

# Počítačové sítě

**KI/PSI**

**RNDr. Jan Krejčí, Ph.D.  
Martin Jiřena**



**Ústí nad Labem 2016**

- Kurz:** Počítačové sítě
- Obor:** Informační systémy, Informatika (dvouoborové studium).
- Klíčová slova:** Model ISO/OSI, model TCP/IP, síťový protokol, přepínání, směrování, EIGRP, OSPF, VPN, VLAN, SDN
- Anotace:** Kurz je zaměřen na vrstvy L1, L2 a L3 referenčního modelu ISO/OSI. Student se v rámci přednášek seznámí s druhy přenosového média pro datovou komunikaci, aktivními prvky v počítačové síti sloužícími k přepínání či směrování. V praktických cvičeních si sám vyzkouší na modelových úlohách různé protokoly routování a směrování, návrhu síťových adres a jejich rozsahů a v neposlední řadě i vytváření virtuálních sítí.

Jazyková korektura nebyla provedena, za jazykovou stránku odpovídá autor.

© Katedra informatiky, PřF, UJEP v Ústí nad Labem, 2016

Autor: RNDr. Jan Krejčí, Ph.D.  
Martin Jiřena

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| Úvodní slovo                                    | 4  |
| 1 Opakování: ISO/OSI, TCP/IP                    | 6  |
| 2 Přenosová média a jejich konektivita          | 8  |
| 3 Adresování v síti (VLSM, CIDR)                | 10 |
| 4 Architektura přepínačů                        | 12 |
| 5 Funkce L2 a L3 přepínačů                      | 14 |
| 6 Architektura směrovačů                        | 16 |
| 7 Směrování (statické) a směrovací protokol RIP | 18 |
| 8 Směrovací protokoly EIGRP, OSPF               | 20 |
| 9 Řešení problémů při směrování                 | 22 |
| 10 Virtuální sítě a směrování mezi nimi         | 24 |
| 11 Bezpečnost počítačových sítí                 | 26 |

# Úvodní slovo

Kurz je zaměřen na vrstvy L1, L2 a L3 referenčního modelu ISO/OSI. Student se v rámci přednášek seznámí s druhy přenosového média pro datovou komunikaci, aktivními prvky v počítačové síti sloužícími k přepínání či směrování. V praktických cvičeních si sám vyzkouší na modelových úlohách různé protokoly routování a směrování, návrhu síťových adres a jejich rozsahů a v neposlední řadě i vytváření virtuálních sítí.

Zkouška se skládá z písemného testu a z ústní zkoušky.

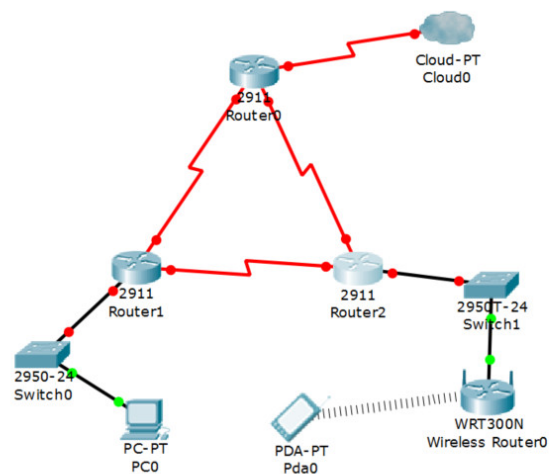
- Písemný test se skládá z otázek odpovídajících sylabu kurzu

| bodové hodnocení | známka |
|------------------|--------|
| 100 % – 91 %     | 1      |
| 90 % – 81%       | 2      |
| 80 % – 71%       | 3      |
| 70 % – 0%        | 4      |

- Ústní zkouška:
  - student losuje 2 otázky
  - min. 15 minut samostatné přípravy
  - odpověď na každou z otázek je hodnocena známkou 1 – 4
- Výsledná známka je celkovým zhodnocením všech tří známek.
- Zkouška je považována za neúspěšnou, pokud je student hodnocen stupněm 4 z jakékoli části.

