

# OKRUHY STÁTNÍCH ZÁVĚREČNÝCH ZKOUŠEK

V NAVAZUJÍCÍM MAGISTERSKÉM STUDIJNÍM OBORU:

## TELEKOMUNIKAČNÍ TECHNIKA

Předměty státní závěrečné zkoušky v akademickém roce 2022/2023:

- I. **Informační a komunikační technologie** (2 otázky)
- II. **Telekomunikační technika** (2 otázky ze zaměření, které si student volí u odevzdání DP)
  - A. Zaměření: **TELEKOMUNIKACE**
  - B. Zaměření: **OPTICKÉ KOMUNIKACE**
  - C. Zaměření: **RÁDIOVÉ KOMUNIKACE**

**Datum:** 10.03.2023  
**Autor:** Ing. Zdeňka Chmelíková, Ph.D.  
**Kontakt:** zdenka.chmelikova@vsb.cz

# I INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE

## 1. Telekomunikační a počítačové sítě

- a. Referenční model OSI (popis vrstev modelu).
- b. Signalizace v digitálních systémech a sítích (účastnická DSS1, síťová SS7)
- c. Teorie hromadné obsluhy (části obsluhového systému, Kendallova klasifikace, provozní zatížení a jeho modelování - Erlang B, Erlang C, ).
- d. LAN, WAN a transportní sítě (Ethernet, MPLS, SDH, DWDM).
- e. Přístupové sítě (xDSL, DOCSIS, varianty PON, pojem FTTx, WLAN, Bluetooth, Zigbee).
- f. Mobilní rádiové sítě 1. až 5. generace (frekvenční pásma, buňkový princip, architektura GSM, WCDMA/UMTS a LTE/SAE, systém GPRS/EDGE, HSPA, pojem PRB, OFDM).
- g. Protokolová rodina TCP/IP (přesná architektura modelu, vztah k modelu OSI, příklady a použití protokolů jednotlivých vrstev).
- h. Aktivní prvky počítačových sítí a jejich funkce - rozbočovač, přepínač, směrovač (detailní popis funkce prvku, definice funkce vzhledem k modelu OSI, pojem kolizní doména).

## 2. Zpracování číslicových signálů

- a. Pojmy signál a soustava; rozdělení signálů. Pojmy frekvence a spektrum signálu.
- b. Spektrum analogových a diskrétních signálů – Fourierovy řady, Fourierova transformace, diskrétní Fourierova transformace, FFT, diskrétní kosinusová transformace a jejich vlastnosti. Spektra základních typů signálů (jednotkový impulz, harmonický signál, obdélníkový signál).
- c. Typický DSP systém (vzorkování, kvantování, kódování a rekonstrukce signálů), vzorkovací teorém, aliasing, leakage.
- d. Korelace 2 signálů a její význam, autokorelace a její význam. Konvoluce a její souvislost s LTI systémy. Souvislost korelace a konvoluce s Fourierovou transformací a z-transformací.
- e. Linearita, stabilita, časová invariance, kauzalita soustav. Ideální filtr, kauzální filtr.
- f. Filtry typu IIR a FIR. Jejich typické vlastnosti a oblasti použití, srovnání IIR a FIR.

## 3. Praktikum komunikačních sítí II

- a. Monitorování a správa komunikačních sítí (logování dat, NTP protokol, SNMP protokol, RRDtool pro tvorbu grafů, Netflow protokol).
- b. Generování a sledování provozu v IP sítích (paketové generátory, hping, scapy, sledování provozu, wireshark, tcpdump, scapy).
- c. Problematika AAA – autentizace, autorizace a účtování v komunikačních sítích (LDAP protokol, Radius, Kerberos, SSO systémy jednotného přihlášení, SAML).
- d. Nástroje pro komunikaci (IRC komunikace, IM Instant Messaging, XMPP protokol, WebRTC komunikace pouze s prohlížečem).
- e. Virtualizace – lxc/lxd kontejnery, možnosti zálohování.
- f. Síťová automatizace, formáty dat, protokoly NETCONF, RESTCONF, WebAPI, Ansible.
- g. Identity management, způsoby ověřování, více faktorové autentizační systémy.

## 4. Optické komunikace

- a. Popis funkce optických vláken, rozdíl mezi jednovidovými a mnohovidovými vlákny, útlum a disperze optických vláken, spojování optických vláken, měření útlumu.
- b. Zdroje pro optické komunikace, princip LED, rozdíl LED, LD, vlastnosti laserového záření.
- c. Přijímače pro optické komunikace, princip fotodetektoru, fotodetektory na PN přechodu, PIN, APD fotodetektory, katalogové parametry detektorů.

## 5. Rádiové komunikace

- a. Rozdělení a správa rádiového spektra, radiokomunikační rovnice.
- b. Radiokomunikační řetězec (popis jednotlivých bloků a jejich funkcí, modulace s nosnými vlnami, kapacita rádiového kanálu).
- c. Mobilní radiokomunikační systémy 1. – 5. generace (základní architektura - rozdíly, rozdělení kmitočtového pásma, přenosové rychlosti).
- d. Technologie pro sítě internetu věcí.

# II TELEKOMUNIKAČNÍ TECHNIKA

---

## Zaměření: TELEKOMUNIKACE

**1. VoIP RTP** (kodeky, jejich parametry a výpočet nároků RTP toků, bezpečnost RTP, paketizace a de-jitterbuffer).

- a. H.323 (prvky H.323 standardu, RAS signalizace, Fast Connect a tunelování H.245, DRC a GRC model).
- b. SIP (SIP prvky, transakce a dialogy, metody a odpovědi, SDP a offer/answer model, využití metod SUBSCRIBE/NOTIFY, scénáře sestavení spojení, ENUM).
- c. Kvalita VoIP (přístupy k hodnocení kvality řeči, specifické problémy IP telefonie a jejich řešení, výpočet kvality v E-modelu).

