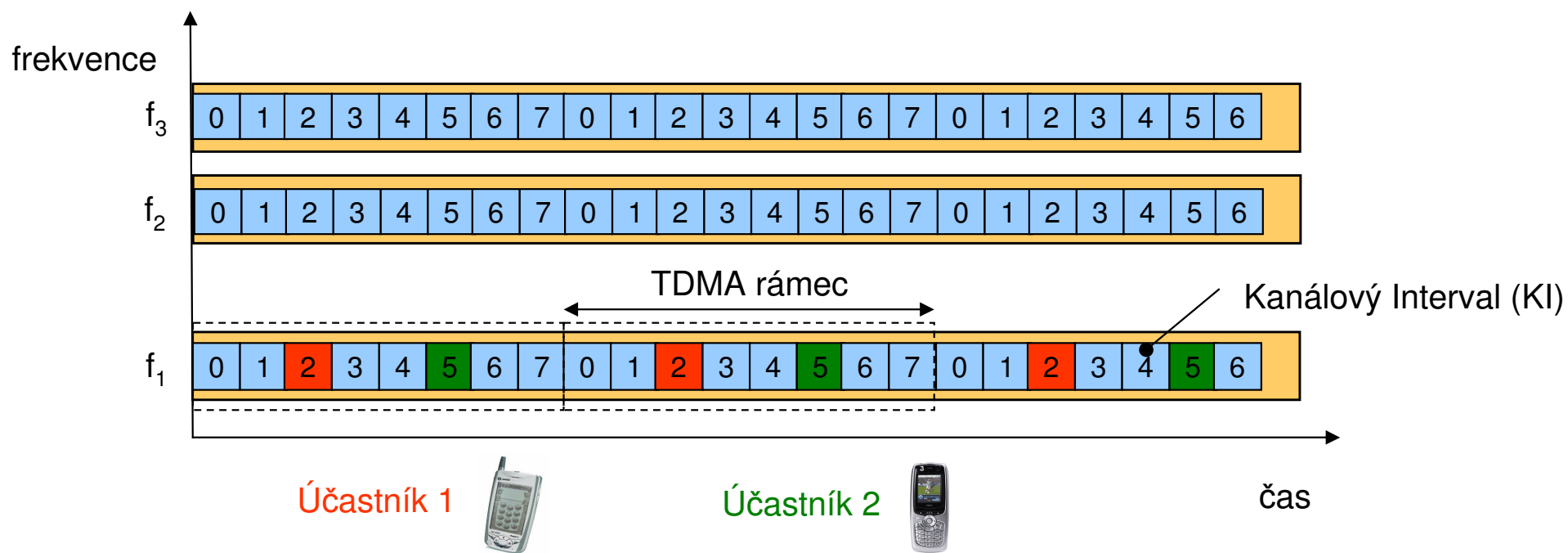
# Generace mobilních systémů

Generace	Název	Vlastnosti
<b>1</b> (1980 - 1995)	NMT (Nordic Mobile Telephone); 450 MHz, 900 MHz AMPS (Advance Mobile Telephone System); USA TACS (Total Access Communication System); UK, I, SP, Radiocom 2000; FR	Analogové systémy Národní systémy  Hovor
<b>2</b> (1992 - 2000)	GSM (Global System for Mobile communications) - GSM 900 - GSM 1800 (DCS, Digital Communication System) DAMPS (Digital AMPS, označován také jako IS136) PCS 1900 (Personal Communication System), vychází z DCS ...GSM varianta pro USA IS95 (Interim Standard) založen na CDMA - IS95a,b označován také jako cdmaOne PDC (Personal Digital Communication)	Digitální systémy  Hovor + data
<b>2,5</b> (1999 - 2010)	GPRS/ (General Packet Radio Service) EGPRS/EDGE (Enhanced GPRS/Enhanced Data rates for Global Evolution)	Hovor + data
<b>3</b> (2004 - 20?)	cdma2000 - cdma2000 1xEV-DO (cdma2000 Evolution-Data Only/Optimizaci) - cdma2000 1xEV-DV (cdma2000 Evolution-Data/Voice) UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)	Multimedia