# Příklad písemné části zkoušky

1. Jaký je rozdíl mezi šířkou pásma, propustností a datovým tokem? (5)
2. Jaké existují topologie sítí? (5)
3. Jaké znáš výhody strukturované kabeláže? (5)
4. Vyjmenuj základní standardy technologie ethernet. (5)
5. Navrhni adresování a nastav dynamické routování pomocí protokolů OSPF a EIGRP v následujícím schématu. (5)



6. Co je to VLSM a proč bylo zavedeno CIDR? (5)
7. Vysvětlete a popište jak funguje STP protokol. (5)
8. Co je to statické routování? (5)
9. Co je to dynamické routování? (5)
10. Jak zamezíme neoprávněnému poškození konfigurace routeru či switche? (5)
11. K čemu jsou využívány VLAN? (5)
12. Jaký je rozdíl mezi šířkou pásma, propustností a datovým tokem? (5)
13. Vysvětlete výhody a nevýhody redundantního zapojení přepínačů. (5)

# 1 Opakování: ISO/OSI, TCP/IP



## CÍLE KAPITOLY

V této kapitole si zopakuje referenční model ISO/OSI a TCP/IP.



## KLÍČOVÁ SLOVA

OSI model, fyzická vrstva, linková vrstva, síťová vrstva, transportní vrstva, relační vrstva, prezentační vrstva, aplikační vrstva, TCP/IP

## 1.1 ISO/OSI

Náplň této kapitoly je obsažena v materiálech Úvod do počítačových sítí I.[2, strana 15-19] kapitola 2.4. Vrstvový model ISO/OSI a v Počítačové sítě I. [1, strana 61-105] kapitola 3 Referenční model OSI.

## 1.2 TCP/IP

Náplň této kapitoly je obsažena v materiálech Úvod do počítačových sítí I.[2, strana 20-21] kapitola 2.6 Vrstvový model TCP/IP a v Počítačové sítě I. [1, strana 107-135] kapitola 4 TCP/IP Model.



## SHRNUTÍ

Zopakování látky probrané v ZPP.



## OTÁZKY

1. Jakou úlohu plní fyzická vrstva v referenčním modelu OSI?
2. Jakou úlohu plní linková vrstva v referenčním modelu OSI?
3. Jakou úlohu plní síťová vrstva v referenčním modelu OSI?
4. Jakou úlohu plní transportní vrstva v referenčním modelu OSI?
5. Jakou úlohu plní relační vrstva v referenčním modelu OSI?
6. Jakou úlohu plní prezentační vrstva v referenčním modelu OSI?

7. Jakou úlohu plní aplikační vrstva v referenčním modelu OSI?
8. Jakými dvěma typy komunikace je možné zasílat segmenty?
9. Vysvětlete výhody jednotného modelu pro komunikaci v počítačové síti.
10. Na jaké vrstvě OSI modelu hovoříme o paketu?
11. Na jaké vrstvě OSI modelu hovoříme o rámci?
12. Na jaké vrstvě OSI modelu hovoříme o segmentu?
13. Jakou úlohu plní vrstva síťového přístupu v TCP/IP modelu?
14. Jakou úlohu plní vrstva internet v TCP/IP modelu?
15. Jaký je rozdíl v protokolech TCP a UDP?
16. Jaké znáte významné protokoly v aplikační vrstvě?



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 2 Přenosová média a jejich konektivita



### CÍLE KAPITOLY

V této části kurzu se student podrobně seznámí s první a druhou vrstvou (L1, L2) modelu ISO/OSI. Jeho protokoly, kódováním a metodami modulace.



