

Telekomunikační služby a sítě

Robert Bešťák



Telekomunikační technika (TK)

- Umožňuje výměnu informací přes prostředí, která nelze běžně překlenout pomocí smyslových schopností (zrak, sluch)
- Výměna informací
 - Člověk – Člověk
 - Člověk – Stroj
 - Stroj – Stroj
- **Informace** (v TK chápána)
 - Odras reálného světa vyjádřený formou zprávy (jež je vytvářena zdrojem zprávy)

Zpráva, prvky

- Skládá se s prvků (elementů) zprávy
 - Např. Text ...písmena, číslice, interpunkční znaménka
- Vytváření zprávy = výběr prvků z množiny možných prvků zprávy
- **Množina možných prvků zprávy = Abeceda zdroje zprávy**
 - Např. Binární zpráva ...2 prvky (0, 1)
 - Např. Abeceda arabských číslic ...10 prvků
- **Nespojitá (Diskrétní) zpráva**
 - **Omezený počet prvků**, ze kterého je možné zprávu vytvořit
 - Např.) znaky, číslice, atd.
- **Spojitá (Analogová) zpráva**
 - **Neomezený počet prvků**, ze kterého je možné zprávu vytvořit
 - Např.) všechny možné okamžité hodnoty spojitě se měnící fyzikální veličiny (teplota, napětí, atd.)

Zpráva, informace

- Zpráva - náhodný charakter
(...aby měl přenos zpráv v reálných sdělovacích systémech smysl)
- Zpráva nese (kromě obsahu) určité množství informace
 - Zpráva o velmi pravděpodobném jevu nese málo informace
 - Zpráva o málo pravděpodobném jevu nese velké množství informace
- Průměrné množství informace - entropie
- Jednotka množství informace = 1 Sh (Shannon)

Jednotka informace - 1bit

Entropie

a) Prvky mají různou pravděpodobnost výskytu

$$H = -\sum P_i \cdot \log_2 P_i \quad [Sh]$$

P_i ...pravděpodobnost vyslání prvku i

b) Všechny prvky mají stejnou pravděpodobnost výskytu

$$H = \log_2 s \quad [Sh]$$

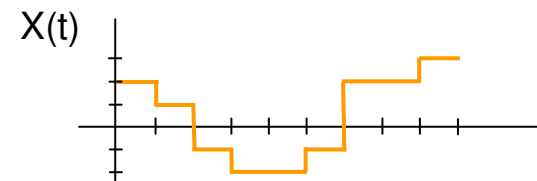
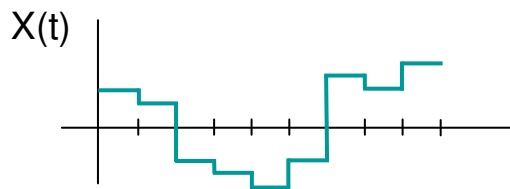
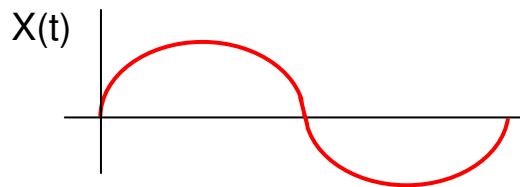
s ...počet prvků abecedy, z nichž každý má stejnou pravděpodobnost výskytu

Příklad

Jaké průměrné množství informace představuje vyslání jednoho bitu, jestliže 0 i 1 mají stejnou pravděpodobnost výskytu ?

Signál

- Signál = fyzický nosič zpráv sloužící k přenosu prostředím
- **Analogový** (spojitý)
 - Spojitý v čase
- **Diskrétní** (nespojité)
 - Nespojité v čase, nebo amplitudě, nebo čase i amplitudě
 - Nabývá libovolných hodnot
- **Digitální** (číslicový)
 - Nespojité v čase i amplitudě
 - Nabývá pouze určitých (kvantovaných) hodnot



