MINISTERSTVO ŠKOLSTVA, VEDY, VÝSKUMU A ŠPORTU SLOVENSKEJ REPUBLIKY

UNIVERSITY OF ŽILINA
Faculty of Management Science and Informatics

Virtuálne LAN siete, smerovanie medzi nimi a ich škálovanie (VTP, DTP, extendedVLAN, L3 prepínanie)

PS1 – prednáška 4 (RSE kapitola 6, SN kapitola 2)

Mgr. Jana Uramová, PhD.

Katedra informačných sietí
FRI, UNIZA

Vytvorené v rámci projektu KEGA 026TUKE-4/2021.

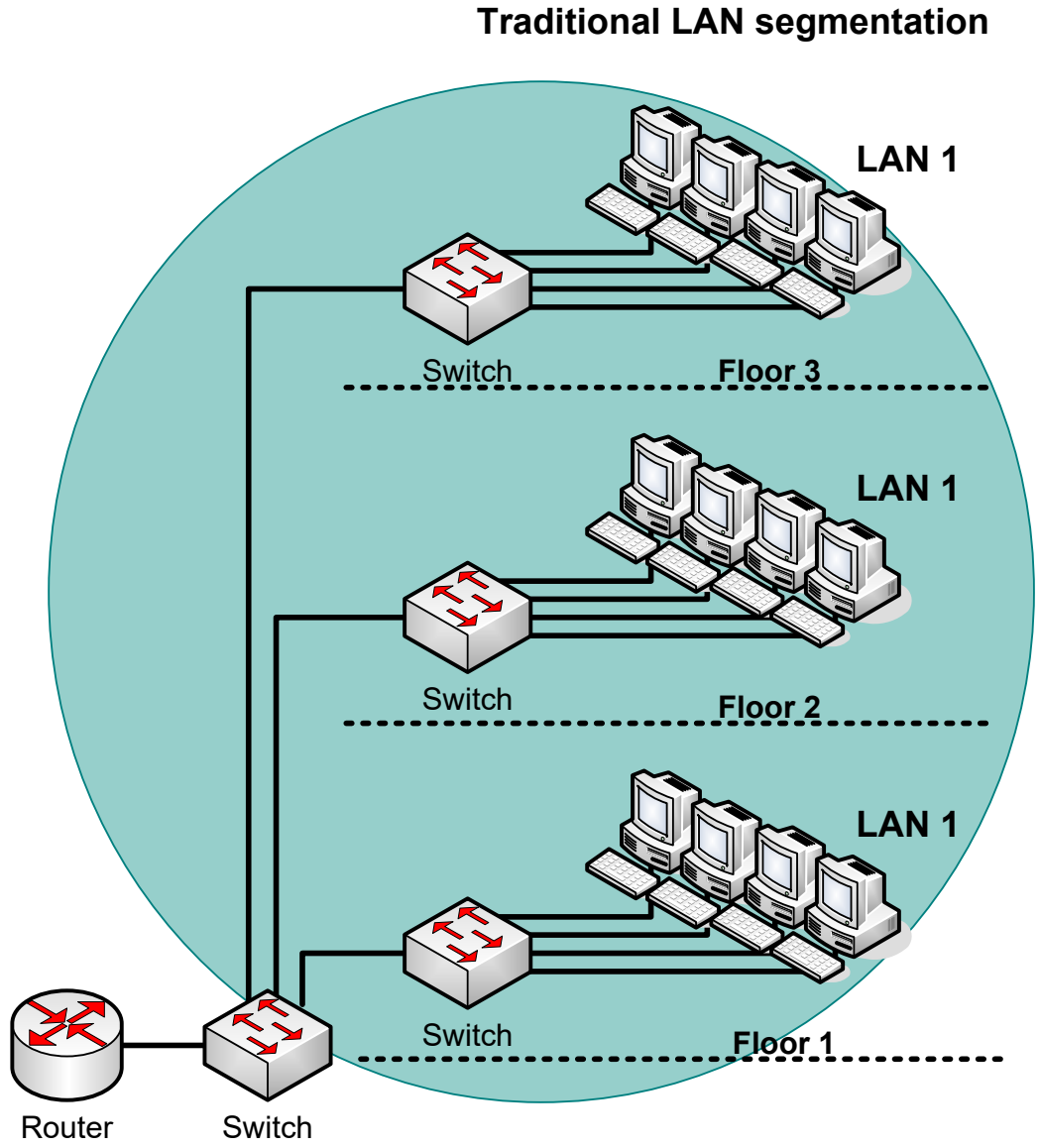
Úvod do VLAN sietí a trunkingu

RSE kapitola 6: VLANs a interVLAN routing

Motivácia pre virtuálne LAN siete

Situácia z praxe:

- V budove je zapojená štruktúrovaná kabeláž, každá miestnosť má niekoľko zásuviek
- Všetky zásuvky sú vyvedené do spojovacích panelov v rozvádzačoch
- Je potrebné vytvoriť nezávislé siete pre:
  - Vedenie podniku
  - Pracovníkov podniku
  - Hostí



Motivácia pre virtuálne LAN si

Riešenie 1:

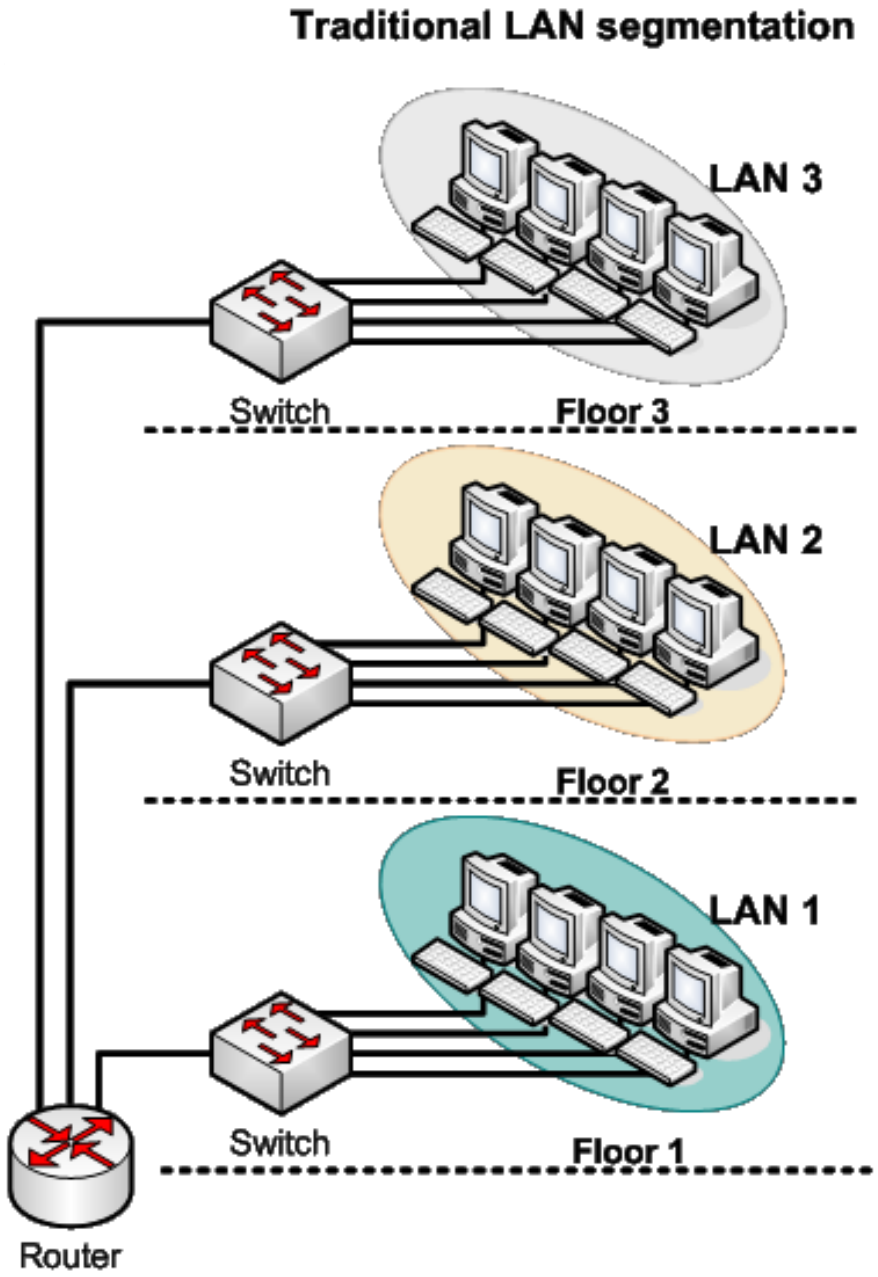
- Zapojiť zásuvky do samostatných prepínačov tak, aby každá sieť mala vlastný prepínač
- Prepínače podľa potreby prepojiť so smerovačmi