### KLÍČOVÁ SLOVA

media, konektory, Bandwidth, Throughput, Goodput, šířka pásma, propustnost, datový tok, ethernet

## Obsah kapitoly

První i druhá vrstva modelu ISO/OSI je podrobně popsána ve většině skript a učebnic zabývajících se počítačovými technologiemi. Součástí obsahu této části jsou komunikační technologie na metalickém, optickém i bezdrátovém médiu. Každá z těchto technologií má pak své metody šíření dat, které jsou opět popsány v veřejně dostupných materiálech (např. [1, 2, 4, 6, 9, 10]).



### SHRNUTÍ

Student se v rámci této kapitoly podrobně seznámil s fyzickou a linkovou vrstvou vrstevového modelu ISO/OSI a jejími funkcemi.



### OTÁZKY

1. Jaký je rozdíl mezi šířkou pásma, propustností a datovým tokem?
2. Jaké existují topologie sítí?
3. Jaké znáš výhody strukturované kabeláže?
4. Vyjmenuj základní standardy technologie ethernet.
5. Jaká zařízení pracují na této vrstvě?



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

A series of horizontal dotted lines for taking notes.

## 3 Adresování v síti (VLSM, CIDR)



### CÍLE KAPITOLY

V této kapitole se student seznámí s classful a classless adresací v rámci vrstvého modelu TCP/IP.



### KLÍČOVÁ SLOVA

IP adresa, IPv4, VLSM, CIDR, classful, classless

## Obsah kapitoly

Adresování v počítačových sítích na protokolu IPv4 je podrobně popsáno v množství dostupných publikacích (např. [1, 6, 10]).



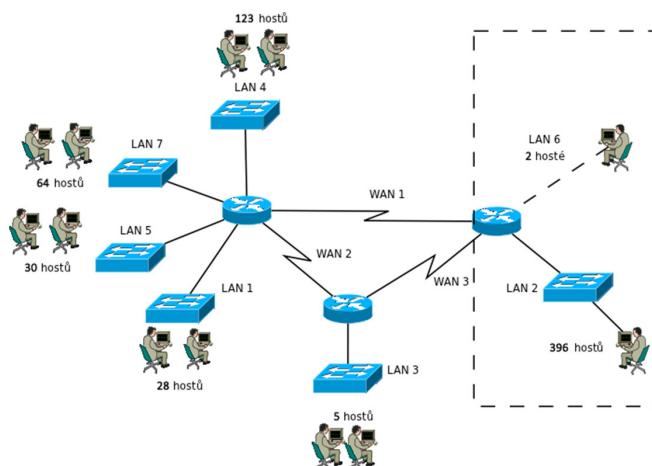
### SHRNUTÍ

Student pochopil rozdíly mezi adresováním classful a classless a důvody zavedení beztrždního adresování. Student umí navrhnout rozdělení IP adres dle navrženého schématu sítě.



### OTÁZKY

1. Navrhněte adresaci sítě dle daného schématu tak, že v každé podsíti zůstane, co možná nejmenší počet nevyužitých adres. Počty hostů uvedené u každé lokální sítě zahrnují i adresy pro síťová zařízení. Přidělený adresní blok pro Vaši adresaci je: 172.16.0.0 /20.





## 4 Architektura přepínačů



### CÍLE KAPITOLY

V této kapitole se student blíže seznámí se přepínačem. Základní funkce, obecná charakteristika a výhody a nevýhody při redundantním zapojení.



### KLÍČOVÁ SLOVA

přepínač, switch

## Obsah kapitoly

Náplň této kapitoly je obsažena v materiálech [12].



### SHRNUTÍ

Student by měl být schopen popsat směrovač a jeho základní funkce a principy, rozlišit zpracování rámců u L2 a L3 přepínačů.



### OTÁZKY

1. Popište přepínač.
2. Vysvětlete rozdíl mezi L2 a L3 přepínačem.
3. Vysvětlete výhody a nevýhody redundantního zapojení.



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

A large area of the page is filled with horizontal dotted lines, providing a space for taking notes.