**2. Pokročilé síťové technologie**

- a. Technologie MPLS - základní vlastnosti. (label, LSP, LDP, LIB, LFIB)
- b. MPLS VPN, MPLS – Traffic Engineering, AToM. (VRF, VPNv4, RT, tunnel label a virtual circuit label).
- c. Differentiated Services, způsoby označení priority přenášených dat. (DSCP, IP precedence, ToS, CoS, Assured Forwarding).
- d. Metody obsluhy paketových front, Traffic Shaping, Traffic Policing, WRED (CBWFQ, LLQ).

**3. Bezpečnost v komunikacích**

- a. Základy bezpečné komunikace (Steganografie, kryptografie, Kerckhoffsův princip, cíle a metody kryptografie).
- b. Moderní kryptografické systémy (Symetrická a asymetrická kryptografie, jednocestné funkce a digitální podpisy, modulární aritmetika, algoritmus DH a RSA).
- c. Charakteristika blokových a proudových režimů (Proudové a blokové šifry, operační modus ECB, CBC, OFB, CFB a CTR).
- d. Bezpečnost počítačových sítí (typické útoky, paketové filtry, stavový firewall, IPS/IDS, VPN, IPsec, SSL/TLS a SSH).
- e. Bezpečnost v IP telefonii (SRTP, SIPS, ZRTP, bezpečnostní rizika VoIP a jejich eliminace).

## Zaměření: OPTICKÉ KOMUNIKACE

**1. Optické komunikace I-III**

- a. Popis světla – paprskový, vlnový, kvantový. Pojmy parsek, vlnoplocha, foton. Energie fotonu. Fermatův princip, Snellův zákon lomu. Koherence, polarizace a interference světla.
- b. Optická vlákna - historie, materiály; princip přenosu světla opt. vláknem; odvození kritického příjmového úhlu; Numerická apertura. Příčiny útlumu v optických vláknech. Disperze v optických vláknech – módová, chromatická, polarizační módová.

## II TELEKOMUNIKAČNÍ TECHNIKA

---

- c. Zdroje pro optické komunikace – LED, LASER – fyzikální principy, společné vlastnosti a rozdíly. Spontánní a stimulovaná emise záření. Inverze populace, čerpání.
- d. Detektory pro optické komunikace – fotodioda, PIN, lavinová fotodioda – fyzikální principy; SNR a BER.
- e. Měření útlumu a disperze na optických trasách. (Přímá metoda, metoda 2 délek, OTDR.) Měření BER.
- f. Vlnová rovnice a její řešení pro cylindrická vlákna; fázová a skupinová rychlost šíření vln, módy v cylindrickém vlnovodu. Normalizovaná frekvence.
- g. Speciální materiály a struktury optických vláken. Vlákná s posunutou disperzní charakteristikou. Vlákná necitlivá na ohyb. Braggovská vlákna. Mikrostrukturní vlákna. Vláknově-optické senzory.
- h. Nelineární jevy v optických vláknech. Ramanův a Brillouinnův rozptyl. Čtyřvlnné směšování. Vlastní fázová modulace, solitony. Vzájemná fázová modulace (crossphasemodulation).
- i. WDM systémy – EDFA a polovodičové zesilovače, filtry, děliče. Kompenzátory chromatické disperze.
- j. Technologie výroby optických vláken a kabelů.
- k. Spojování optických vláken – mechanické spojky, svařování, konektorování.
- l. Vláknově optické senzory, dělení, využívané principy, bodové a distribuované senzory.
- m. Bezvláknové komunikace, charakteristiky atmosféry, typy bezvláknových sítí, prvky bezvláknových sítí.

### Zaměření: RÁDIOVÉ KOMUNIKACE

#### 1. Rádiové sítě, Radiokomunikační technika

- a. Šíření rádiových vln (typy rádiových vln, jevy ovlivňující šíření elektromagnetických vln, Dopplerův jev, diverzní příjem, energetická bilance rádiového spoje).
- b. Radiokomunikační řetězec (popis jednotlivých bloků a jejich funkcí).
- c. Základní funkce a koncepce radiokomunikačních systémů (mnohonásobný přístup, duplexní přenos, plošná buňková struktura, využití kmitočtového pásma/zvyšování kapacity sítě, handover).
- d. Antény (základní rozdělení, vlastnosti; anténa Yagi-Uda, impedanční přizpůsobení antény k napájecí, poměr stojatých vln, rozptylové parametry).
- e. WLAN (základní vlastnosti, jednotlivé standardy, kmitočtová pásma/rádiové kanály).
- f. Televizní a rozhlasové vysílání (způsoby digitálního vysílání, blokové schéma přenosového řetězce, sítě SFN, kmitočtová pásma).
- g. Systém GSM a LTE/SAE (kmitočtová pásma, architektura systému, OFDM a jednotka PRB, Cyclic Prefix).
- h. Systém 5G NR (kmitočtová pásma, škálovatelný OFDM, základní rozdíly oproti LTE/SAE).

## II TELEKOMUNIKAČNÍ TECHNIKA

---

- i. Technologie a výstavba základnové stanice (části základnové stanice, hygienické limity, legislativa, optimalizace).