+ Výhody:

- Fyzická nezávislosť
- Každá sieť má vlastnú nezdieľanú prenosovú kapacitu

- Nevýhody:

- Neefektívne využitie zdrojov
- Malá operatívnosť pri zmenách



Motivácia pre virtuálne LAN

Riešenie 2:

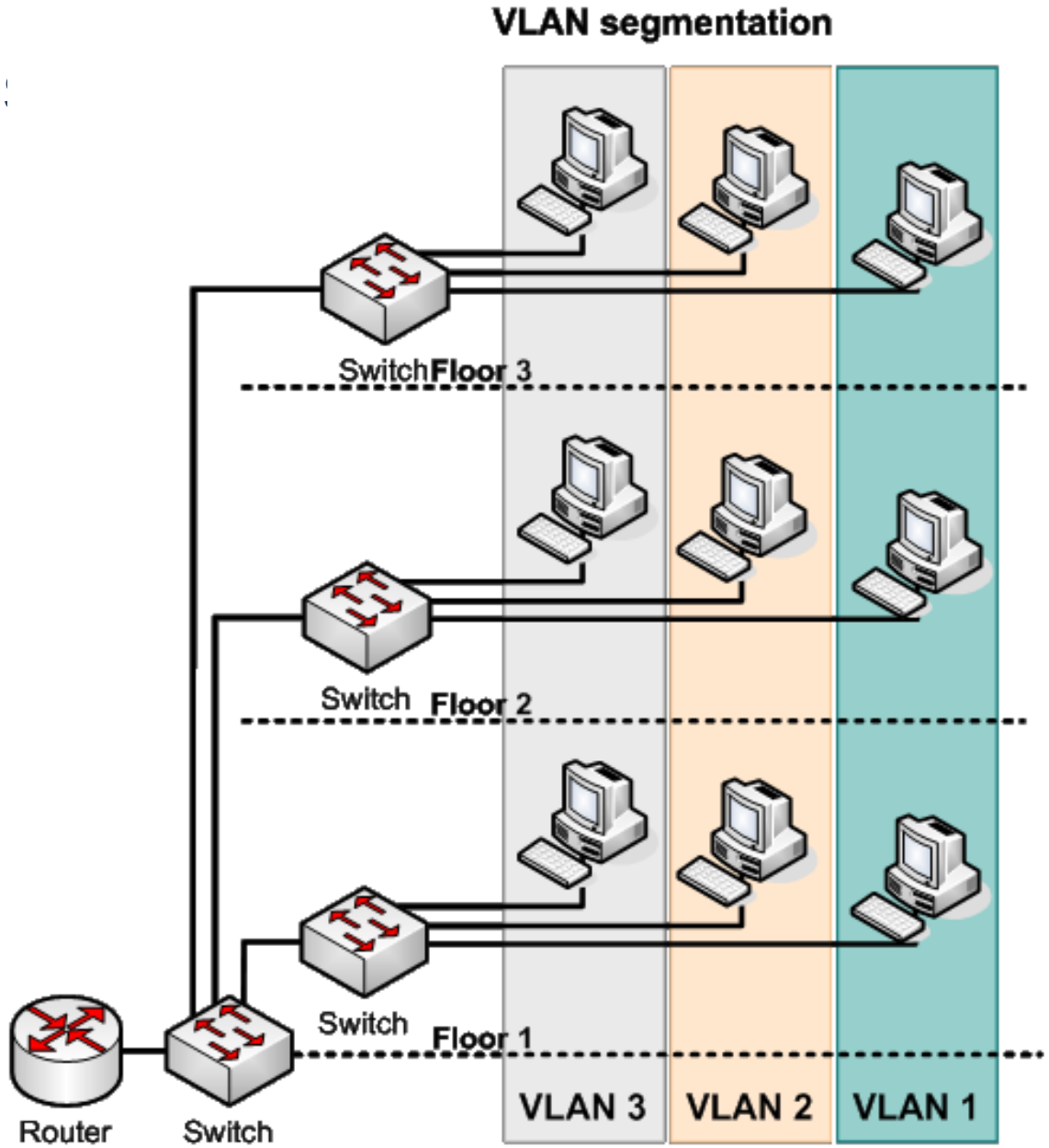
- Zapojiť všetky zásuvky do spoločného prepínača
- Porty prepínača konfiguračne zadeliť do samostatných izolovaných skupín, tzv. virtuálnych LAN
- Podľa potreby zriadiť smerovanie medzi týmito skupinami

\- Nevýhody:

- Porucha jedného prepínača sa môže dotknúť viacerých skupín
- Kapacita prepínačov sa delí medzi všetky skupiny

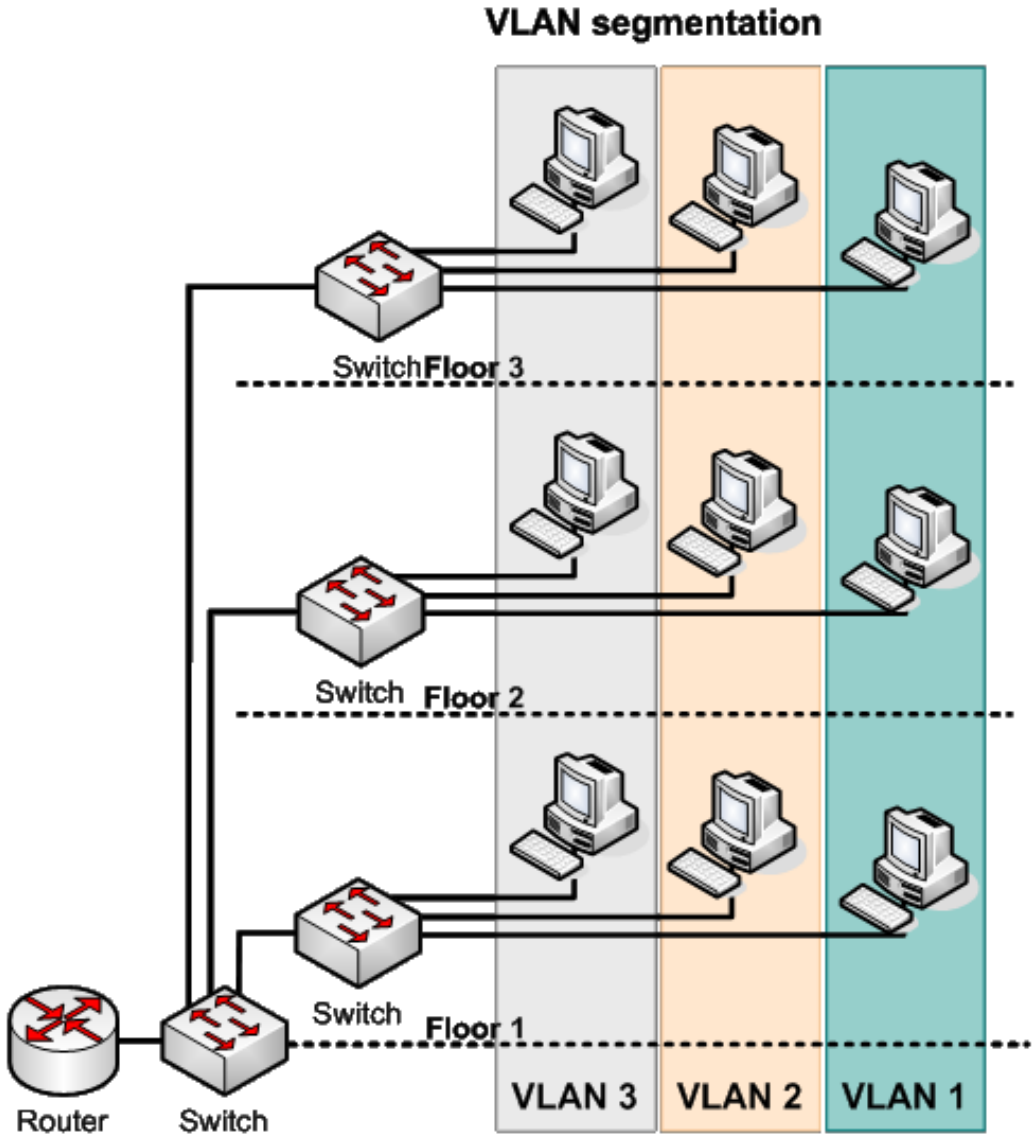
\+ Výhody:

- Množstvo, odhalíme neskôr ☺

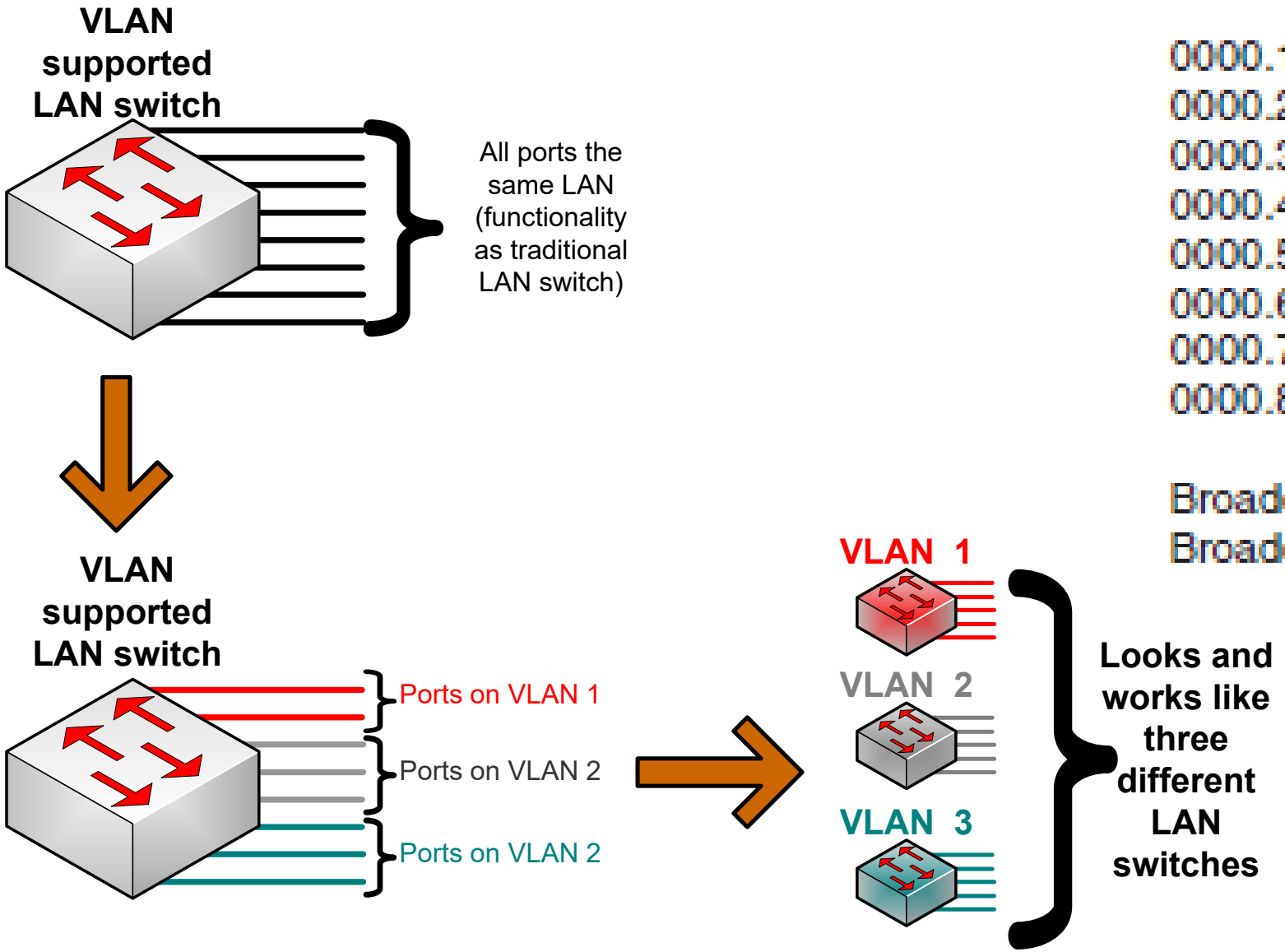


Ethernet – Virtuálne LAN

- Virtuálna LAN (VLAN) je nezávislá izolovaná broadcastová doména vytvorená logikou prepínača
  - Skupina portov, ktoré smú medzi sebou komunikovať bežným prepínaným spôsobom
  - Rámec prijatý v istej VLAN môže byť odoslaný iba iným portom v tej istej VLAN
  - Porty v rôznych VLAN od seba prepínač úplne izoluje
  - Fyzická LAN a VLAN sú z pohľadu koncových staníc nerozlíšiteľné
  - 1 VLAN ≈ 1 IP sieť



Princíp VLAN



Prepínacia tabuľka (CAM)

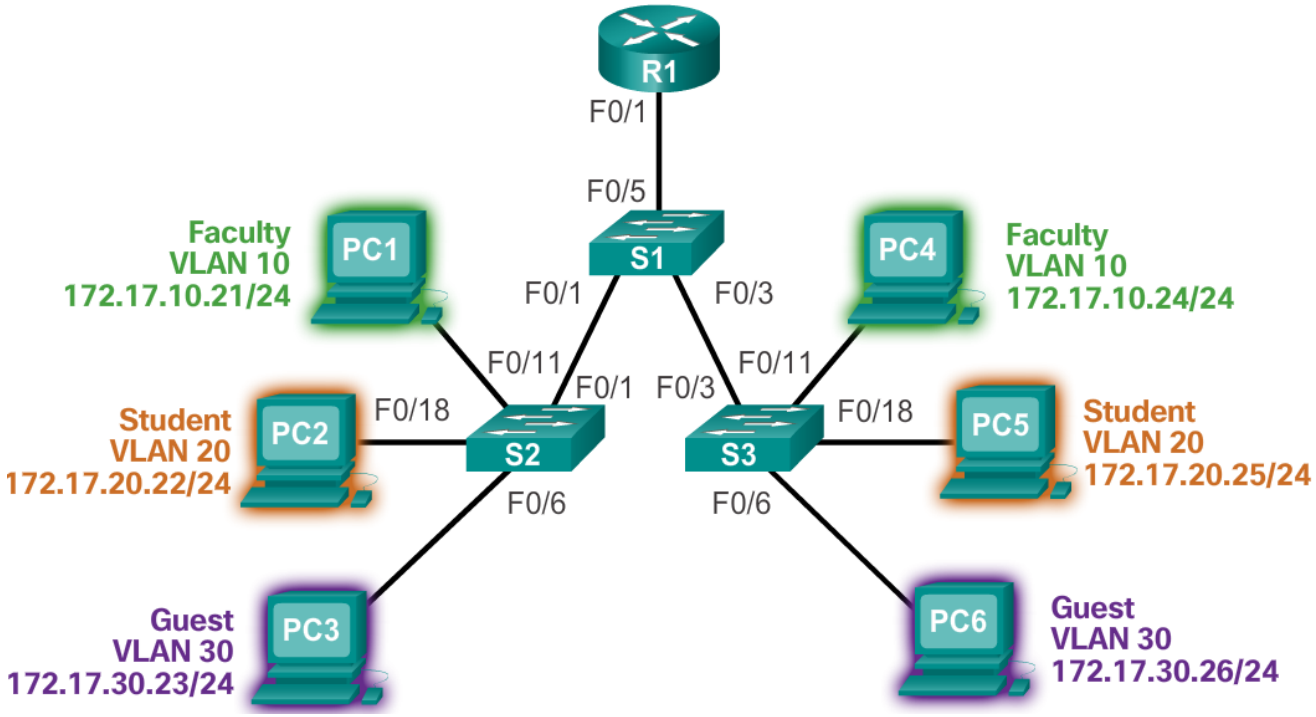
Forwarding Table

0000.1111.1111: port 11, vlan X
0000.2222.2222: port 6, vlan Y
0000.3333.3333: port 1, vlan X
0000.4444.4444: port 9, vlan X
0000.5555.5555: port 8, vlan Y
0000.6666.6666: port 14, vlan Y
0000.7777.7777: port 3, vlan X
0000.8888.8888: port 16, vlan Y

Broadcast: VLAN X: all VLAN X ports
Broadcast: VLAN Y: all VLAN Y ports

Výhody použitia VLAN

- Nesporná flexibilita
  - Jednoduché premiestňovanie staníc medzi VLAN
  - Jednoduché pridávanie staníc do konkrétnych VLAN
  - Jednoduchá zmena konfigurácie VLAN
- Predpoklady pre vyššiu bezpečnosť
  - Izolácia prevádzky vo VLAN
    - Jednu veľkú broadcastovú doménu rozbijem na viac menších
  - Lepšia kontrola nad komunikáciou
    - Použitie smerovačov
- Šetrenie finančných prostriedkov na infraštruktúru
  - Lepšie využitie prostriedkov prepínačov



Typy VLAN sietí podľa členstva staníc

- V praxi existuje niekoľko spôsobov, ktorými sa určuje členstvo staníc vo VLAN
  - Port je staticky konfiguračne priradený do práve jednej konkrétnej VLAN (tzv. port-based VLANs)
    - Takýto port sa zvykne nazývať prístupový (access) port
    - V súčasnosti najbežnejší spôsob implementácie VLAN sietí
    - Existujú mechanizmy, ktoré na základe zdrojovej MAC adresy rámca alebo autentifikácie používateľa dynamicky zaradia port do istej VLAN
    - Tieto mechanizmy umožňujú používateľovi byť vždy vo svojej domácej VLAN, i keď sa presúva medzi portmi prepínača
  - Členstvo vo VLAN sa dynamicky určuje pre každý rámec individuálne podľa MAC adresy odosielateľa
  - Členstvo vo VLAN sa dynamicky určuje pre každý rámec individuálne podľa obsahu rámca (tzv. protocol-based VLANs)