## 5 Funkce L2 a L3 přepínačů



### CÍLE KAPITOLY

Student se seznámí s protokolem Spanning Tree Protocol, používané pro řízení přenosu dat na přepínačích.



### KLÍČOVÁ SLOVA

STP, RSTP, MST

### Obsah kapitoly

Spanning Tree Protocol je popsán a rozebrán v materiálech [12].



### SHRNUTÍ

Student nabral vědomostí o řídicím protokolu na přepínači.



### OTÁZKY

1. Co to je Root Bridge a jak se volí?
2. Co je Bridge Protocol Data Unit a k čemu slouží?
3. Jaké stavy na portech mohou nabývat v protokolu STP?



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

A large area of the page is filled with horizontal dotted lines, providing a space for handwritten notes.

## 6 Architektura směrovačů



### CÍLE KAPITOLY

V této kapitole se student blíže seznámí se směrovačem. Jeho HW architekturou, základní konfigurací operačního systému, základními příkazy a jakými způsoby lze přistupovat ke směrovači.



### KLÍČOVÁ SLOVA

směrovač, aktivní prvek, IOS, router

## Obsah kapitoly

Směrovače jsou podrobně rozebrány v materiálech [12].



### SHRNUTÍ

Student v této kapitole nabyt bližších vědomostí o směrovači. Z jakých komponent se skládá, jak správně směrovač nakonfigurovat a dozvěděl se o možnostech vzdáleného přístupu ke konzoli.



### OTÁZKY

1. Popište HW směrovače.
2. Popište hierarchii příkazů ve směrovači.
3. Jaké máme možnosti na vzdálené připojení ke konzoli?



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

A large area of the page is filled with horizontal dotted lines, providing a space for handwritten notes.

# 7 Směrování (statické) a směrovací protokol RIP



## CÍLE KAPITOLY

Student se seznámí se statickým routováním a routováním pomocí protokolu RIP.



## KLÍČOVÁ SLOVA

routování, RIP, hop, defaultní routa

## Obsah kapitoly

Statické i dynamické routování pomocí protokolu RIP (ve verzích 1 i 2) je popsáno v materiálech [6, 10] a dalších.



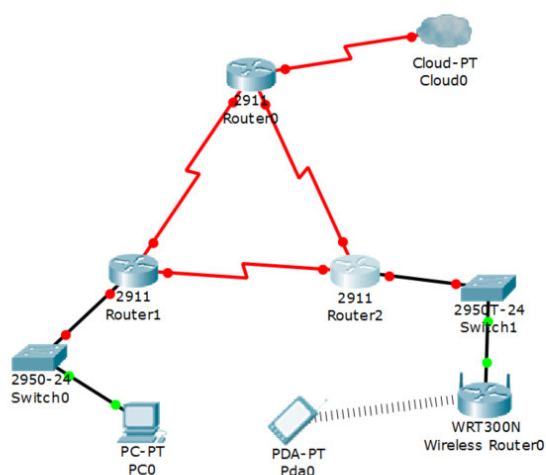
## SHRUTÍ

Student v této kapitole získal znalosti a kompetence v oblasti základních routovacích technik, které si prakticky vyzkoušel buď v laboratoři či v aplikaci Packet Tracer.



## OTÁZKY

1. Navrhni adresování a nastav routování (statické a následně dynamické pomocí protokolu RIP v2) v následujícím schématu.



- 2. Definuj hlavní rozdíly ve verzích protokolu RIP.
- 3. Co je to statické routování?
- 4. Vysvětli pojem defaultní routy.



**MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# 8 Směrovací protokoly EIGRP, OSPF



## CÍLE KAPITOLY

Pochopit a dokázat implementovat routovací protokoly OSPF a EIGRP.



## KLÍČOVÁ SLOVA

EIGRP, OSPF, dynamické routování

## Obsah kapitoly

Dynamické routovací protokoly jsou popsány v materiálech [11, 6].