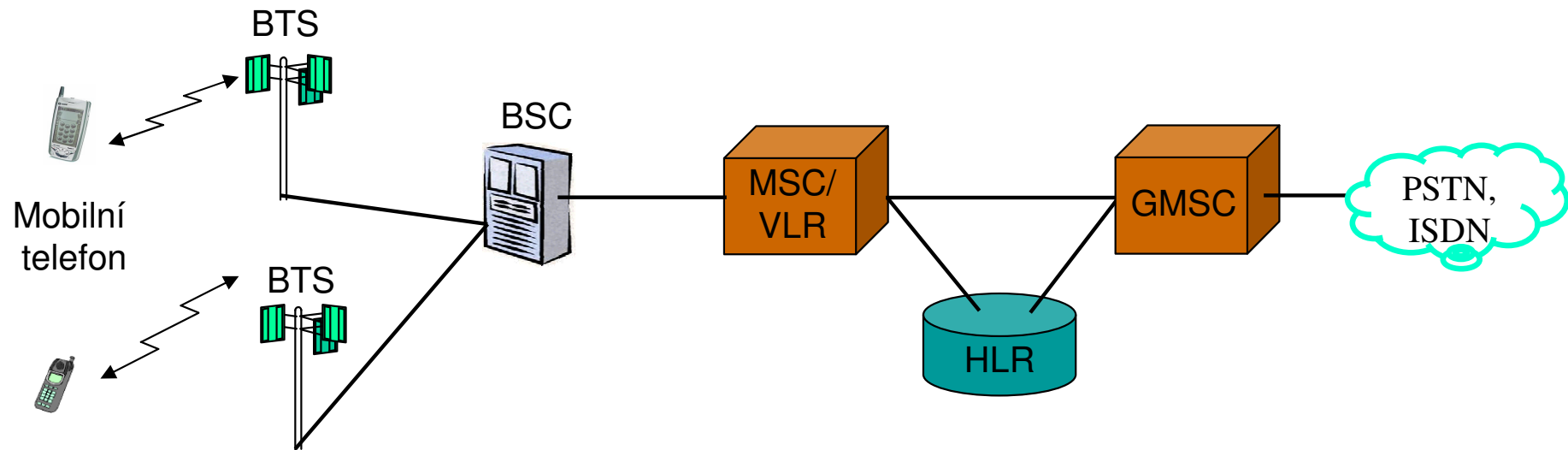
# GSM (1/3)

- Global System for Mobile communication
  - GSM 900 MHz (GSM 900)
  - GSM 1800 MHz (GSM 1800, DCS)
- Rádiové rozhraní
  - FDMA/TDMA
  - Frekvenční šířka kanálu 200 kHz
  - TDMA rámeček = 8 kanál. intervalů (= 4,6 ms)
  - 1 účastník → 1 kanálový interval
- Služby
  - Hovor
  - Data (14,4 kbit/s)
  - ⇒ Tarifkace dle času

# GSM (2/3)



# GSM (3/3)



BTS: Base Transceiver Station  
BSC: Base Station Controller  
MSC: Mobile Switching Centre