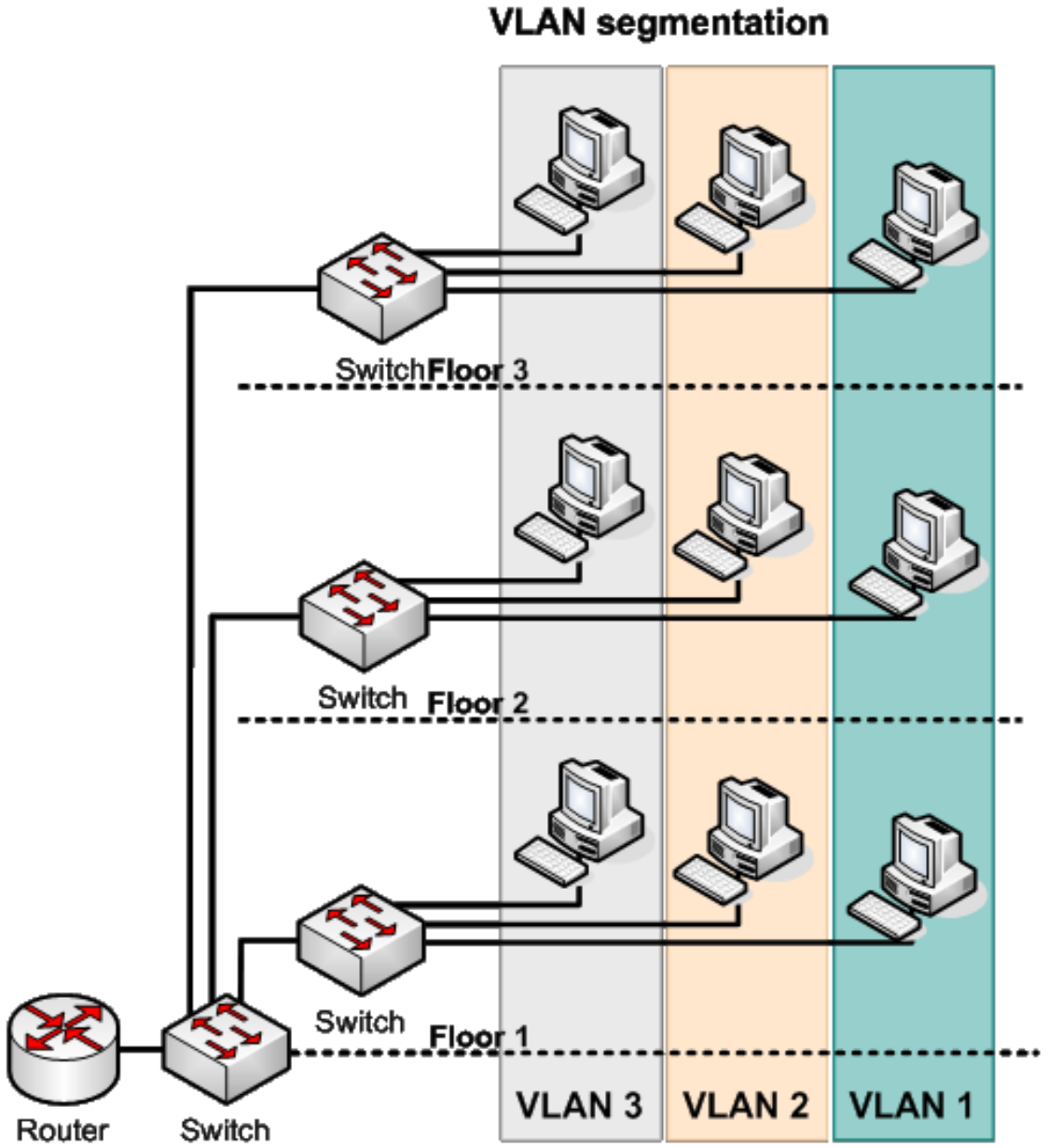
Interná práca prepínača s VLAN

- Implementovanie podpory **port-based** VLAN z pohľadu logiky switcha je relatívne jednoduché
  - Každá VLAN dostane pri konfigurácii svoje unikátne **číslo**
  - CAM tabuľka (Content Addressable Memory – obvod prepínača ukladajúci MAC adresy) sa rozšíri o stĺpec s číslom **VLAN**
  - Riadok CAM tabuľky bude teda obsahovať informácie v tvare

    `<VLAN> | <MAC> | <Port>`
- Rámec vchádzajúci istým portom bude **spracovaný** takto:
  - Ak je jeho source MAC adresa **neznáma, zaznačí sa** do tabuľky vrátane VLAN, do ktorej patrí prístupový port, ktorým rámec vošiel
  - **Príjemca** sa bude hľadať len medzi tými riadkami MAC tabuľky, ktoré majú **zhodné číslo VLAN** ako port, ktorým rámec vošiel
  - Ak je **príjemca neznámy** (unknown unicast, m-cast, b-cast), tak čo?
    - rámec bude odoslaný všetkými ostatnými portmi v tej istej VLAN

Motivácia pre trunking

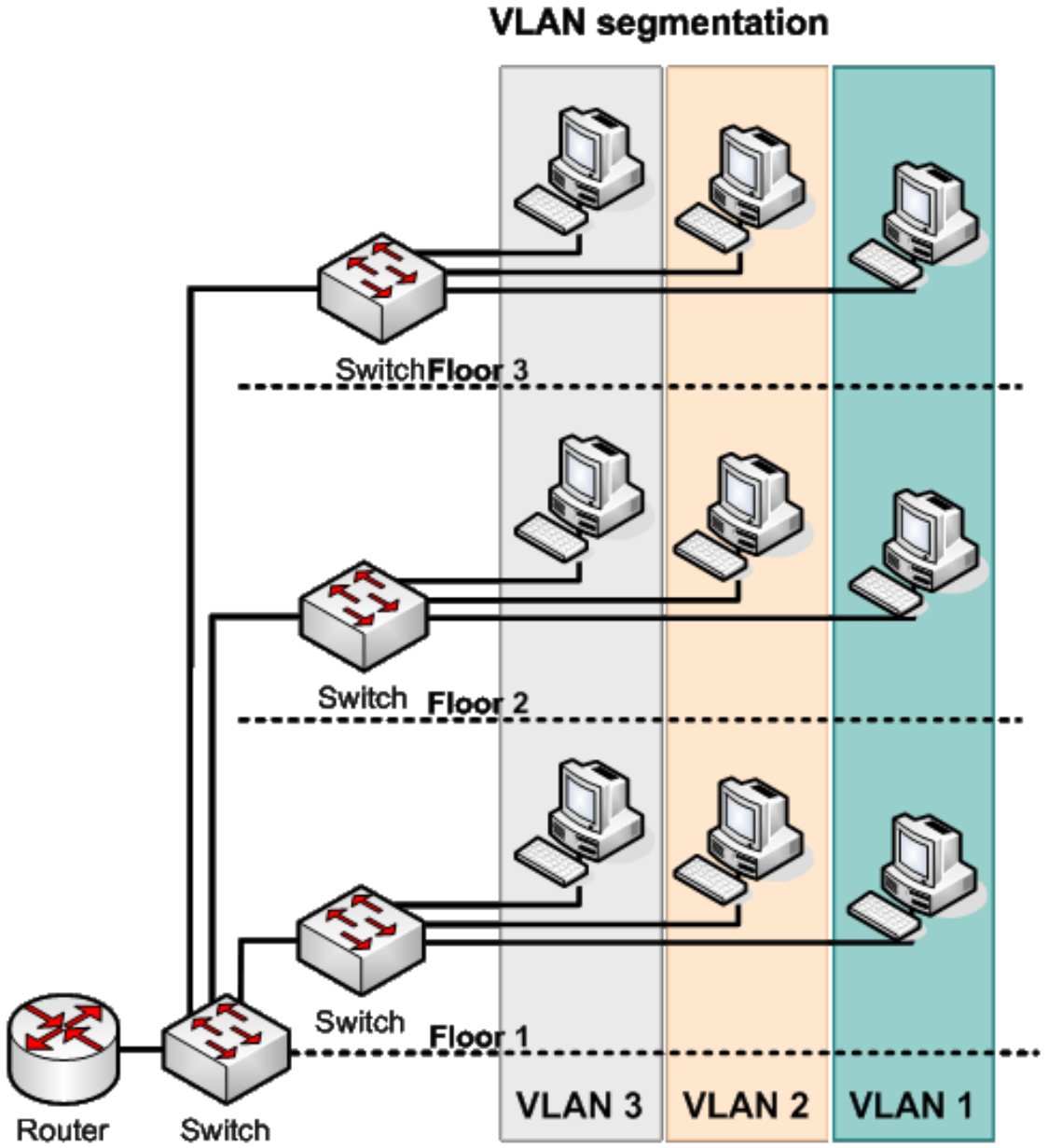
- Predstavme si teraz:
  - Každé poschodie budovy má vlastný prepínač
  - Na každom poschodí sú aj zamestnanci, aj potenciálni hostia s prístupom k sieti
  - Na prepínačoch sú vytvorené príslušné VLAN
  - Ako ich prepojiť, aby napr. VLAN pre hosťov bola súvislá, ale „nepretiekla“ do iných VLAN?



