



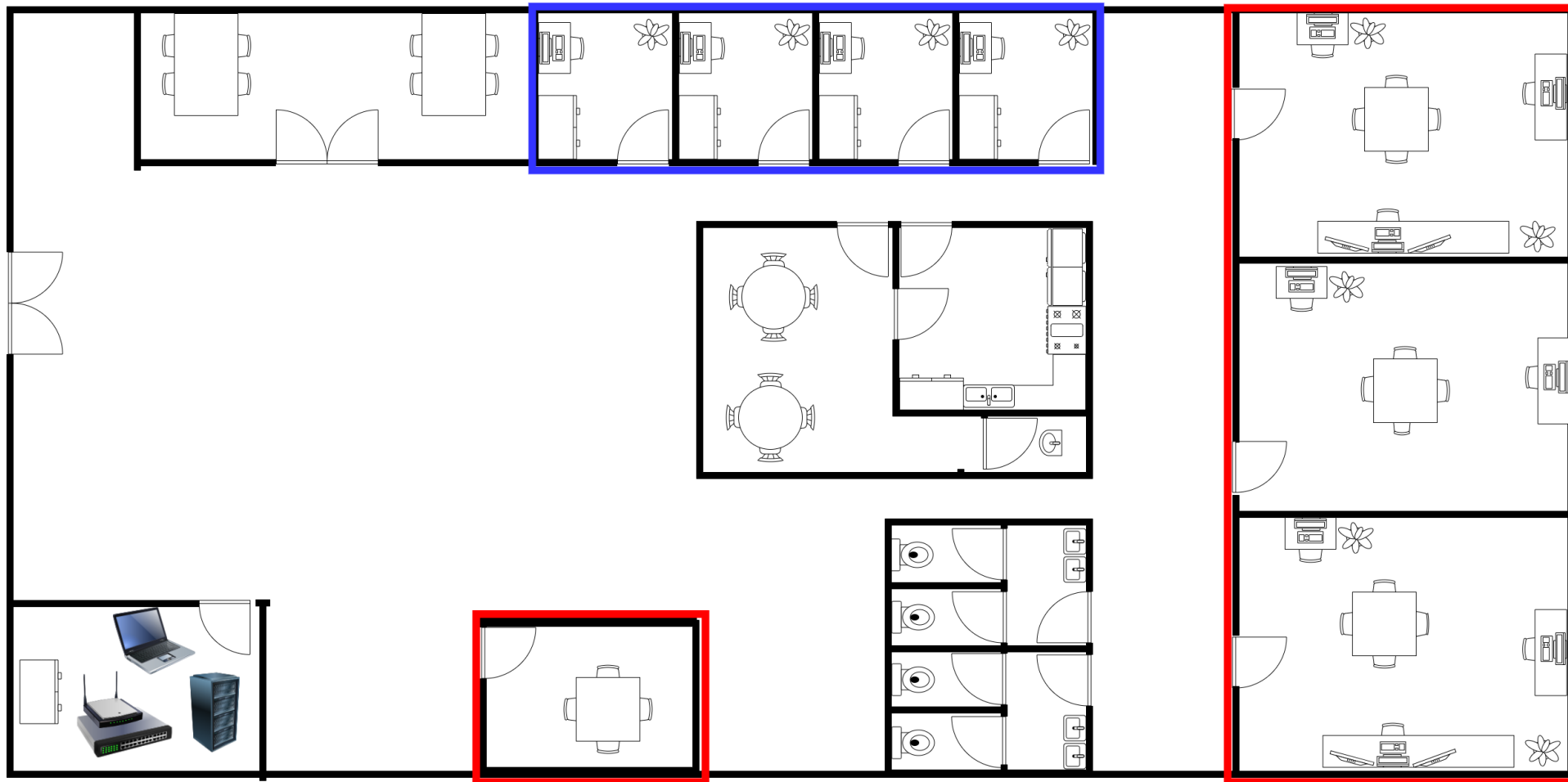
# Spojová vrstva / sieťové prepínače

RNDr. JUDr. Pavol Sokol, PhD.

2020/2021



# Práca sieťového administrátora



# Sieťový prepínač (I.)

- *zariadenie spojovej vrstvy: má aktívnu úlohu*
  - ukladá a rozposiela Ethernet rámce (frames)
  - preskúmava MAC adresu prichádzajúcich rámcov, selektívne posiela rámce na jeden alebo viac odchádzajúcich spojení, keď má byť poslaný rámec na segment, použije CSMA / CD na prístup k segmentu
- *transparentný*
  - komunikujúce zariadenia nevedia o prítomnosti sieťových prepínačov
- *plug-and-play, self-learning*
  - prepínače nemusia byť nakonfigurované



# Sieťový prepínač (I.)

- *zariadenie spojovej vrstvy: má aktívnu úlohu*
  - ukladá a rozposiela Ethernet rámce (frames)
  - preskúmava MAC adresu prichádzajúcich rámcov, selektívne posiela rámce na jeden alebo viac odchádzajúcich spojení, keď má byť poslaný rámec na segment, použije CSMA / CD na prístup k segmentu
- *transparentný*
  - komunikujúce zariadenia nevedia o prítomnosti sieťových prepínačov
- *plug-and-play, self-learning*
  - prepínače nemusia byť nakonfigurované



# Sieťový prepínač (II.)



Označenie na schémach:

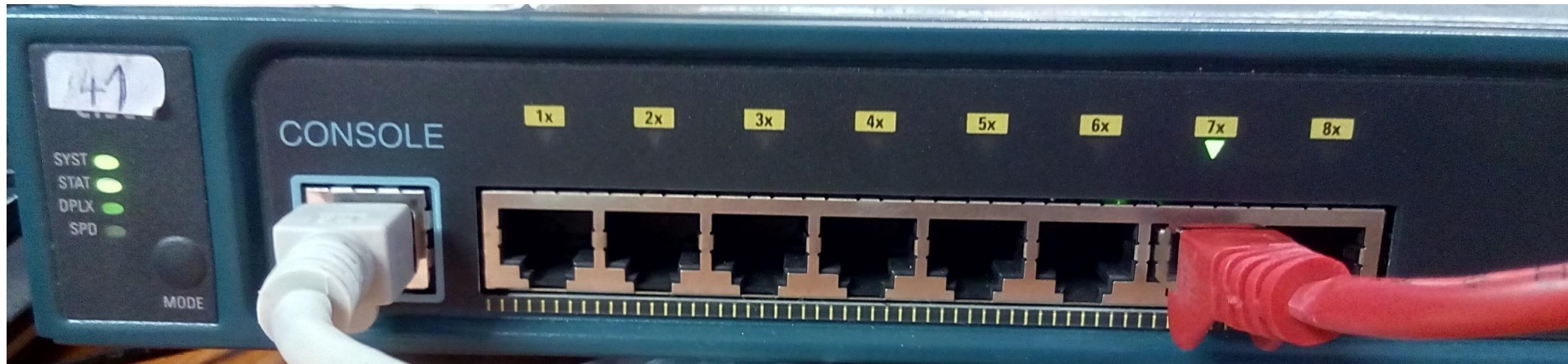


```
8 FastEthernet interfaces
1 Gigabit Ethernet interface
The password-recovery mechanism is enabled.

64K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address       : B4:14:89:8D:E7:00
Motherboard assembly number     : 73-11306-08
Motherboard serial number       : FOC14415PUN
Model revision number           : D0
Motherboard revision number     : A0
Model number                    : WS-C2960PD-8TT-L
System serial number            : FOC1441Y29L
Top Assembly Part Number        : 800-29361-04
Top Assembly Revision Number    : B0
Version ID                      : V03
CLEI Code Number                : COMKF00DRA
Hardware Board Revision Number  : 0x01
```