VLR: Visitor Location Register  
HLR: Home Location Register  
GMSC: Gateway MSC

PSTN: Public Switched Telephone Network

# HSCSD

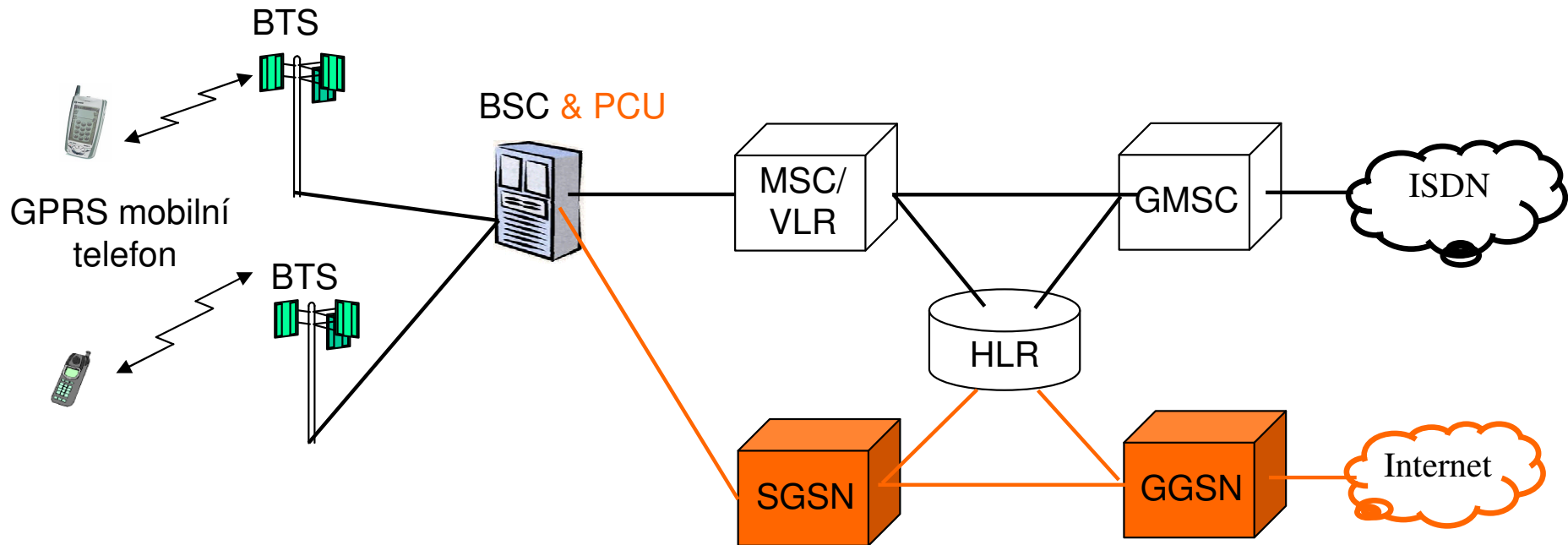
- High Speed Circuit Switched Data
  - Release 96 (GSM Phase2+)
- **Nové vlastnosti**
  - 1 účastník → 1 ÷ 4 kanálové intervaly  
(4 x 14,4 kbit/s = 57,6 kbit/s)
  - *Tarifikace dle času zůstává*
  - *Není moc efektivní pro mobilní Internet*

# GPRS (1/3)

- General Packet Radio Service
    - Release 97
  - Nové vlastnosti
    - Přepojování paketů
    - 4 kódová schémata (CS1 – CS4, Coding Schema)
    - Nové / modifikované protokoly na rádiu
    - 1 účastník → 1 ÷ 4 kanálové intervaly
- ⇒
- GPRS mobilní telefon
  - Tarifkace dle objemu přenesených dat
  - Různé rychlosti (dle použitého CS)
    - 9,05 kbits (CS1) ÷ 21,4 kbit/s (CS4)