Motivácia pre trunking

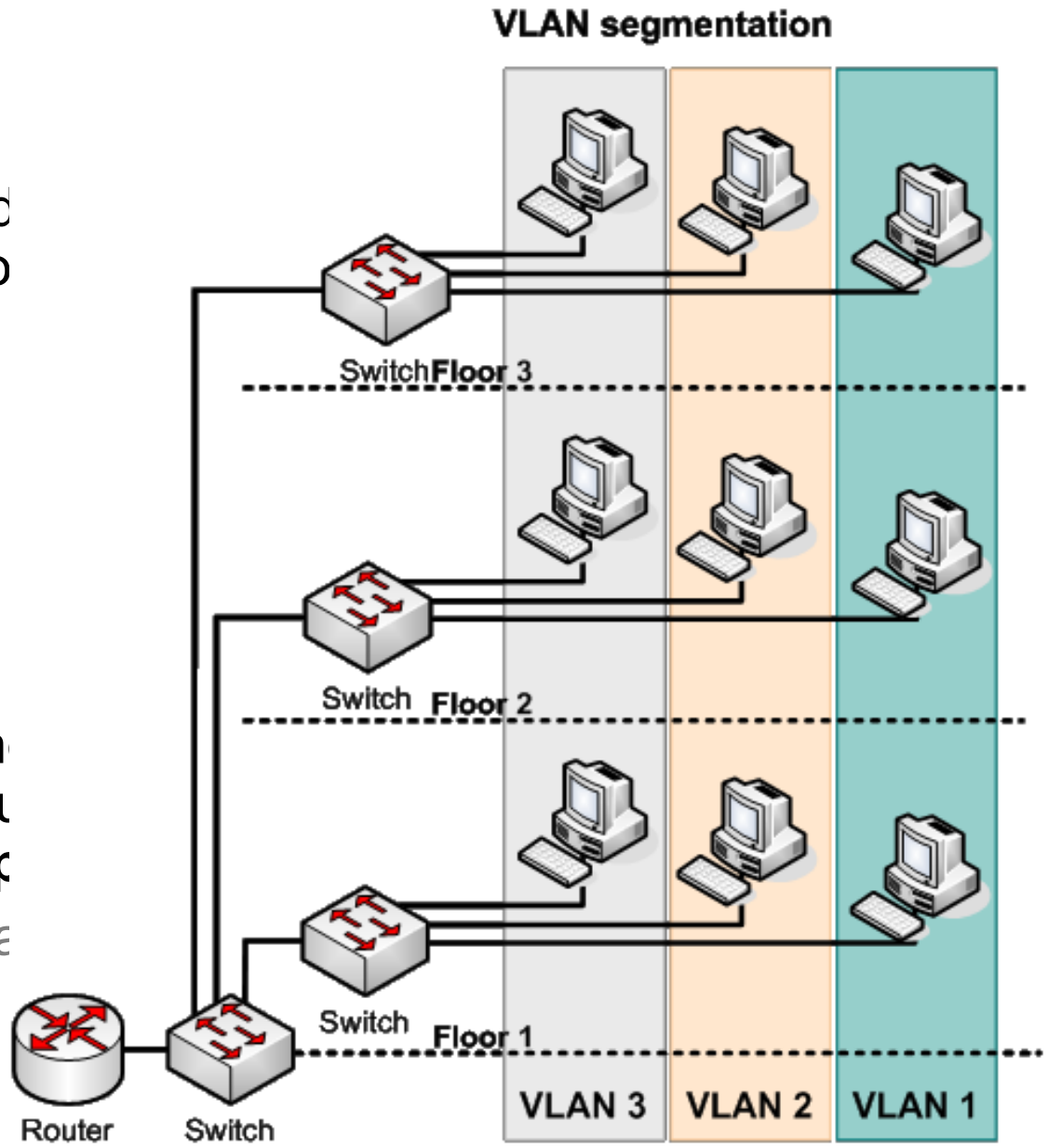
- **Riešenie 1**:
  - Na každom prepínači vyhradiť v každej VLAN porty na prepojenie s ďalšími prepínačmi
    - Ako by to vyzeralo? Dokresli obrázok...

- Zjavné nevýhody:
  - Je potrebné rezervovať veľké množstvo portov na každom prepínači, veľký počet prepojovacích káblov
  - Pri veľkom množstve VLAN a susedných prepínačov nepraktické až nerealizovateľné

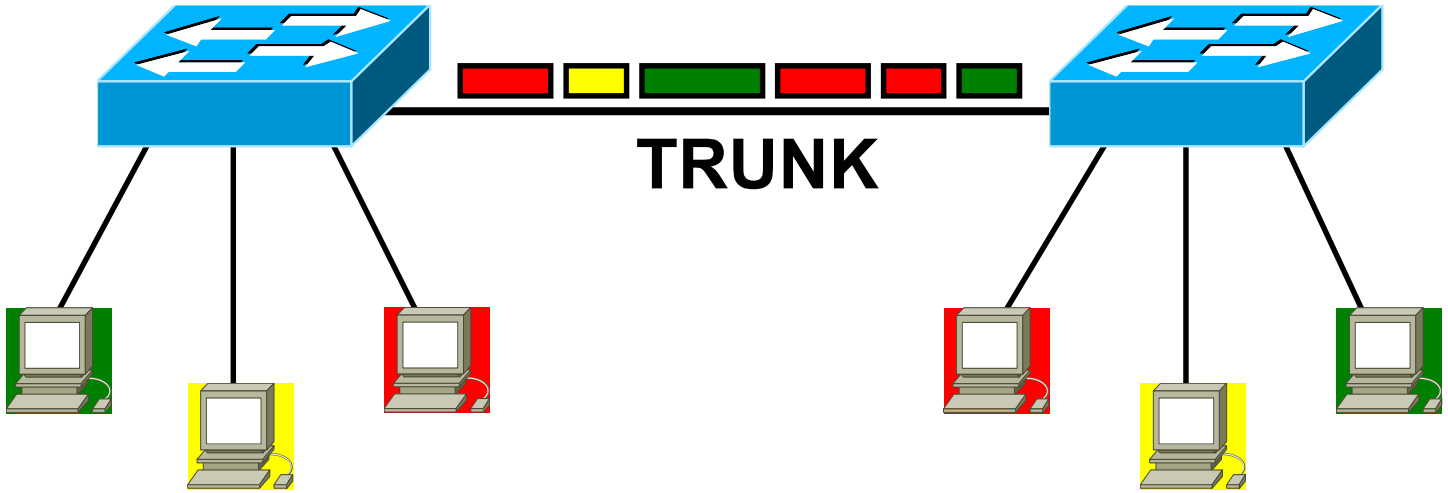


Trunking vo VLAN

- **Riešenie 2**:
  - Použiť na prepojenie dvoch prepínačov jed spoj, cez ktorý sa budú prenášať rámce zo všetkých VLAN
  - Ako potom ale rozlíšiť, do ktorej VLAN konkrétny rámec prenášaný týmto spojom
    - rámce sa budú značkovať
- Jedná sa o tzv. **trunking** (spôsob multiplexovania)
  - Pojmy „trunk“ a „trunking“ používa spoločn Cisco, iní výrobcovia môžu túto istú funkciu nazvať inak (napr. **tagging** alebo **tagged p**
- Trunk porty teda slúžia na prepojenie prepína tak, aby sa VLAN mohli súvisle rozprestierať nad viacerými prepínačmi a pritom aby nestratili svoju izolovanosť