Switch	Ports	Model	SW Version	SW Image
*	1 9	WS-C2960PD-8TT-L	12.2 (55) SE4	C2960-LANBASEK9-M

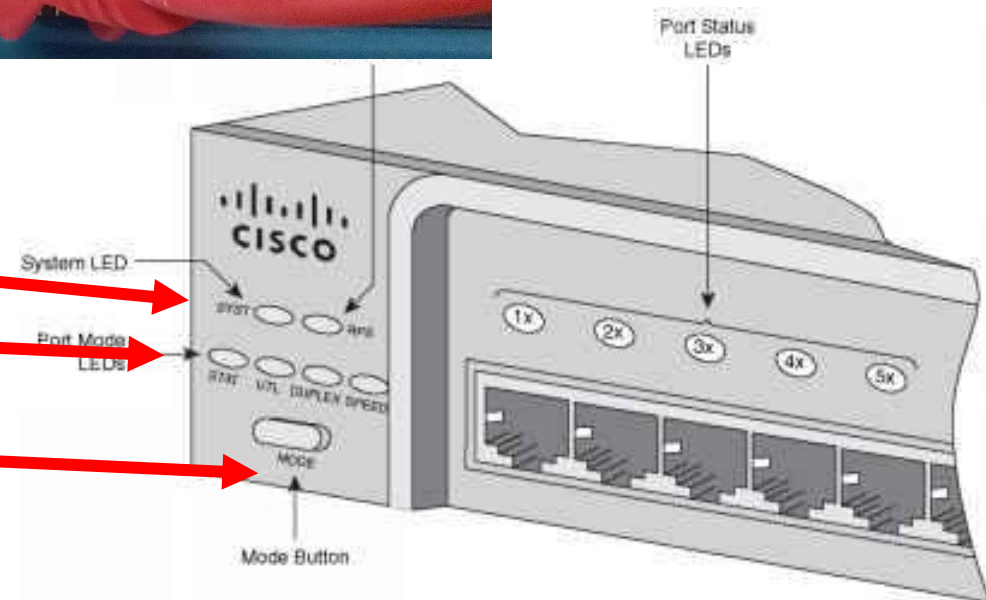
# Sieťový prepínač (III.)



Status diódy portov

Módy – Status, duplex, speed

Tlačidlo na zmenu



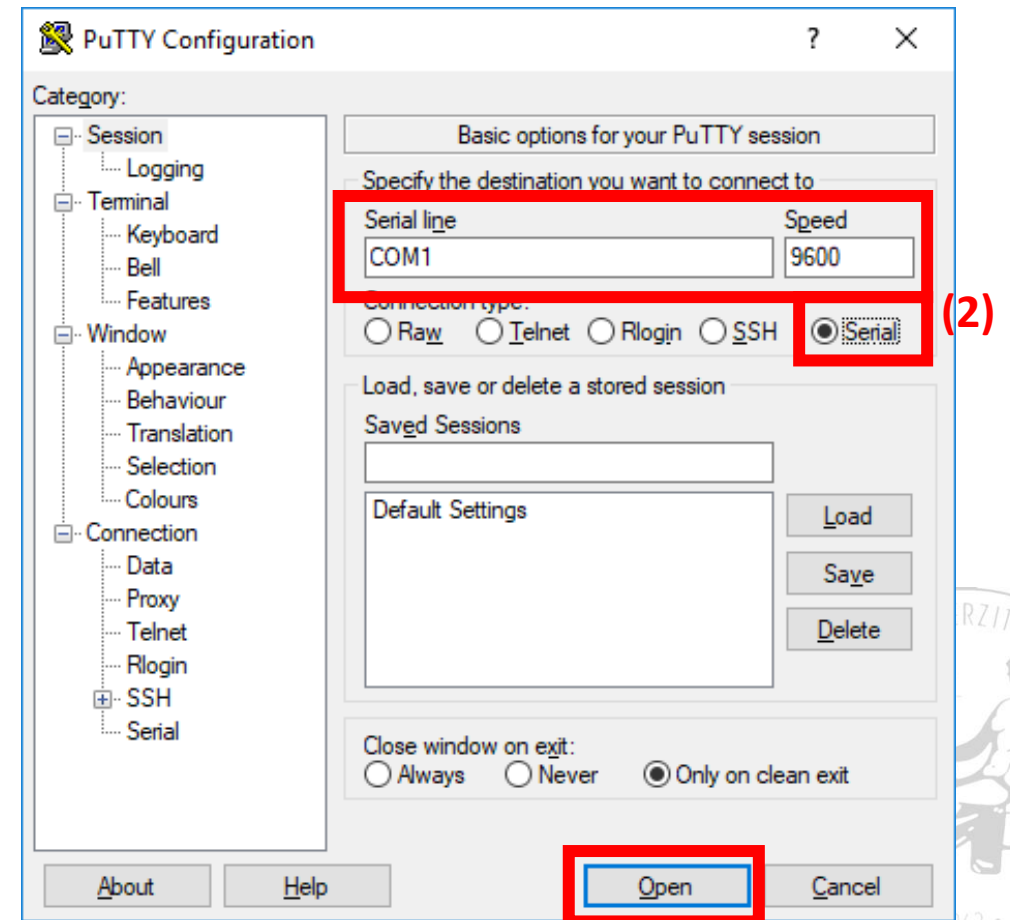
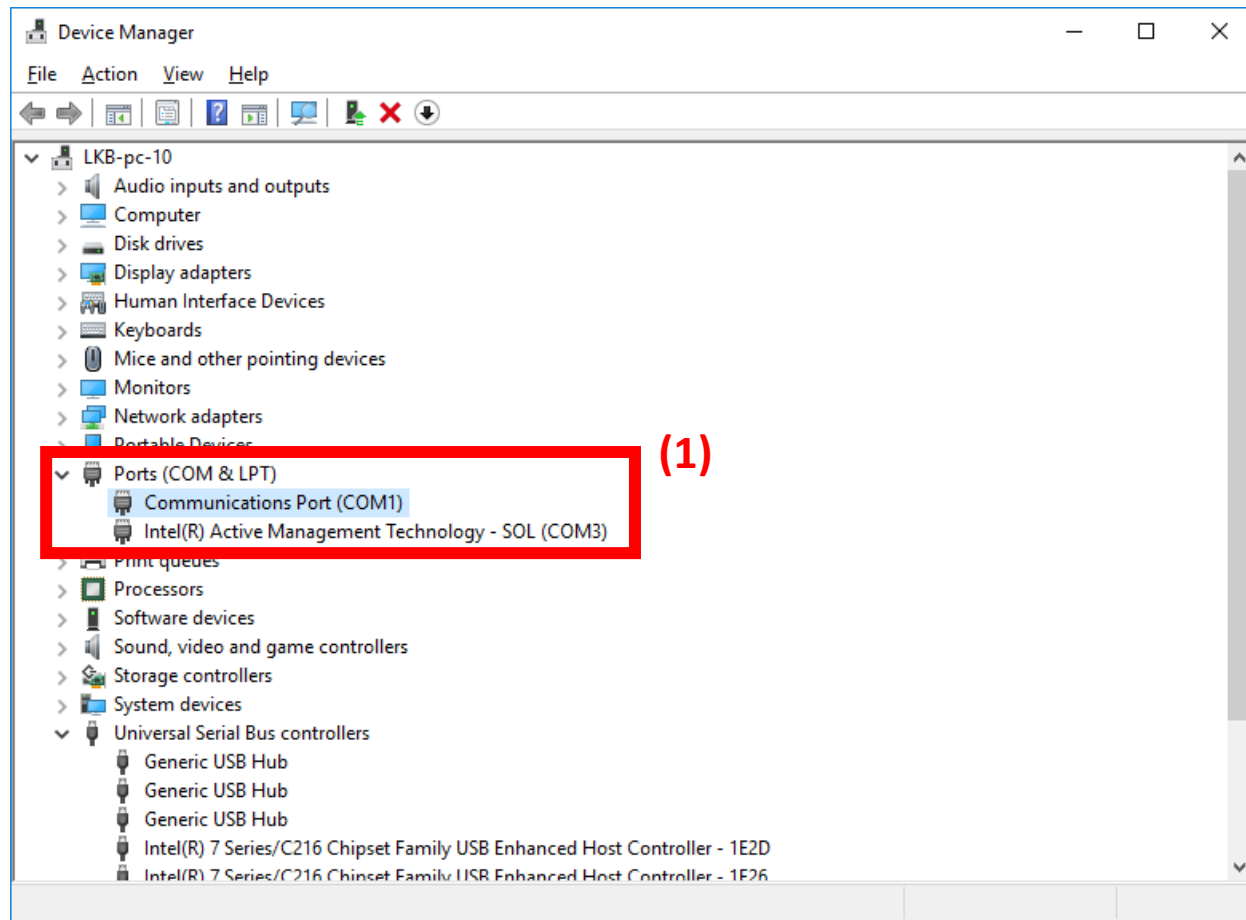
# Pripojenie k switchu (I.)