# GPRS (2/3)

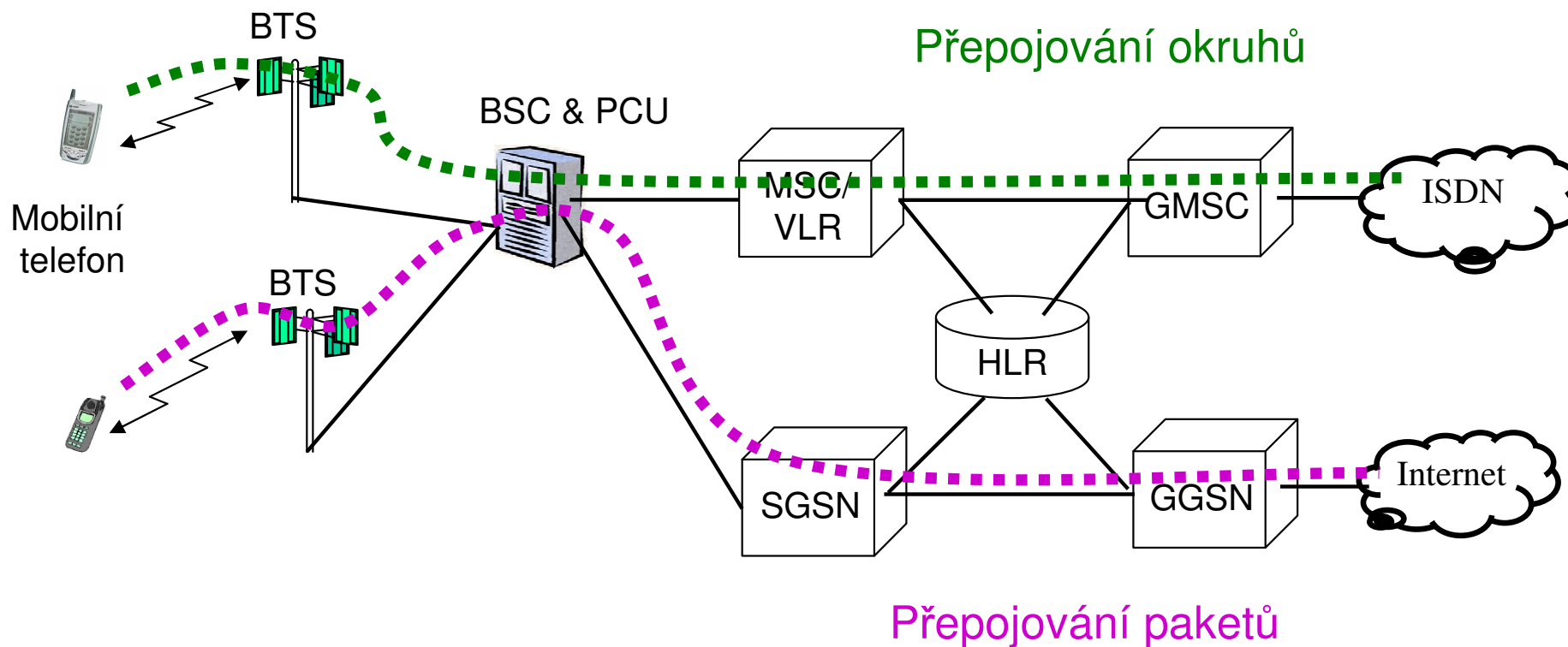


BTS: Base Transceiver Station  
BSC: Base Station Controller  
MSC: Mobile Switching Centre

VLR: Visitor Location Register  
HLR: Home Location Register  
GMSC: Gateway MSC

PCU: Packet Control Unit  
SGSN: Serving GPRS Support Node  
GGSN: Gateway GPRS Support Node

# GPRS (3/3)



# EDGE

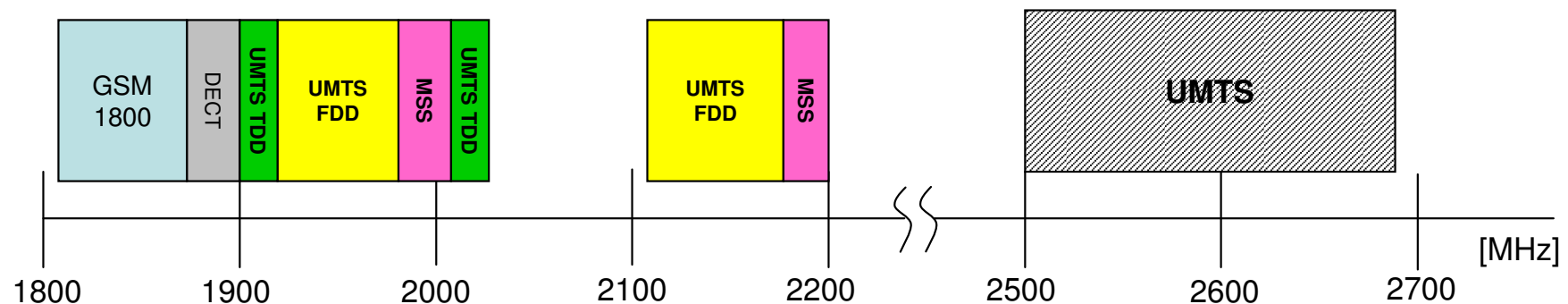
- Enhanced Data rate for GSM Evolution
    - Release 99
    - 2,5 Generace mobilní systémů
  - **Nové vlastnosti**
    - Více stavová modulace (8 PSK) + 9 kódových schémat
    - Nové / modifikované protokoly na rádiu (...RLC, MAC)
- ⇒
- EDGE mobilní telefon

# Vlastnosti systémů 2G - 2,5G

	GSM	HSCSD	GPRS	EDGE (ECSD, EGPRS)
Přepojování	Okruhů	Okruhů	Okruhů Paketů	Okruhů Paketů
Max rychlost / 1 KI	14,4 kbit/s	14,4 kbit/s	21,4 kbit/s	59,2 kbit/s
Tarifikace přenosu dat	dle času	dle času	dle objemu	dle objemu <sub>EGPRS</sub> dle času <sub>ECSD</sub>
Počet KI / účast.	1	1 či více	1 či více	1 či více
Kódová schémata	1	1	4	9
Modulace	GMSK	GMSK	GMSK	GMSK 8 PSK