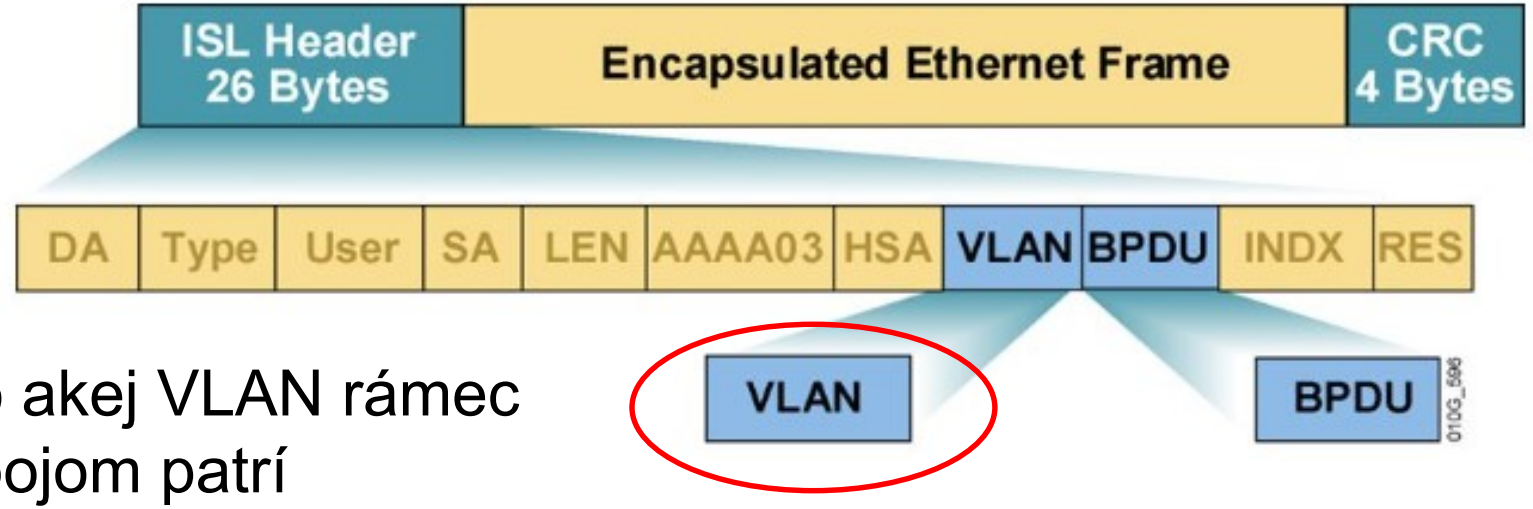


Trunking vo VLAN



- Porty pripojené k počítačom: **prístupové** (**access**) porty
  - Patria do jednej konkrétnej VLAN danej konfiguráciou
  - Nepoužívajú označovanie rámcov, pretože nie je potrebné
- Porty prepájajúce prepínače: **trunk** porty
  - Patria do všetkých existujúcich VLAN
  - Používajú označovanie rámcov na rozlíšenie VLAN, do ktorých patria

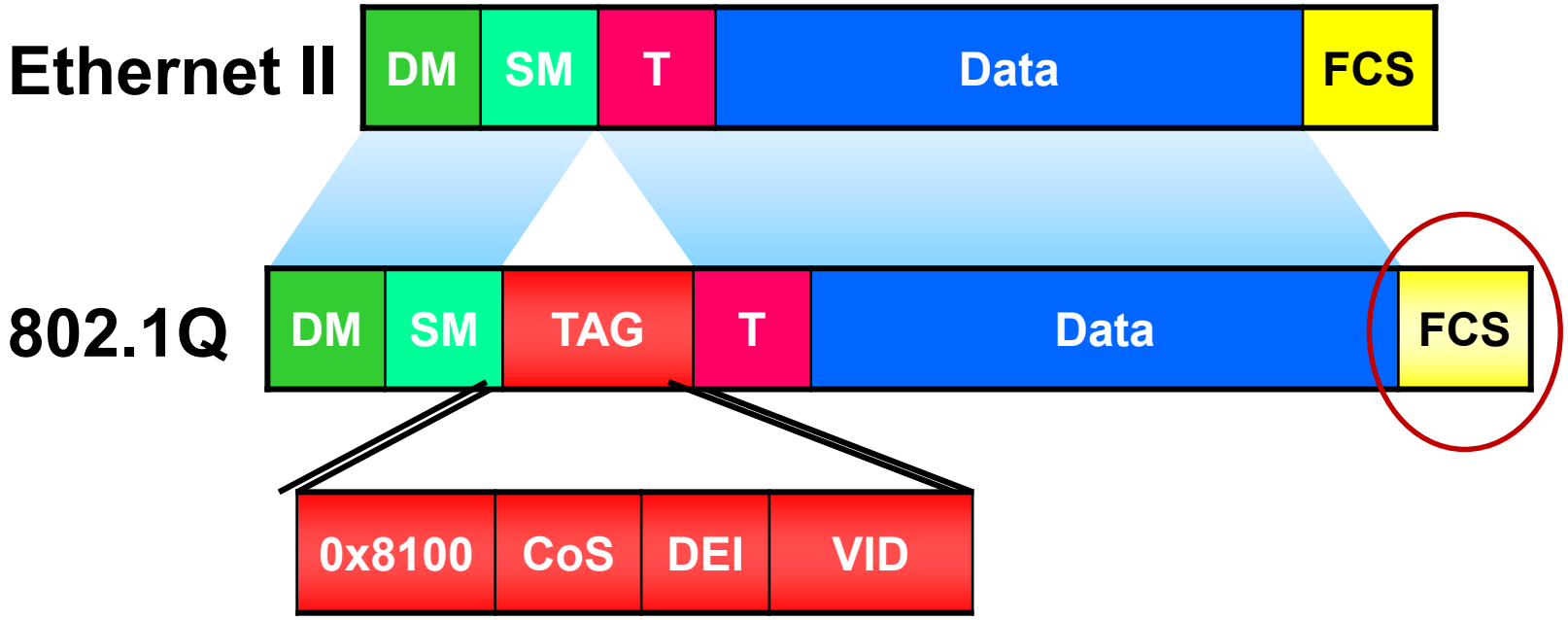
Trunk protokoly



- Existuje niekoľko spôsobov označovania, do akej VLAN rámec prenášaný trunkovým prepojom patrí
- **ISL (Inter-Switch Link)**
  - Proprietárny protokol spoločnosti **Cisco**
  - Rámce prechádzajúce trunk prepojom sa zabalia do nového rámca s prídavnou hlavičku s informáciou o VLAN
    - Celý pôvodný rámec sa balí do nového rámca – forma **tunelovania**
    - Formát pridanej hlavičky je technicky **SNAP**, pre obyčajné ethernetové prepínače sa javí ako multicastový rámec
    - Bežné prepínače budú rámec šíriť ako **multicast**, t.j. chovajú sa z pohľadu ISL ako zdieľaný segment
    - Prídavná hlavička a nový kontrolný súčet pridajú spolu **30B** ku každému rámcu

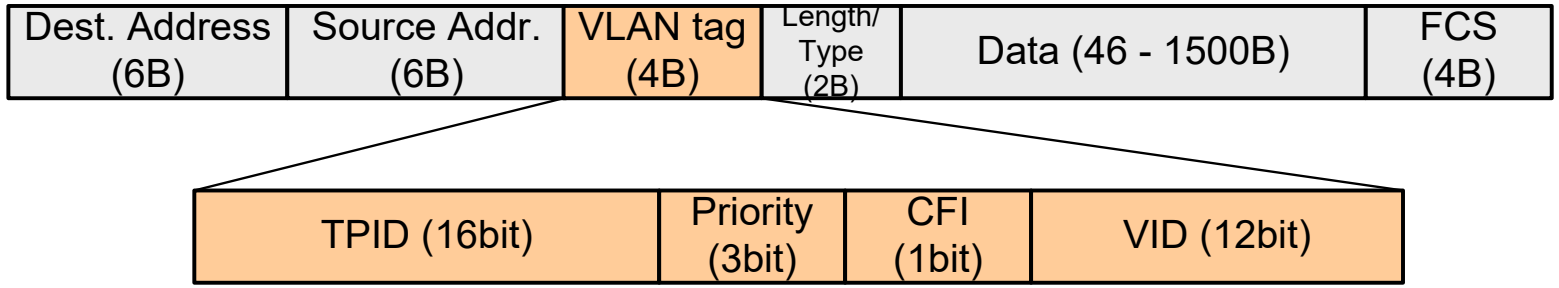
Značkovanie rámcov podľa 802.1Q

- **IEEE 802.1Q**
  - **Otvorený** štandard, široko podporovaný výrobcami sieťových zariadení aj operačných systémov
  - Zachováva **základnú** štruktúru ethernetového rámca