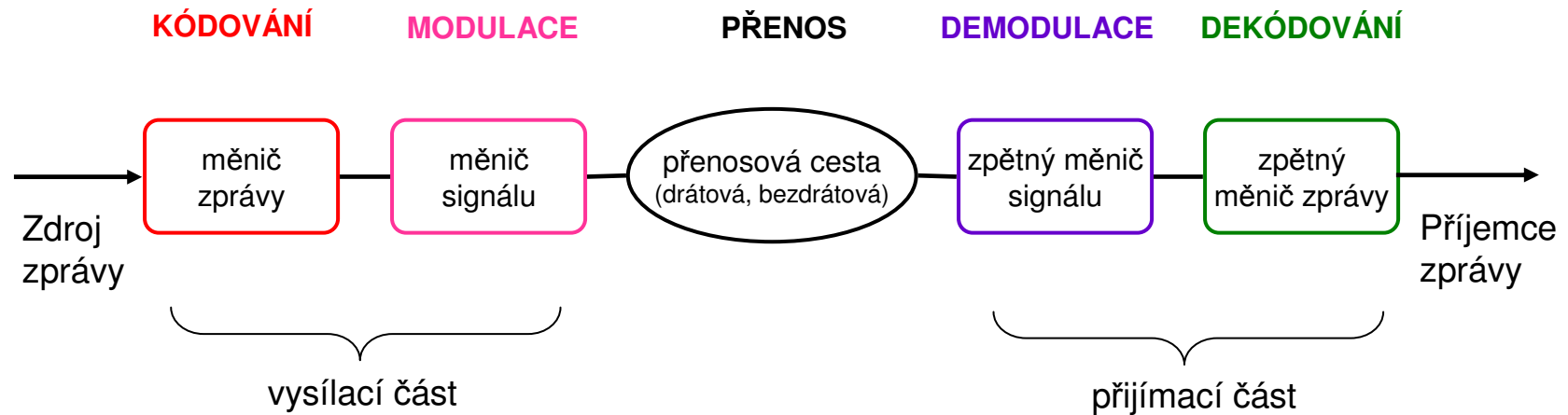
Základní pojmy

- Kód
 - = soustava pravidel pro přeměnu zprávy na signál, resp.
 - = název pro abecedu, resp.
 - = soubor převodních vztahů mezi různými abecedami
- **Kódování** (**dekódování**) zprávy
 - Prvek zprávy → (←) amplituda, frekvence, délka impulsu, atd.
- **Modulace** (...proces opačný - **demodulace**)
 - Signál nesoucího zprávu, vyvolává změna určitého parametru elektromagnetického vlnění (amplitudy, frekvence, fáze)

Telekomunikační spoj

Telekomunikační spoj

- Soubor technických prostředků umožňující telekomunikační přenos zpráv mezi dvěma místy



Kanál vs. Okruh

- **Kanál** (telekomunikační kanál)
 - Soubor tech. prostředků umožňující **jednosměrný přenos signálu**
- **Okruh** (telekomunikační okruh)
 - Soubor tech. prostředků umožňující **obousměrný přenos signálu**
 - ...pár kanálů

- **Obousměrná komunikace**
 - **Poloduplexní** – přenos signálu **střídavě v jednom a druhém směru**
 - **Duplexní** – přenos signálu **současně v obou směrech**

Objem, propustnost

- **Objem signálu**

- Dynamický rozsah signálu

- Např. hovorový signál... šepot ÷ nejhlasitější výkřik
- Prakticky: $P_{s(\text{střední hodnota výkonu signálu})} / P_{\text{š}}(\text{střední hodnota výkonu šumu})$

- Šířka pásma signálu

- Např. akustický signál... nejnižší ÷ nejvyšší sluchem vnímatelné frekvence

- Doba trvání signálového prvku

- Sig. prvek je nejmenší část signálu, která je samostatně rozlišitelná (např. bit)

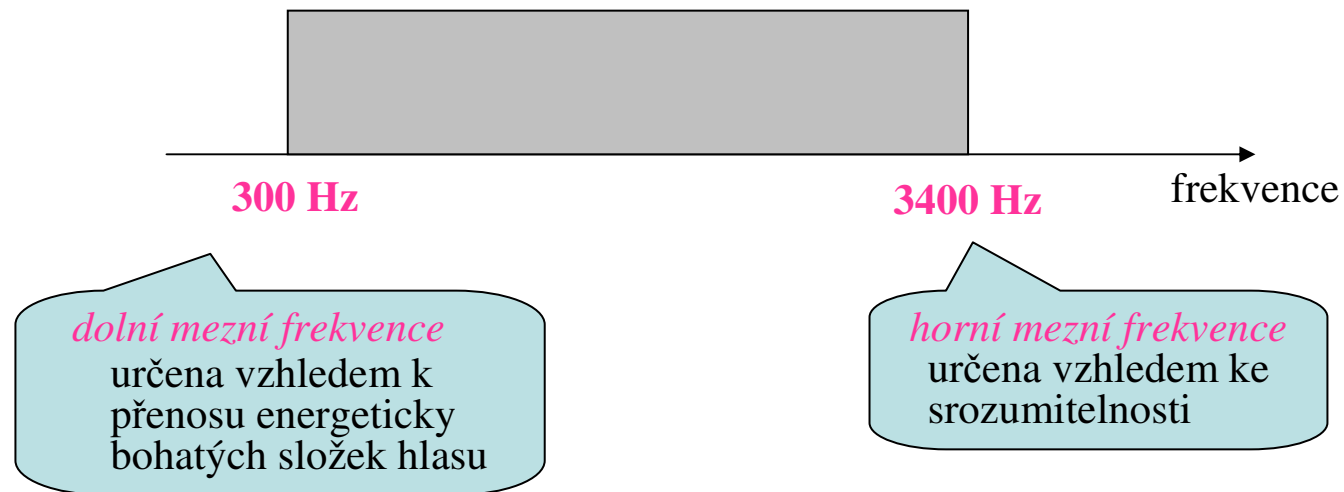
- **Propustnost kanálu** = {Dynamický rozsah kanálu, Šířka pásma kanálu, min. doba trvání signálového prvku}