# UMTS (1/3)

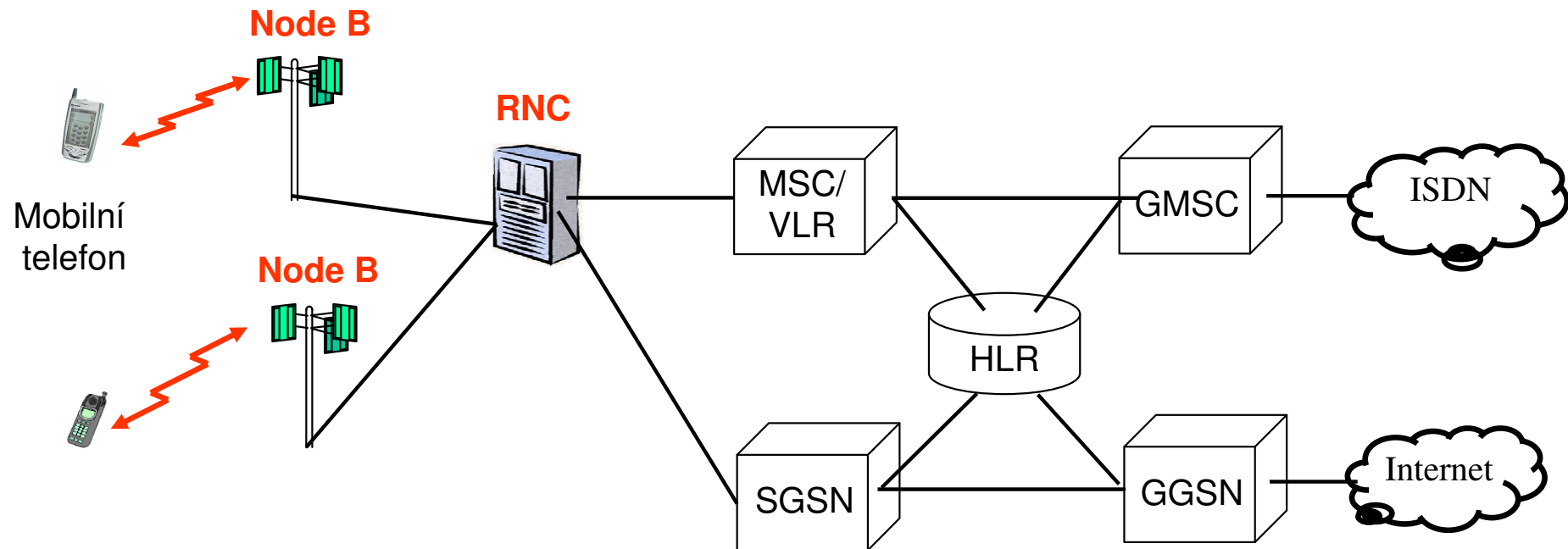
- Universal Mobile Telecommunication System
  - WCDMA (Wideband Code Divison Multiple Access)
  - Kmitočtové pásmo 2 GHz
- Rádiové rozhraní
  - CDMA
  - Frekvenční šířka kanálu 5 MHz
  - 1 účastník → 1 kód



# UMTS (2/3)

- Rychlosti
  - 144 kbit/s (venkovské prostředí)
  - 384 kbit/s (městské prostředí)
  - 2 Mbit/s (budovy)
  - 14 Mbit/s (HSDPA, High Speed Downlink Packet Access)
- Služby
  - Multimedia (hovor, audio, video, data)
  - Několik služeb současně (např. hovor, e-mail)

# UMTS (3/3)



RNC: Radio Network Controller

# Standardizace 3G systémů

- 3GPP
  - Vznik 1998
  - ETSI(Evropa), ARIB(Jap.), TTA(Korea), ATIS(USA), CWTS(Čína), atd.
  - Specifikace UMTS
  - Specifikace GSM/GPRS/EDGE (2000)
  - [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org)
  - Release 99 ...Release 7
  
- 3GPP2
  - Specifikace cdma2000
  - [www.3gpp2.org](http://www.3gpp2.org)
  
- ITU
  - 3G systémy jsou nazývány IMT-2000 (International Mobile Telephony)





# Třídy služeb

Třída služeb	<b>Konverzační (Conversational)</b>	<b>Kontinuální (Streaming)</b>	<b>Interaktivní (Interactive)</b>	<b>Na pozadí (Background)</b>
Zpoždění	<< 1 s	~ 1s	< 10 s	> 10 s
Tolerance k chybám	Ano	Ano	Ne	Ne
Přepojování	Okruhů	Okruhů Paketů	Paketů	Paketů
Příklad služeb	Hovor, Videotelefon	Streaming	Web browsing	Email, SMS, MMS