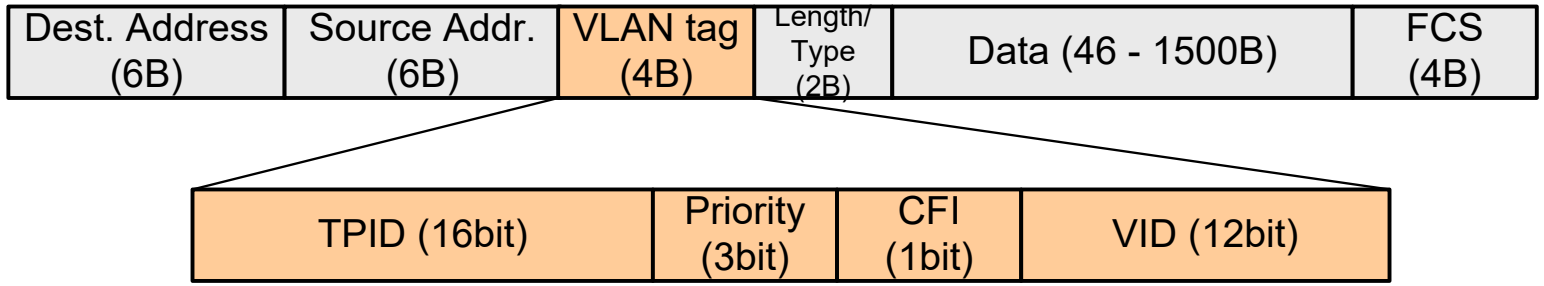
  - Značkovaný rámec je plne kompatibilný s bežnými ethernetovými rámcami
- Do tela rámca sa vkladá **4B značka**, tzv. tag
  - Nejedná sa o obaľovanie rámca do novej hlavičky
- Dovoľuje použiť 4094 rôznych VLAN
- Rozširuje Ethernet o možnosť priority rámcov

Formát značky 802.1Q



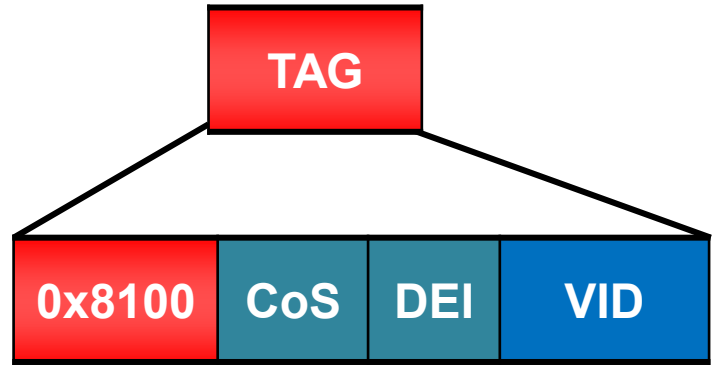
- **TPID (Tag Protocol Identifier)**: 16 bitov
  - Má povahu poľa EtherType
  - Obsahuje konštantnú hodnotu **0x8100**, ktorá informuje, že tento rámec je značkovaný
- **Priority**: 3 bity
  - Vyjadruje prioritu rámca v rozsahu 0-7
  - Toto prioritné značkovanie sa niekedy nazýva aj **Class of Service** (CoS marking) podľa IEEE 802.1p

Formát značky 802.1Q



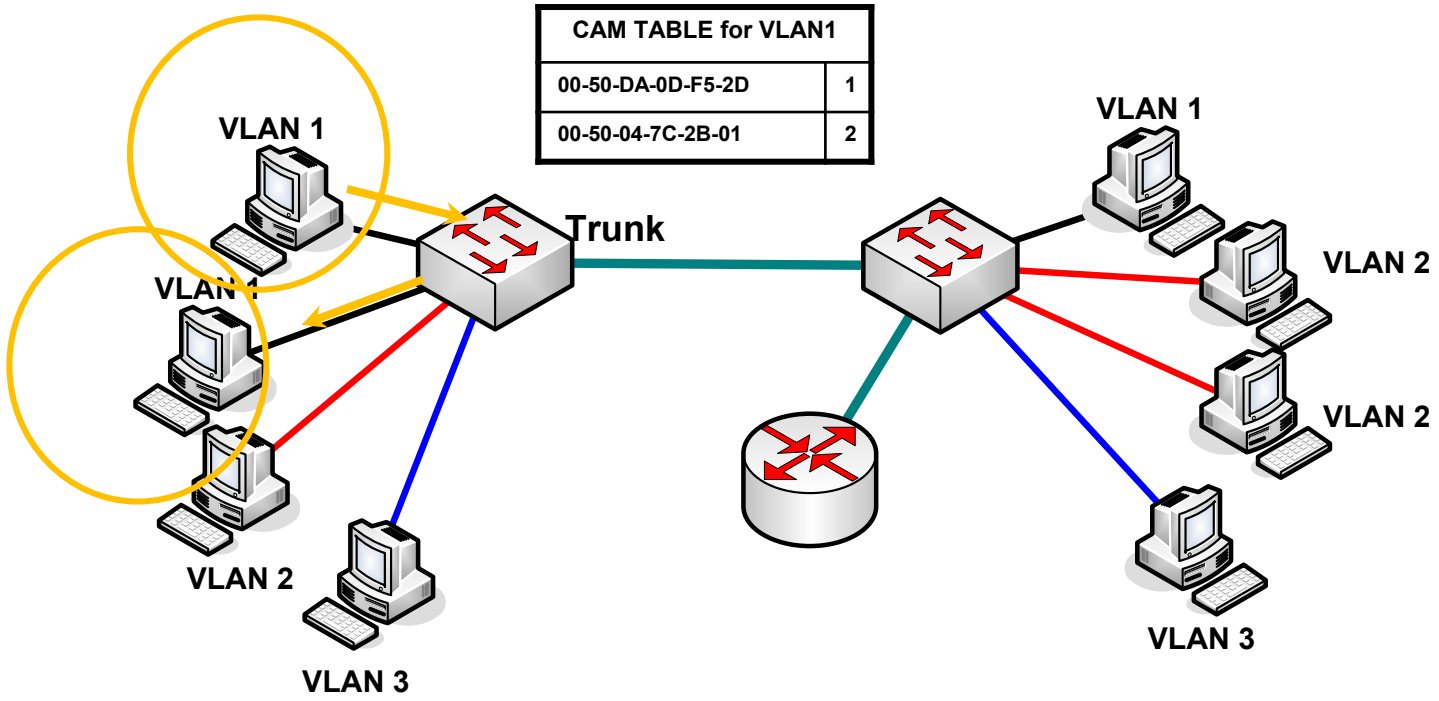
- **CFI (Canonical Format Indicator)**: 1 bit
  - Používané len v non-Ethernet sieťach (Token Ring)
  - Vyjadruje, či adresy v rámci sú/nie sú v tzv. kanonickom formáte (poradie bitov v bajte od Least Significant bit po Most Significant bit)
  - 802.1Q-2011 predefinoval CFI na **Discard Eligible Indicator** (info, že rámec môže v prípade nutnosti byť zahodený prednostne)
- **VID (VLAN Identifier)**: 12 bitov
  - Identifikuje VLAN, do ktorej rámec patrí
  - 4096 možných VLAN (0-4095)

Vyhradené čísla VLAN v 802.1Q



- Zo 4096 možných VLAN (0-4095) sú niektoré VLAN štandardom vyhradené
- **VLAN 0**
  - Vyjadruje, že tag nesie užitočnú informáciu len o **priorite** (CoS a DEI), avšak odosielateľ neuvádza, do akej VLAN patrí
  - Umožňuje koncovým staniciam vyznačovať prioritu v rámcoch bez toho, aby vedeli alebo rozumeli, čo sú VLAN a do akej patria
  - Rámec s tagom pre VLAN 0 patrí do predkonfigurovanej **VLAN portu**, ktorým vošiel (t.j. ako keby ani nemal 802.1Q tag)
- **VLAN 4095**
  - Číslo VLAN, ktoré sa nikdy nesmie objaviť v tagu
  - Výrobcovia prepínačov môžu toto číslo **interne** vo vnútri prepínača využiť pre svoje účely s istotou, že nebude kolidovať s reálnou VLAN

802.1Q – Intra VLAN komunikácia



Príklad:

Komunikácia medzi stanicami vo vnútri VLAN (Intra VLAN) na tom istom prepínači

Prepínač príjme rámec na prístupovom porte (**access port**)