**Cisco Cable  
RJ45-DB9-RS232-USB**



# Pripojenie k switchu (II.)





# Pripojenie k switchu (III.)

```
COM1 - PuTTY
CLEI Code Number      : COMKFOODRA
Hardware Board Revision Number  : 0x01

Switch Ports Model          SW Version      SW Image
-----
*   1 9      WS-C2960PD-8TT-L  12.2(55)SE4    C2960-LANBASEK9-M

*Mar  1 00:00:38.738: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to down
*Mar  1 00:00:40.013: %SPANTREE-5-EXTENDED_SYSID: Extended SysId enabled for type vlan
*Mar  1 00:01:01.379: %SYS-5-RESTART: System restarted --
Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 12.2(55)SE4, RELEASE SOFTWARE (fcl)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2011 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 06-Sep-11 03:13 by prod_rel_team

Press RETURN to get started!
```

```
COM1 - PuTTY
EASE SOFTWARE (fcl)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2011 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 06-Sep-11 03:13 by prod_rel_team

Press RETURN to get started!

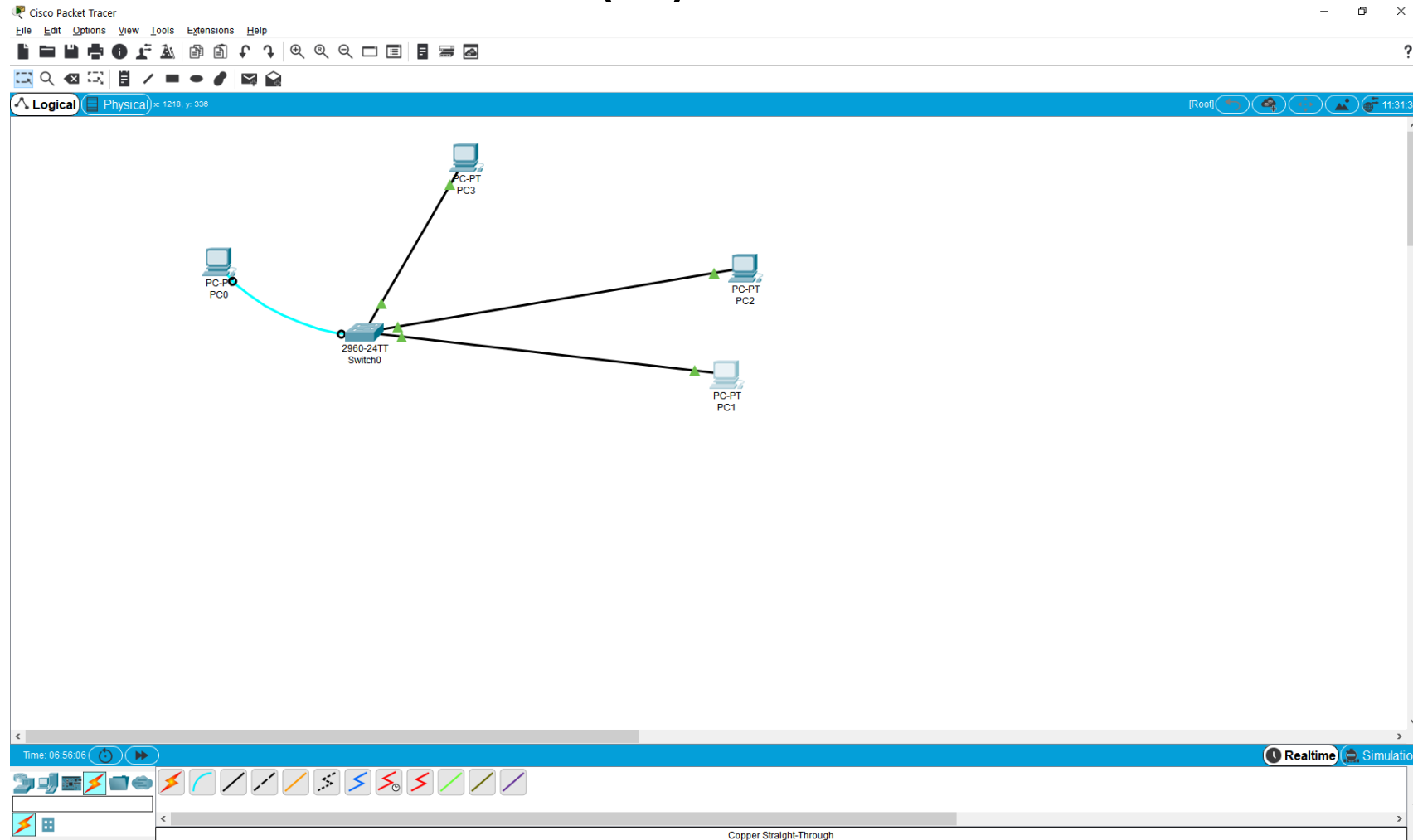
--- System Configuration Dialog ---

Enable secret warning
-----
In order to access the device manager, an enable secret is required
If you enter the initial configuration dialog, you will be prompted for the enable secret
If you choose not to enter the initial configuration dialog, or if you exit setup without setting the enable secret, please set an enable secret using the following CLI in configuration mode-
enable secret 0 <cleartext password>
-----
Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]:
```