# Služby

- Různé úhly pohledu
  - mobilita, dostupnost, personalizace, všudypřítomnost, atd.
- Kategorie
  - Osobní
    - zábava, hry, sázky
    - eBanking, nákupy
    - loga, vyzvánění, melodie
  - Firemní
    - sběr a přenos dat
    - videokonference
    - LBS služby, reklama
  - Státní (armáda atd.)
- LBS (Location Base Service)
  - zdravotní asistence
  - doprava, navigace, mýtné
  - nejbližší ...bankomat, restaurace



MMS



Video messaging



Push-to-talk

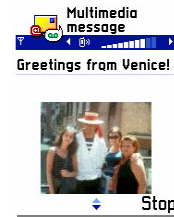


Foto a audio messaging



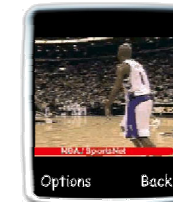
Aplikace



Interaktivní aplikace



Nákupy



TV



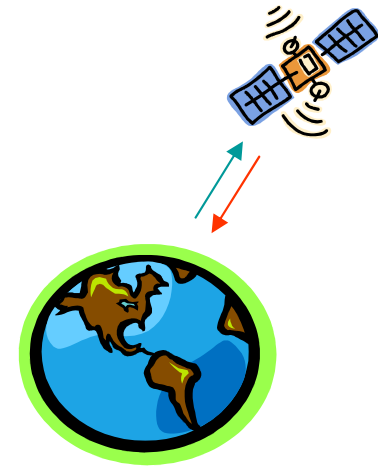
Sběr a přenos průmyslových dat



Firemní messaging

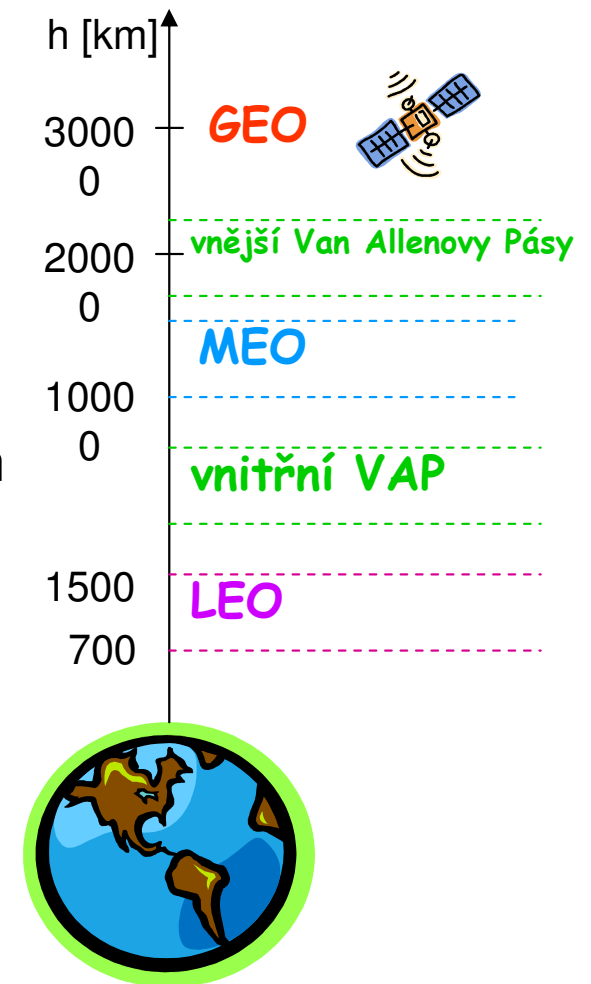
# Satelitní systémy

- Alternativa k pozemským systémům
- Spojení
  - Zem – družice – Zem
  - Zem – družice – družice - Zem
- Výhoda
  - Velké překlenuté vzdálenosti
- Nevýhoda
  - Velké časové zpoždění signálu



# Telekomunikační družice

- GEO (Geostationary Earth Orbit)
  - geostacionární družice
  - oběžná dráha: 36000 km nad zem. povrchem
  - oběžná doba: doba Zemské rotace
- MEO (Medium Earth Orbit)
  - družice se střední kruhovou drahou
  - oběžná dráha: cca 10000 km nad zem. povrchem
  - oběžná doba: cca 5 hodin
- LEO (Low Earth Orbit)
  - družice s nízkou kruhovou drahou
  - oběžná dráha: 700÷1500 km nad zem. povrchem
  - oběžná doba: 80÷130 minut