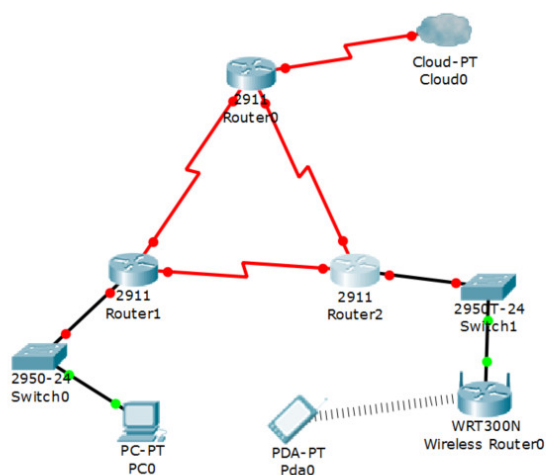
## SHRNUTÍ

Student se v této části naučil konfigurovat moderní dynamické routovací protokoly včetně nutného teoretického základu.



## OTÁZKY

1. Navrhni adresování a nastav dynamické routování pomocí protokolů OSPF a EIGRP v následujícím schématu.



2. Popiš vlastnosti protokolu OSPF.
3. Popiš vlastnosti protokolu EIGRP.



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

A series of horizontal dotted lines for taking notes.

## 9 Řešení problémů při směrování



### CÍLE KAPITOLY

Hlavním cílem je naučit studenty řešit problémy vzniklé při konfigurování či provozování počítačových sítí. Student se také naučí detekovat a řešit problémy vzniklé neoprávněnými zásahy uživatelů do fyzické vrstvy sítě.



### KLÍČOVÁ SLOVA

směrování, řešení problémů, detekce problémů, wireshark

## Obsah kapitoly

Problémy v počítačových sítích jsou častými důvody nedostupnosti služeb ať již internetu či intranetu. časová náročnost řešení těchto problémů je velice závislá na zkušenostech i teoretických znalostech správce sítě, proto je nezbytné v rámci vysokoškolské přípravy se studenty typické úlohy řešit a připravit je na tyto potenciální problémy v jejich praxi.

Principy řešení (a i vzniku) některých síťových problémů jsou popsány v materiálech [7, 10]. Metody diagnostiky jsou pak uvedeny například v [8]. Obecné základy pak jsou definovány například ve skriptech [1, 4, 6, 9].



### SHRNUTÍ

Student se seznámil s používáním aplikace Wireshark a jejím použitím k odhalování problémů se směrováním v počítačových sítích. V rámci kapitoly jsou také probrány výhody bezpečnostních sond a monitoringu počítačové sítě z důvodů předcházení problémů v jejím provozu.



### OTÁZKY

1. Jakým způsobem se chová počítačová síť se smyčkou?
2. Jak zamezíme neoprávněnému poškození konfigurace routeru či switchu?
3. Které metody lze použít k zabezpečení počítačové sítě?



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

A series of horizontal dotted lines for taking notes.

# 10 Virtuální sítě a směrování mezi nimi



## CÍLE KAPITOLY

Student se seznámí s možnostmi vytváření virtuálních sítí a jejich výhodami.



## KLÍČOVÁ SLOVA

VLAN, VPN

## Obsah kapitoly

Virtuální sítě jsou zpracovány v materiálech [12, 13, 14].



## SHRNUTÍ

V této kapitole jsme se naučili k čemu je dobré využívat virtuální sítě.



## OTÁZKY

1. K čemu jsou využívány VLANy?
2. Jaký máme druhy VLAN?
3. Co to je VPN a jak se využívá?
4. Jaké dva základní typy VPN jsou využívány? Popiš.



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

A large area of the page is filled with horizontal dotted lines, providing a space for handwritten notes.