**(ENTER)**

**(NO)**

# Cisco Packet tracer (I.)



# Cisco Packet tracer (II.)

The screenshot shows the configuration window for Switch0 in the Config tab. The left sidebar contains a tree view with categories: GLOBAL (Settings, Algorithm Settings), SWITCHING (VLAN Database), and INTERFACE (FastEthernet0/1 through FastEthernet0/11). The main area is titled 'Global Settings' and contains the following fields and buttons:

- Display Name: Switch0
- Hostname: Switch
- Serial Number: Serial Number
- NVRAM: Erase, Save
- Startup Config: Load..., Export...
- Running Config: Export..., Merge...

At the bottom, there is a section for 'Equivalent IOS Commands' with a text area containing 'Switch>' and a 'Top' button.

The screenshot shows the CLI window for Switch0. The title bar indicates the 'CLI' tab is active. The window title is 'Switch0' and the subtitle is 'IOS Command Line Interface'. The main text area contains the following text:

```
Switch con0 is now available

Press RETURN to get started.
```

At the bottom of the text area, there is a prompt 'Switch>' with a cursor. Below the text area, there are instructions 'Ctrl+F6 to exit CLI focus' and 'Copy' and 'Paste' buttons. A 'Top' button is also present at the bottom left.



# IOS – základná práca (I.)

- **IOS** - Cisco's Internetwork Operating System
- Obsluha IOSu - CLI – Command Line Interface
  
- príkazy – možno zadávať skrátene (napr. conf namiesto configure)
- **tabulátor** – doplnenie príkazov
- **?** – zoznam príkazov s popisom
- **|** - špecifikovať výstup (napr. show mac-address-table | include fa0/1)
- **šípky**
- **rušenie príkazov** – no (napr. no shutdown)



# IOS – konfiguračné módy (I.)

## užívateľský mód (user EXEC)

- v tomto móde je administrátor po prihlásení a má iba obmedzené príkazy
- SWITCH>

## privilegovaný mód (privileged EXEC)

- predvolený mód pre prestup do ďalších konfigurácií
- umožňuje zobrazovať rôzne údaje
- SWITCH #



# IOS – konfiguračné módy (II.)

## **globálny konfiguračný mód (global configuration)**

- tu sa konfigurujú funkcie pre celý systém
- SWITCH (config) #

## **konfigurácia rozhrania (interface configuration)**

- v tomto móde konfigurujeme vlastnosti určitého rozhrania (napr. fa0/1)
- SWITCH (config-if) #



# IOS – konfiguračné módy (III.)

Prepnutie do privilegovaného modu

- SWITCH> **enable**

```
Switch>  
Switch>enable  
Switch#
```

Prepnutie do globálnej konfigurácie

- SWITCH# **configure terminal**

```
Switch>  
Switch>enable  
Switch#configure  
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
Switch(config)#
```

Prepnutie do konfigurácie rozhrania

- SWITCH(config)# **interface fa0/1**

Návrat do predchádzajúceho rozhrania

- SWITCH(config-if)# **exit**

# IOS – informácie o systéme (I.)

## Informácie o sieťovom prepínači a verzii IOSu

- SWITCH# show version

## Informácie o zaznamenávaní a posledné záznamy

- SWITCH# show logging

## Zoznam naposledy zadaných príkazov

- SWITCH# show history

## Informácie o využitie procesora a bežiacich procesoch

- SWITCH # show processes





# IOS – konfigurácie (I.)

- running-config
- startup-config
  
- SWITCH# show running-config
- SWITCH# show startup-config
  
- zobrazujú sa zmeny

Current configuration : 720 bytes

!

version 12.2

no service pad

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname Switch

!

boot-start-marker

boot-end-marker

...

interface FastEthernet0/1

!

interface FastEthernet0/2

description Popis

shutdown



# IOS – sieťové rozhrania (I.)

## Interface (rozhranie)

- fyzické porty
  - *fastEthernet* – napr. *fa0/1*
  - *gigabitEthernet* – napr. *g0/1*
  - *TenGigabitEthernet* – napr. *Te1/0/13*
- vlany

## Podrobný výpis informácií o rozhraniach

- SWITCH # show interfaces

### Switch# show interfaces

```
FastEthernet0/1 is down, line protocol is down (notconnect)
Hardware is Fast Ethernet, address is b414.898d.9c01 (bia b414.898d.9c01)
MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit, DLY 1000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Auto-duplex, Auto-speed, media type is 10/100BaseTX
input flow-control is off, output flow-control is unsupported
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts (0 multicasts)
  0 runts, 0 giants, 0 throttles
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
  0 watchdog, 0 multicast, 0 pause input
  0 input packets with dribble condition detected
```



# IOS – sieťové rozhrania (II.)

## Vypísanie zoznam fyzických rozhraní s popisom a stavom v prehľadnej forme

- SWITCH # show interfaces status

## Stručný zoznam všetkých rozhraní so štatistikou prenosov

- SWITCH # show interfaces summary

## Zoznam štatistík pre rozhranie

- SWITCH # show interfaces stats



# IOS – sieťové rozhrania (III.)

## Konfigurácia konkrétneho rozhrania

- Switch(config)# interface fa0/1

## Vypnutie / zapnutie rozhrania

- Switch(config-if)#shutdown
- Switch(config-if)#no shutdown

## Nastavenie viacerých rozhraní

- Switch(config)# interface range fa0/1-8

- Duplex, speed, type

Switch# show interfaces status

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Fa0/1		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/2		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/3		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/4		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/5		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/6		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
<b>Fa0/7</b>		<b>connected</b>	<b>1</b>	<b>a-full</b>	<b>a-100</b>	<b>10/100BaseTX</b>
Fa0/8		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Gi0/1		notconnect	1	auto	auto	
						10/100/1000BaseTX