# Příklad satelitních systémů

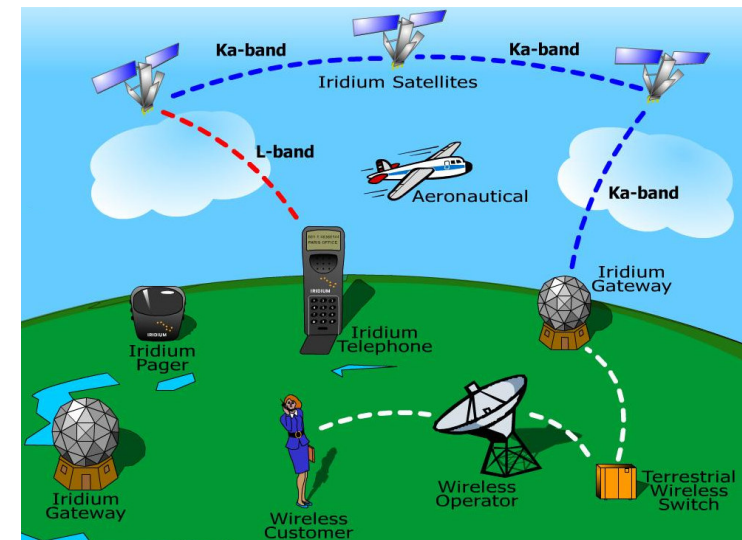
Název	Soustava	Počet družic	Realizace
Inmarsat	GEO	4	1982
Iridium	LEO	66	1998
Globalstar	LEO	48	1999
Cyberstar	GEO	3	1999
Odyssey	MEO	12	2001
Spaceway	GEO	8	2000

# Inmarsat

- Vznik
  - 1979
- Využití
  - Počátek - námořní doprava
  - Současnost – námořní, letecká doprava, veřejná telefonní síť
- Služby
  - (Celosvětově) telefonní a datové služby
- Počet družic
  - 4 (+7 záložní)
- Charakteristika
  - 36000 km (GEO)

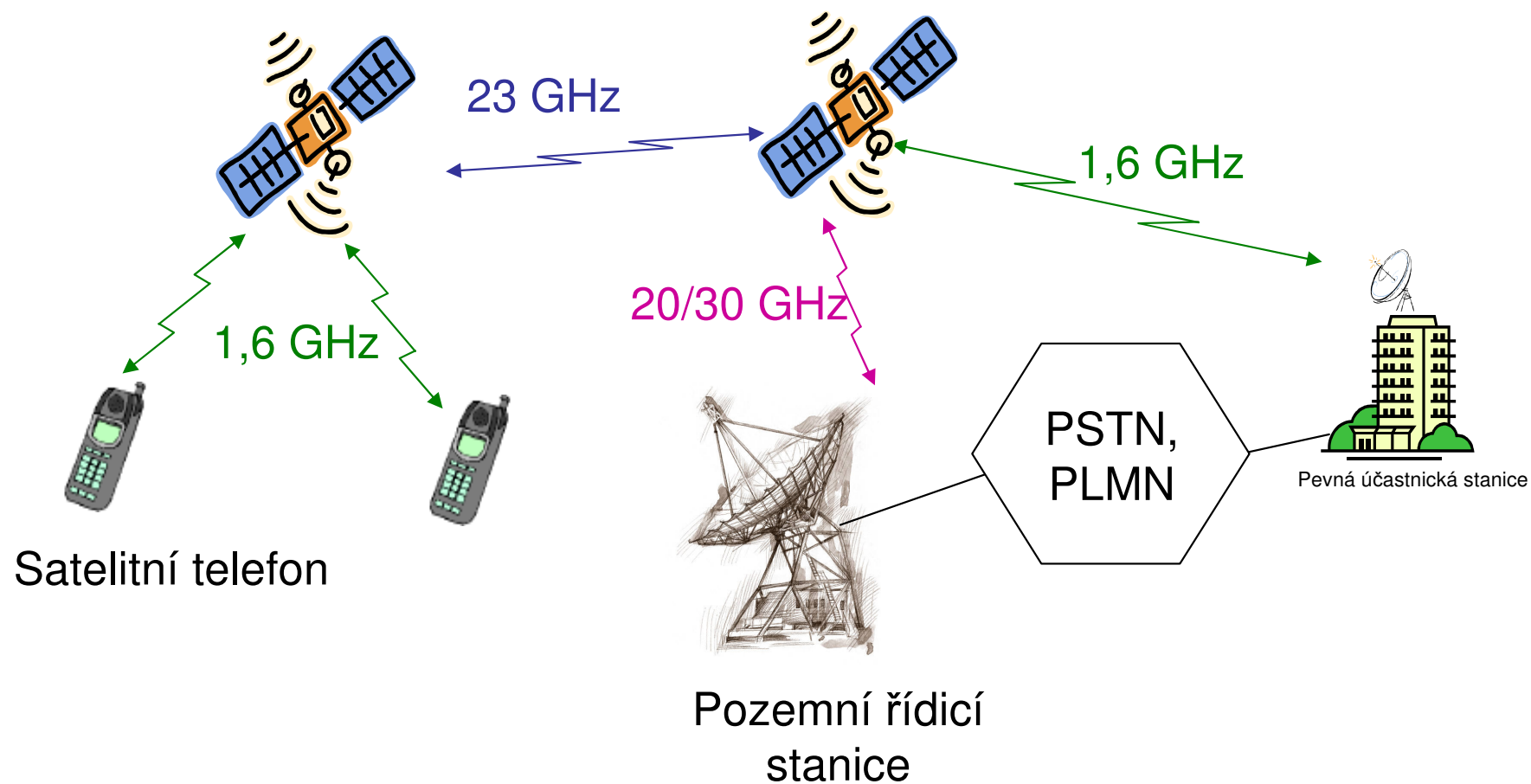
# Iridium (1/2)