# 11 Bezpečnost počítačových sítí



## CÍLE KAPITOLY

Seznámení s možnými hrozbami a útoky vedené v síťových technologiích. Detekce a prevence útoků.



## KLÍČOVÁ SLOVA

hrozby, DoS, Firewall, ACL

## Obsah kapitoly

To jaké útoky a jak se proti nim bránit je zpracováno v materiálech [14], věnovaných pouze bezpečnosti počítačových sítí.



## SHRNUTÍ

Student byl obeznámen s možnými útoky a způsoby jak jim předejít. Je schopen nastavit zabezpečení sítě proti základním útokům.



## OTÁZKY

1. Jaké máme bezpečnostní hrozby? Vyjmenuj alespoň 3 a popiš je.
2. Vyberte si nějaký z útoků a popište.
3. Co je a co dělá ACL?



## MÍSTO PRO VAŠE POZNÁMKY

A series of horizontal dotted lines providing space for notes.



## ODKAZY NA LITERATURU

- [1] **Valenta, V. a Simr, P.:** *Počítačové sítě I.* [online]. UCP SVP UJEP, Ústí nad Labem (2015). Dostupné z: [https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/ValentaSimr\\_KI\\_PSI1\\_PocitacoveSiteI.pdf](https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/ValentaSimr_KI_PSI1_PocitacoveSiteI.pdf)
- [2] **Jelínek, J.:** *Úvod do počítačových sítí I.* [online]. UJEP, Ústí nad Labem (2005). Dostupné z: <https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/Jelinek-uvod-do-pocitacovych-siti-i.pdf>
- [3] **Koluch, T.:** *Počítačové sítě I.* [online]. UJEP, Ústí nad Labem (2013). Dostupné z: <https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/PSI1-Koluch.pdf>
- [4] **Jančíková, Z. a Frischer, R.:** *Počítačové sítě* [online]. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava (2015). Dostupné z: <https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/PSI-Jancikova.pdf>
- [5] **Wikipedia.org:** *Referenční model ISO/OSI* [online]. Wikipedia.org, (2016-02-27) [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Referen%C4%8Dn%C3%AD\\_model\\_ISO/OSI](https://cs.wikipedia.org/wiki/Referen%C4%8Dn%C3%AD_model_ISO/OSI)
- [6] **Kolka, Z.:** *Počítačové a komunikační sítě* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Brno (2013). Dostupné z: <https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/PSI-Kolka.pdf>
- [7] **Harris, S.:** *Hacking - manuál hackera.* 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-1346-5.
- [8] **Sanders, Ch.:** *Analýza sítí a řešení problémů v programu Wireshark.* 1. vyd. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3718-5.
- [9] **Horák, J. a Keršlágner, M.:** *Počítačové sítě pro začínající správce.* 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3176-3.
- [10] **Odom, W., Healy, R. and Mehta, N.:** *Směrování a přepínání sítí: autorizovaný výukový průvodce.* Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2520-5.
- [11] **Krupičková D.:** *Učební texty: Datové sítě III* [online]. SPŠ a VOŠ Písek, Písek, 2014. Dostupné z: [https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/DAS\\_III.pdf](https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/DAS_III.pdf)
- [12] **Krupičková D.:** *Učební texty: Datové sítě IV* [online]. SPŠ a VOŠ Písek, Písek, 2014. Dostupné z: [https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/DAS\\_IV.pdf](https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/DAS_IV.pdf)
- [13] **Krupičková D.:** *Učební texty: Datové sítě V* [online]. SPŠ a VOŠ Písek, Písek, 2014. Dostupné z: [https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/DAS\\_V.pdf](https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/DAS_V.pdf)
- [14] **Krupičková D.:** *Učební texty: Datové sítě VI* [online]. SPŠ a VOŠ Písek, Písek, 2014. Dostupné z: [https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/DAS\\_VI.pdf](https://ki.ujep.cz/enastenka/Opory/DAS_VI.pdf)