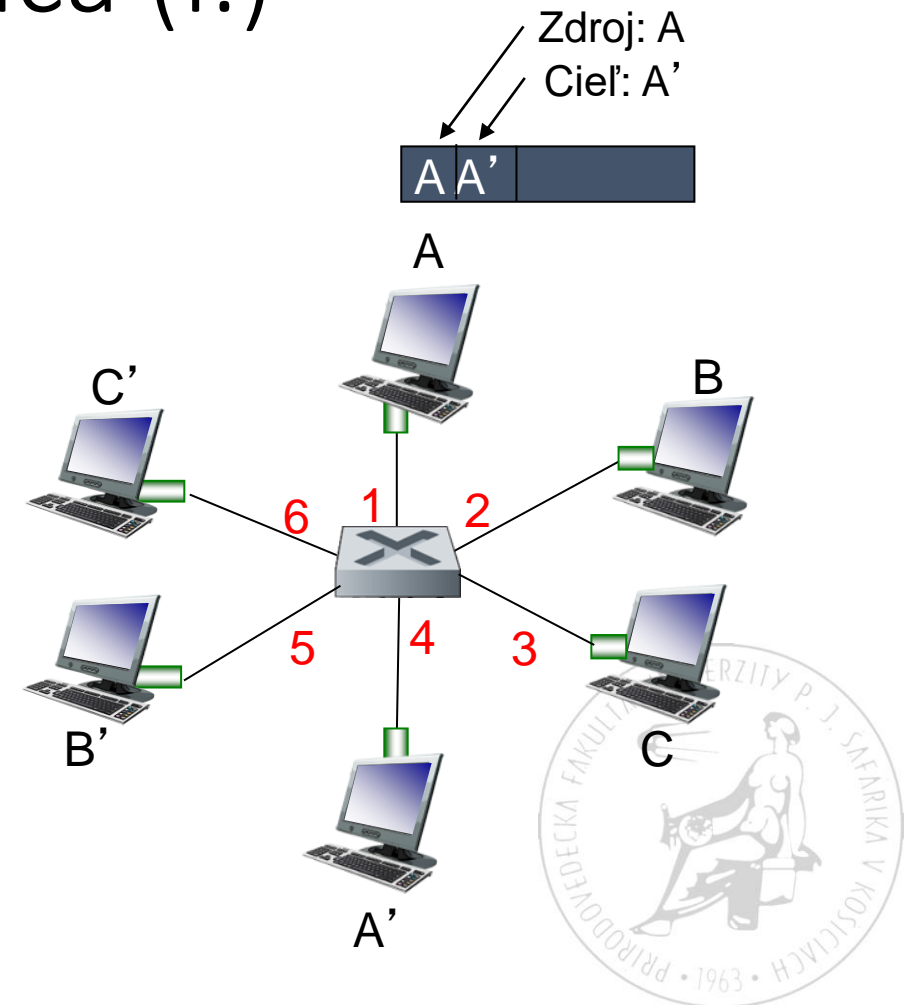


# Samoučenie sieťového prepínača (I.)

- prepínač sa učí, ktoré zariadenia môžu byť dosiahnuté cez ktoré rozhrania
  - keď je prijatý rámec, switch sa naučí miesto odosielateľa - prichádzajúci segment LAN
  - zaznamená v tabuľke dvojicu - odosielateľ a umiestnenie

MAC addr	rozhranie	TTL
A	1	60

*CAM tabuľka  
(pôvodne prázdna)*



# Samoučenie sieťového prepínača (II.)

## Zobrazenie záznamov v MAC tabuľke

- show mac address-table

## Zobrazenie času „starnutia“ (aging-time)

- predvolený čas – 300s
- show mac address-table aging-time

## Zobrazenie záznamov

- show mac address-table dynamic
- show mac address-table static

## Vyhľadávanie v MAC tabuľke

- show mac address-table interface

## Počet mac adries v MAC tabuľke

- show mac address-table count

## Switch# show mac address-table

### Mac Address Table

```
-----
```

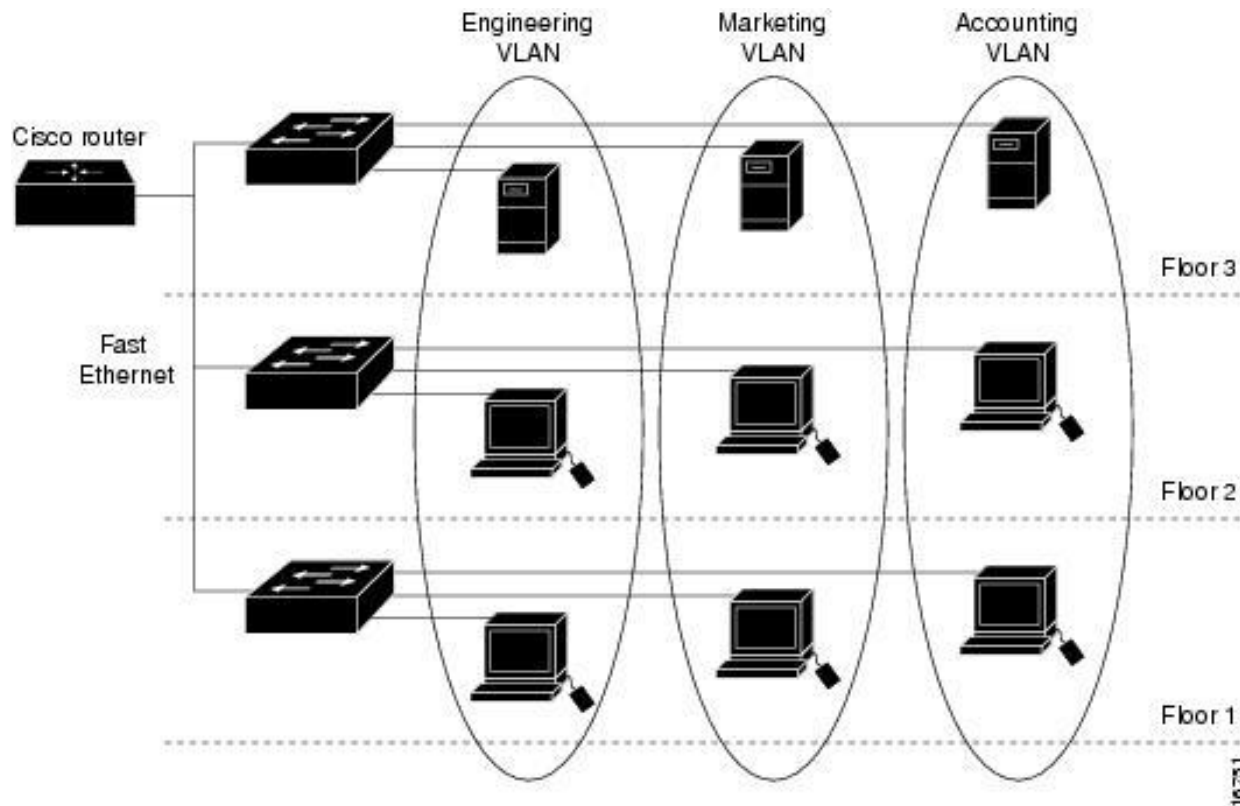
Vlan	Mac Address	Type	Ports
----	-----	-----	-----
All	0100.0ccc.cccc	STATIC	CPU
All	0100.0ccc.cccd	STATIC	CPU
All	0180.c200.0000	STATIC	CPU
All	0180.c200.0001	STATIC	CPU
All	0180.c200.0002	STATIC	CPU
All	0180.c200.0003	STATIC	CPU
All	ffff.ffff.ffff	STATIC	CPU
1	0013.3b9b.e8e3	DYNAMIC	Gi0/1
1	1803.73b6.b0c9	DYNAMIC	Gi0/1
1	1cdf.0f82.d440	DYNAMIC	Gi0/1
1	4c4e.35e5.5a03	DYNAMIC	Gi0/1
1	50e5.49eb.2568	DYNAMIC	Gi0/1
1	d89d.6723.c14c	DYNAMIC	Gi0/1