- Vznik
  - 1991 (Motorola) ... myšlenka 1987
- Služby
  - (Celosvětově) telefonní a datové služby
- Počet družic
  - Původní návrh: 77 ... Iridium
  - Realizace: 66 (+6 záložní) ...Dysprosium
- Charakteristika
  - 6 oběžných rovin (11 družic/rovina)
  - 780 km (LEO)
  - 101 minut
  - Komunikace mezi družicemi
    - Zem – Družice – Družice -Zem



[http://www.iridium.com/corp/iri\\_corp-understand.asp](http://www.iridium.com/corp/iri_corp-understand.asp)

# Iridium (2/2)



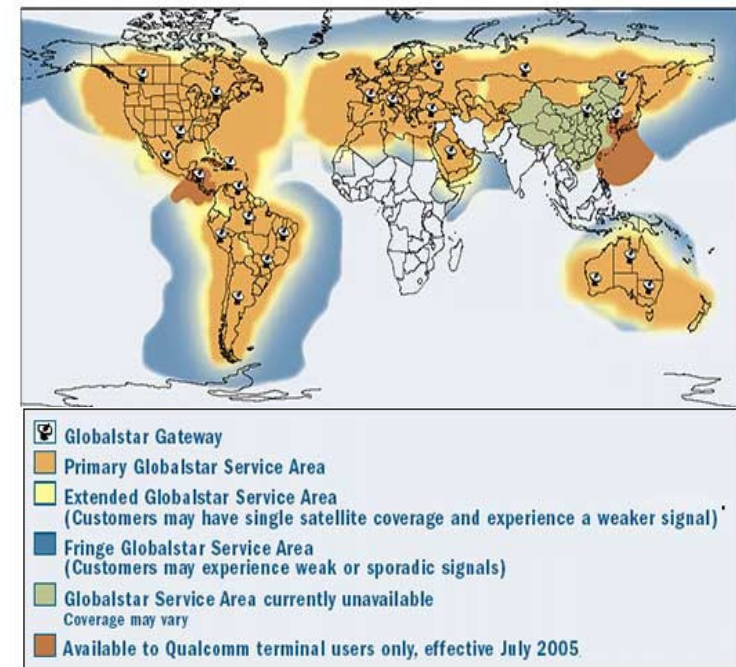


# Globalstar (1/2)



- Vznik
  - 1991
- Duální telefony
  - V pozemní buňkové síti se telefon chová jako mobilní telefon
  - Mimo dosah pozemní sítě se telefon přepne do satelitního režimu

- Počet družic
  - 48 (+4 záložní)
- Charakteristika
  - 8 oběžných rovin (6 družic/rovina)
  - 1414 km (LEO)
  - Komunikace mezi družicemi není možná
    - Zem – Družice – Zem - Družice -Zem



# Globalstar (2/2)