Propustnost kanálu \geq Objem signálu

Počet typů kanálů \ll počet typů signálu

Telefonní kanál

Frekvenční pásmo je dáno frekvenčními složkami řeči (telefonometrické metody)



Telefonní kanál můžeme

- dělit na užší subkanály (přenos pomalých číslicových signálů) nebo
- z několika tel. kanálů vytvořit sdružený kanál v přeloženém frekvenčním pásmu

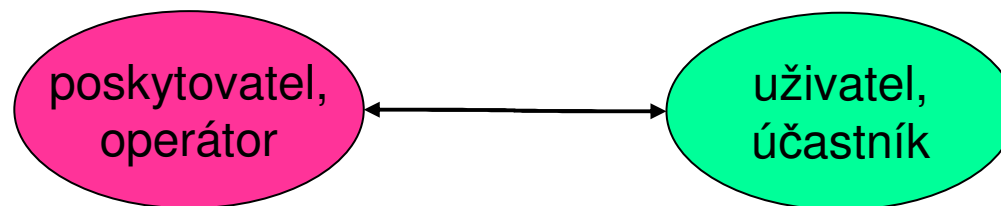
Kanály, sítě

- Telefonní (0,3 ÷ 3,4 kHz)
- Rozhlasový (40 Hz ÷ 15 kHz)
- Televizní (50 Hz ÷ 6 MHz)
- Dálnopisný

- Digitální síť s integrací služeb (ISDN)
- Rozhlasová síť
 - Přenos rozhlasových signálů mezi zdrojovými místy (např. rozhlasová studia nebo reportážní body) a distribučními místy (rádiové vysílače)
- Televizní síť
 - Přenos televizního obrazu a zvukového doprovodu mezi - // -
- Telegrafní síť

Telekomunikační služba

- Telekomunikační služba
 - schopnost uspokojit předem stanovené a dohodnuté požadavky
 - soubor technických, provozních a organizačních opatření umožňujících určitý způsob dálkové komunikace zajišťující přenos zpráv v různé formě



Dělení služeb dle různých hledisek

- Dostupnost (veřejná, neveřejná)
- Stupeň regulace státem (pověření, povolení, registrace)
- Vztah k síti (základní, přídatná, doplňková)
- Obsluhované území (místní, národní, mezinárodní)
- Účel (hovorová, datová, multimediální atd.)
- Stupeň volnosti terminálu (pevná, mobilní)

Kvalita služby (1/2)

Souhrnně se schopnost poskytovat služby na určité úrovni pomocí telekomunikační sítě posuzuje pomocí parametrů **kvality služby**

- **Kvalita služby – QoS (Quality of Service)**
- Základní kvalitativní kritéria
 - Rychlost (speed),
Dosažitelnost (availability),
Bezpečnost (security),
Jednoduchost (simplicity),
Přesnost (accuracy),
Spolehlivost (reliability),
Pružnost (flexibility)

Kvalita služby (2/2)

- Chybovost (čestnost chyb)
- Zpoždění při přenosu
- Kolísání zpoždění

Chybovost

$$\text{chybovost} = \frac{\text{počet chybně přenesených prvků}}{\text{celkový počet přenesených prvků}}$$