Total Mac Addresses for this criterion: 13



# VLAN (I.)

## VLAN – virtual vlan (802.1q)



Preamble (7 - bytes)	Start Frame Delimiter (1 - byte)	Dest. MAC Address (6 - bytes)	Source MAC Address (6 - bytes)	Length / Type (2 - bytes)	MAC Client Data (0 - n bytes)	Pad (0 - p bytes)	Frame Check Sequence (4 - bytes)
-------------------------	---	---	--	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------	---

Preamble (7 - bytes)	Start Frame Delimiter (1 - byte)	Dest. MAC Address (6 - bytes)	Source MAC Address (6 - bytes)	Length/Type = 802.1Q Tag Type (2 - byte)	Tag Control Information (2 - bytes)	Length /Type (2 - bytes)	MAC Client Data (0 - n bytes)	Pad (0 - p bytes)	Frame Check Sequence (4 - bytes)
-------------------------	---	--	---	---	--	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	---

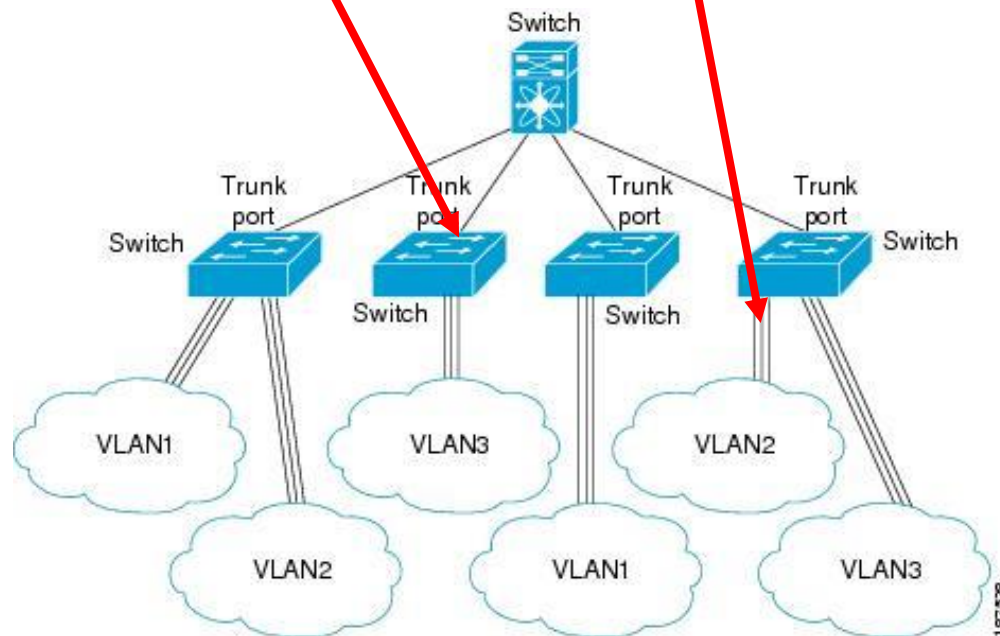
3 bits = User Priority field  
 1 bit = Canonical Format Identifier (CFI)  
 12 bits – VLAN Identifier (VLAN ID)

Zdroj: <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst4500/12-2/25ew/configuration/guide/conf/vlans.html>

# VLAN (II.)

## 2 typy:

- **Access = untagged**
- **Trunk = tagged**

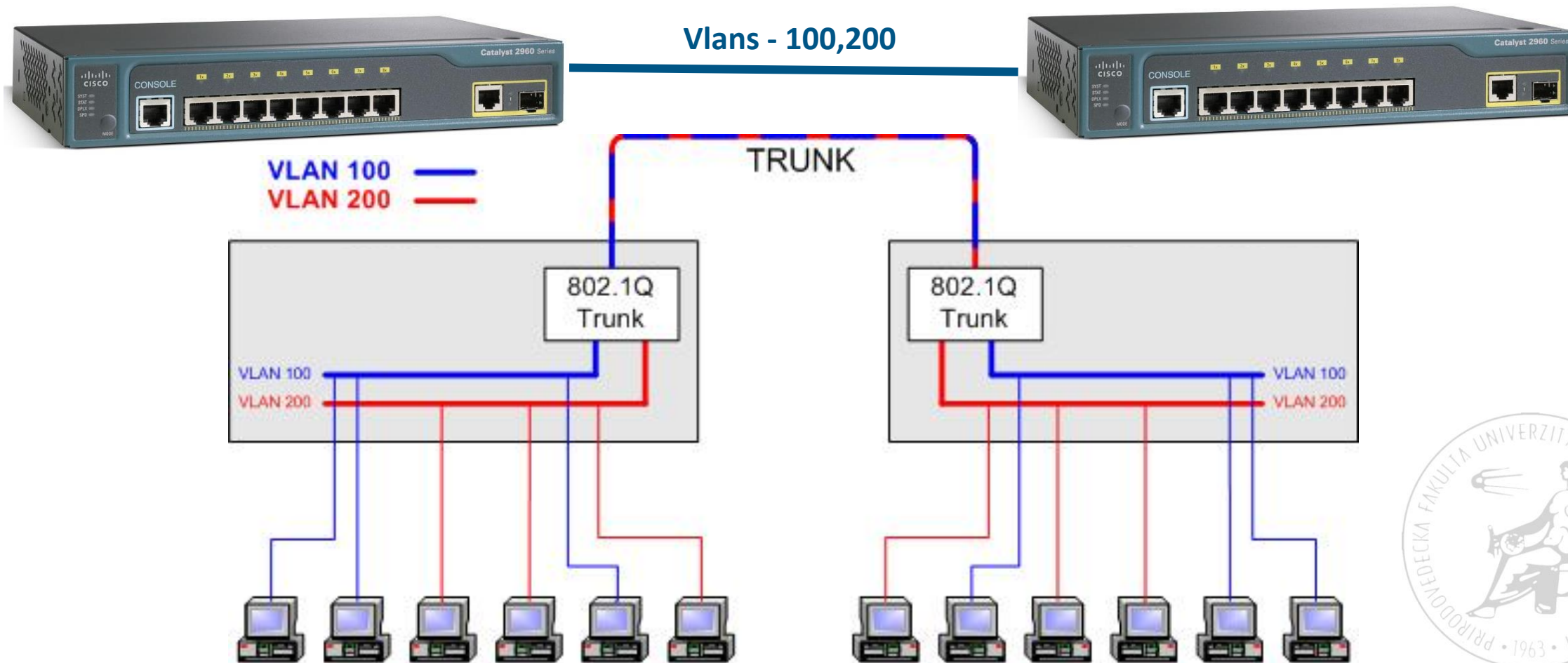


VLAN ID	Typ	Usage
0, 4095	Reserved	Len pre systémové použitie.
1	Normal	Predvolený VLAN pre Ethernet. Je možné ho použiť, ale nedá sa zmazať.
2-1001	Normal	Je možné vytvoriť, použiť a zmazať vlany s týmto ID.
1002-1005	Normal	Predvolené pre FDDI a Token Ring (nie Ethernet). Nie je možné ich zmazať.
1006-4094	Extended	Rozšírený rozsah vlanov

Zdroj: <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/nexus5000/sw/configuration/guide/cli/CLIConfigurationGuide/AccessTrunk.html>



# VLAN (III.)



# VLAN (IV.)

## 2 kroky:

- Vytvorenie vlanov
- Priradenie vlanov k fyzickým rozhraniam

## Vytvorenie vlanov

- show mac address-table
- Switch(config)# vlan 100
- Switch(config-vlan)# name Studenti
- Switch(config-vlan)# exit
- Switch(config)# vlan 200
- Switch(config-vlan)# name Zamestnanci
- Switch(config)# vlan 99
- Switch(config-vlan)# name management

## Informácie o vlanoch

- Switch# show vlan id 100
- Switch# show vlan brief

### Switch# show vlan brief

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Gi0/1
100	Studenti	active	
200	Zametnanci	active	
99	management	active	



# VLAN (V.)

## Priradenie vlanov k fyzickým rozhraniam (access porty)

- Switch(config)# interface fa0/1
- Switch(config-if)# switchport mode access
- Switch(config-if)# switchport access vlan 100
- Switch(config-if)# no shutdown
- Switch(config-if)# exit

Nastavenie módu rozhrania

Nastavenie vlanu  
(len 1 access vlan !)

Zapne rozhranie, ak je vypnuté

## Priradenie vlanov k fyzickým rozhraniam (trunk porty)

- Switch(config)# interface gi0/1
- Switch(config-if)# switchport mode trunk
- Switch(config-if)# switchport trunk native vlan 99
- Switch(config-if)# switchport trunk allow vlan 100,200
- Switch(config-if)# no shutdown
- Switch(config-if)# exit

Nastavenie módu rozhrania

Nastavenie native vlan

Nastavenie vlanov v trunku

Zapne rozhranie, ak je vypnuté



# VLAN (V.)

## Priradenie IP adresy

### Priradenie IP adresy pre predvolený vlan (1)

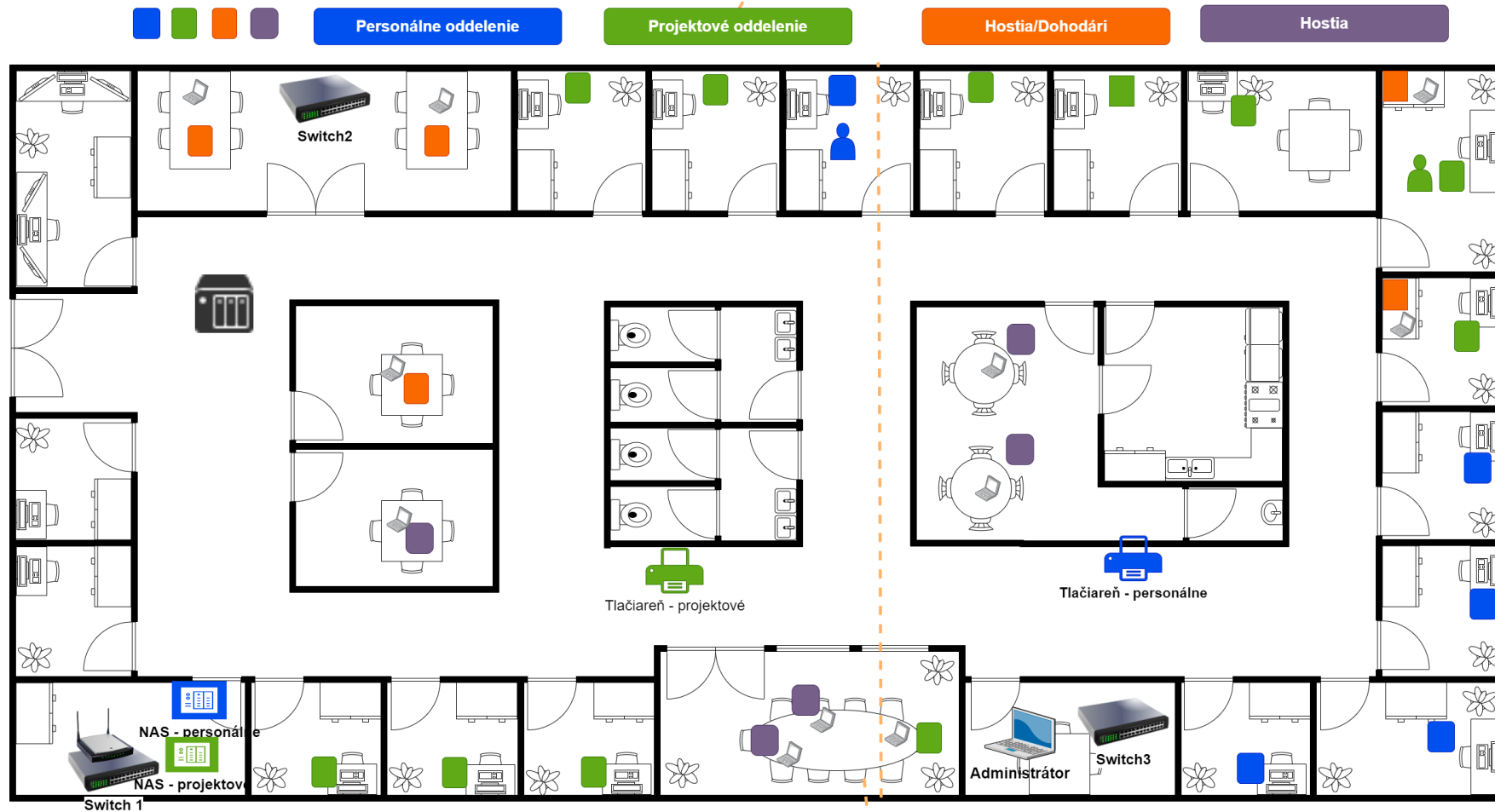
- Switch(config)# interface vlan 1
- Switch(config-if)# ip address 158.197.31.x 255.255.255.0
- Switch(config-if)# no shutdown
- Switch(config-if)# exit
- Switch(config)# exit
- Switch# ping 158.197.31.1

### Priradenie IP adresy pre management vlan (99)

- Switch(config)# interface vlan 99
- Switch(config-if)# ip address 10.0.99.1 255.255.255.0
- Switch(config-if)# no shutdown