*prvek = bit, byte,
buňka, paket atd.*

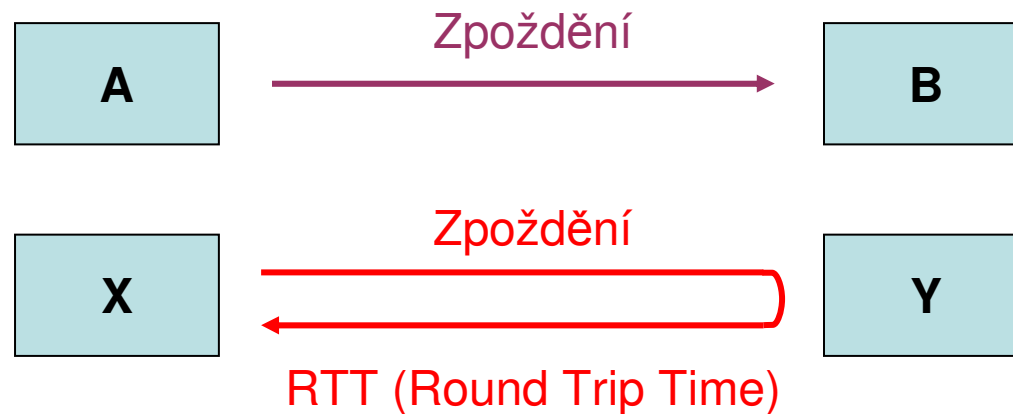
Bitová chybovost - **BER** (Bit Error Rate)

$$BER = \frac{n_e}{v_p \cdot t} \quad [-]$$

n_e ... počet chybně přenesených bitů
 v_p ... přenosová rychlost
 t ... doba sledování

Zpoždění

- Zpoždění (Delay)
- Kolísání zpoždění (Delay variation)



Kvalita služby - příklad

Charakter doručování	interaktivní	vyžadující odpověď	včasné	není kritické
Zpoždění	<< 1 s	~ 2 s	~ 10 s	>> 10 s
Chyby lze tolerovat do určité výše	Konverzace pomocí hlasu a obrazu (telefon, videotelefon)	Hlasové a obrazové zprávy	Audio a video na přání (streaming)	telefax
Nutný přenos bez chyb	Povely a řízení (např. Telnet, interaktivní hry)	Transakce (např. elektronické obchodování) a hledání informací (browsing)	Zasílání zpráv a stahování souborů (např. E-mail, download)	Stahování souborů a přenos dat na pozadí (background)

Základní kvalitativní předpoklady pro různé skupiny služeb

Kvalita služby - příklad

aplikace	symetrie	typická rychlost [kbit/s]	zpoždění [s]	kolísání zpoždění [ms]	PLR
Přenos zvukové informace (voice, audio)					
telefonie	symetricky	4 až 64	< 0,4 preferováno < 0,15	< 1	< 3%
hlasové zprávy	jednosměrně	4 až 32	< 1	< 1	< 3%
rozhlasové pořady (audio na přání)	jednosměrně	16 až 128	< 10	<< 1	< 1%
Přenos obrazové informace (video)					
videotelefon	symetricky	16 až 384	< 0,4 preferováno < 0,15		< 1%
TV pořady (video na přání)	jednosměrně	16 až 384 (pro vyšší kvalitu až jednotky Mbit/s)	< 10		< 1%

PLR – Packet Loss Rate)

Základní kvalitativní ukazatele pro přenos zvukové a obrazové informace

Kvalita služby - příklad

aplikace	symetrie	typický objem dat [kB]	zpoždění [s]	četnost chyb BER
hledání informací (browsing)	asymetricky	~10	< 2 přípustné < 4	~ 0
stahování souborů a statických obrázků	asymetricky	10 až 10000	< 15 přípustné < 60	~ 0
obchodní transakce	symetricky	< 10	< 2 přípustné < 4	~ 0
dálkové řízení a interaktivní hry	asymetricky	< 1	< 0,2	~ 0
e-mail (přístup k serveru)	jednosměrně	< 10	< 2 přípustné < 4	~ 0
e-mail (mezi servery)	jednosměrně	< 10	několik minut	~ 0
telefax	jednosměrně	~ 10	několik minut	< 10 ⁻⁶

Základní kvalitativní ukazatele pro přenos dat

Telekomunikační síť

Pro správné dimenzování je třeba znát

- **Přenosová rychlost**
 - konstantní, proměnná (max. – min. rychlost, garantovaná, střední atd.)
- **Maximální chybovost**
 - např. chybovost_(telefonní služba) > chybovost_(přenos dat)
- **Maximální zpoždění signálu**
 - např. zpoždění_(videokonference) < zpoždění_(textových zpráv)
- **Symetrie služby**
 - souměrnost digitálního toku od / k účastníkovi
- **Míra využití přenosového kanálu**
 - např. pro telefonii 50%
- **Možný stupeň komprese digitálního toku**
- **Průměrná délka relace**
- **Poptávka po službě a její časové rozložení**