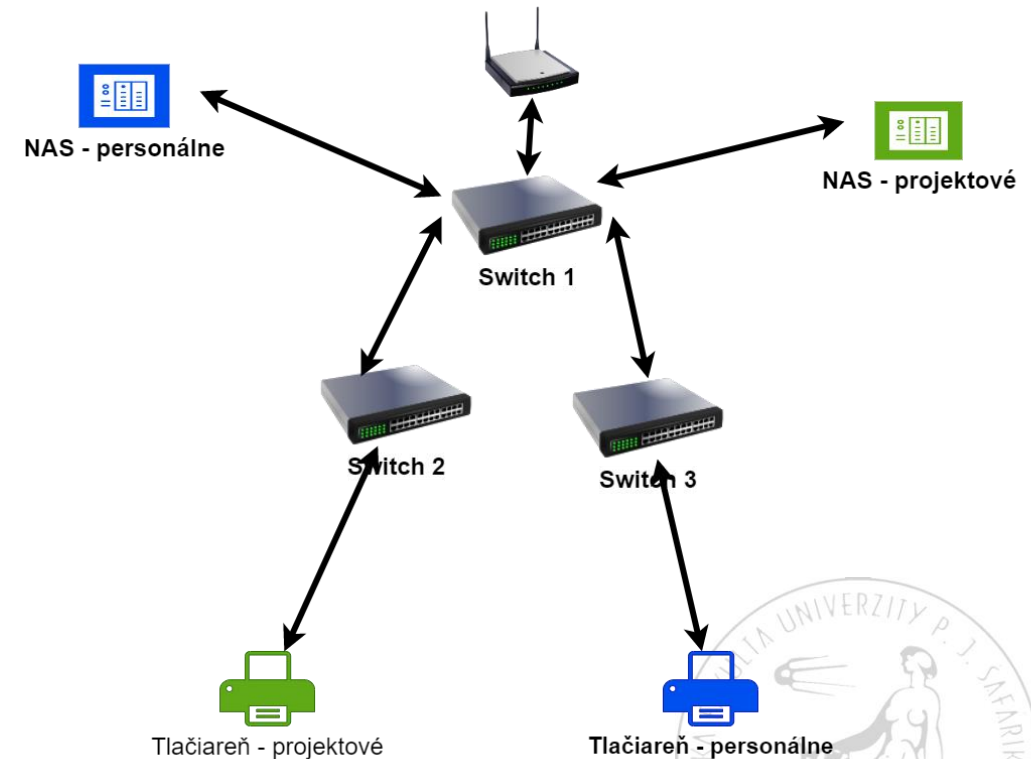


# Domáce zadanie (I.)

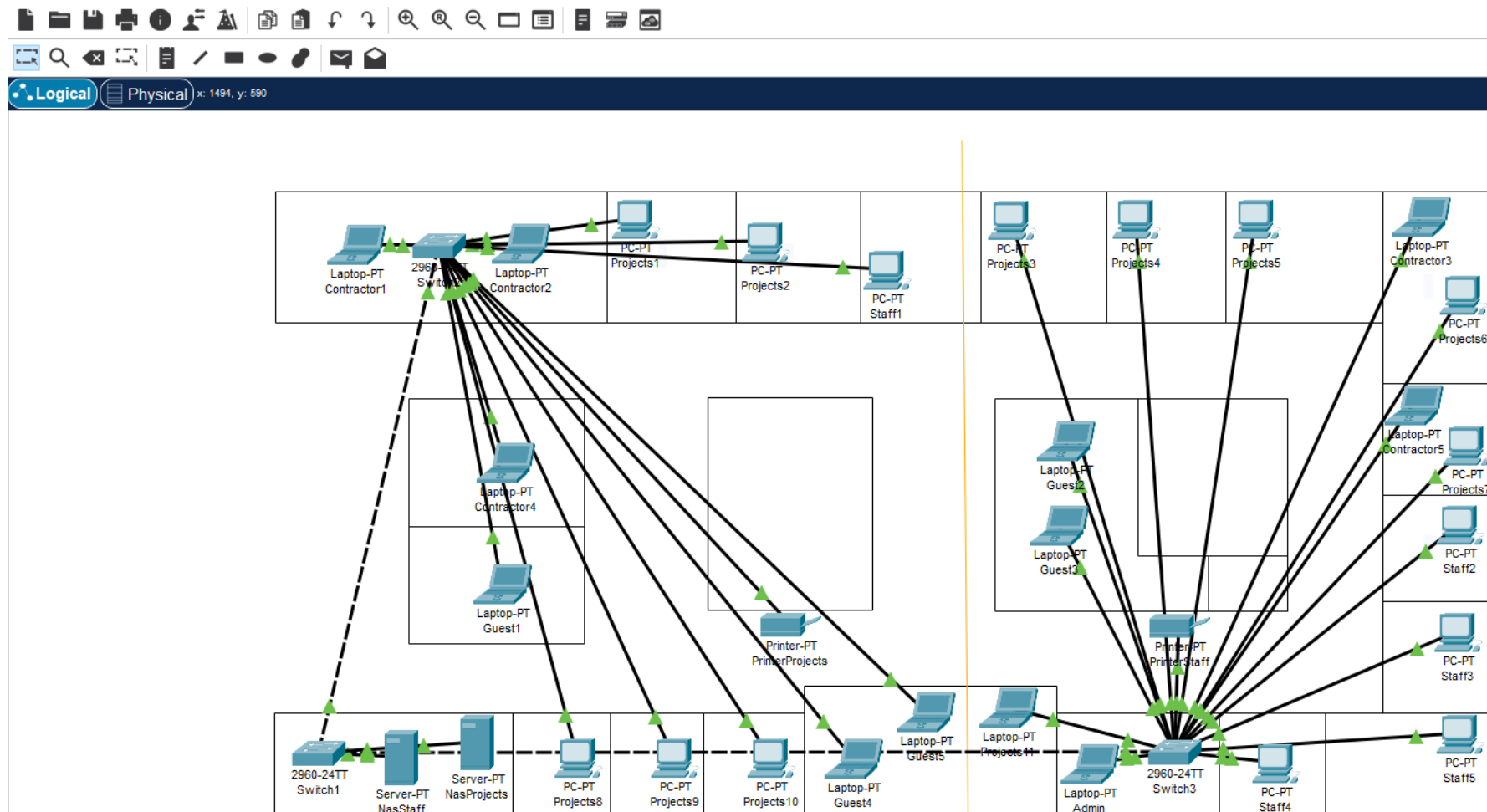


# Domáce zadanie (II.)

- konfigurácia 3 switchov – portov a VLAN
- 4 oddelenia – NB a PC podľa farby
- 5 vlanov – pre každé oddelenie + manažment vlan
- schéma zapojenia switchov, tlačiarňí a NAS
- Test: Používatelia musia overiť dostupnosť NAS a tlačiarne v ich vlan (projektové oddelenie a personálne oddelenie)
- Brigádnici sa navzájom „vidia“ v sieti, ale nemajú prístup do iných sietí



# Domáce zadanie (III.)





# Ďakujem za pozornosť!

pavol.sokol@upjs.sk