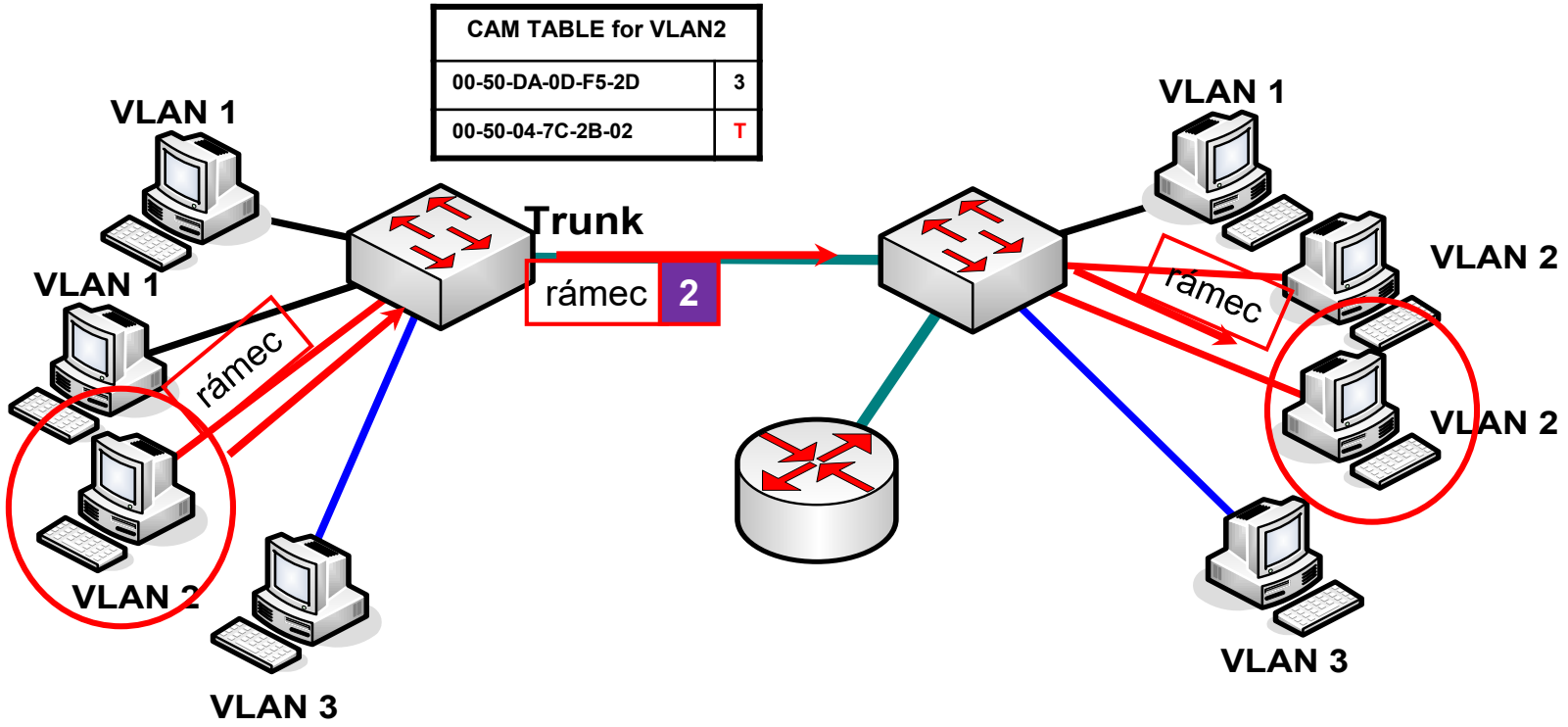
Prezrie CAM tabuľku pre VLAN 1

Prepne rámec na výstupný port

Rámec nie je pozmenený (značkovaný), lebo neprechádza trunk portom!

Rámec je prepnutý ako na bežnom prepínači

802.1Q – Intra VLAN komunikácia



Príklad:
Komunikácia medzi stanicami vo vnútri VLAN (Intra VLAN) na **rôznych** prepínačoch

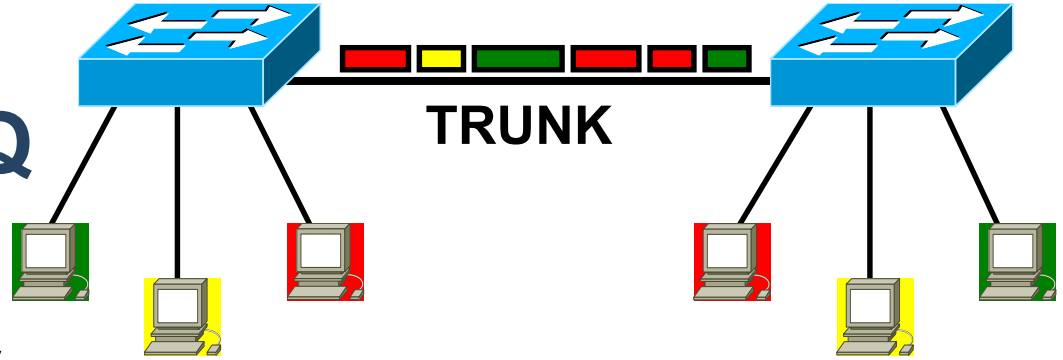
Prepínač príjme rámec na prístupovom porte (**access port**)
Prezrie CAM tabuľku pre VLAN 2
Rámec musí byť prepnutý cez trunk
Vloží tag identifikujúci, že rámec je pre VLAN 2
Prepne rámec na trunk port

Prijímajúci prepínač príjme rámec
Prezrie CAM tabuľku
Ak cieľová stanica je na jeho porte, odstráni tag a prepne rámec

Rámec je pri prechode trunkom označkovaný

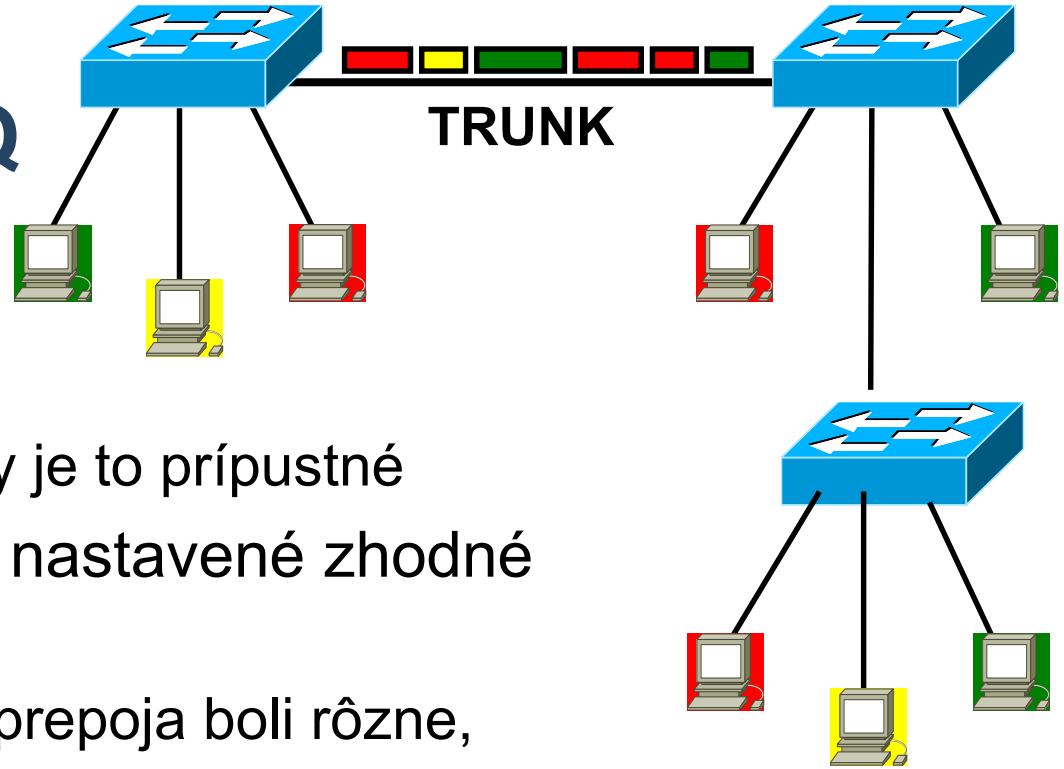
?

Koncept natívnej VLAN v 802.1Q



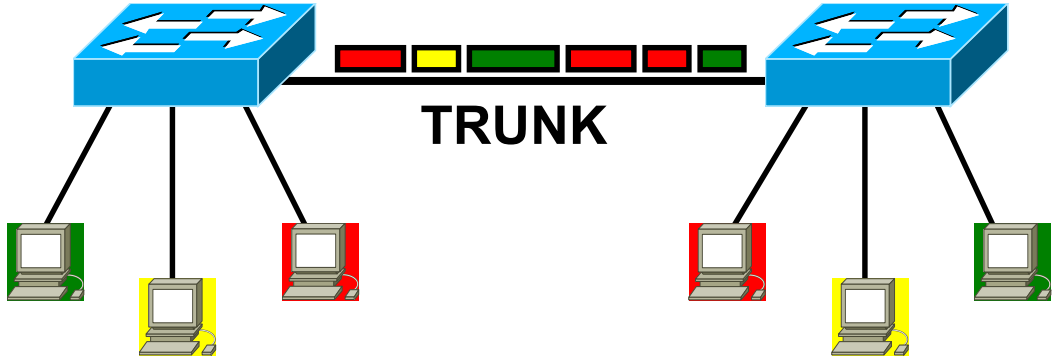
- Na trunk portoch sa teda predpokladá odosielanie a príjem značkovaných rámcov
- Čo však, ak na trunk port dorazí rámec bez značky?
  - Evidentne sú dve možnosti: rámec zahodiť alebo zaradiť do nejakej „VLAN poslednej možnosti“
  - V IEEE sa rozhodli použiť druhú možnosť
- Každý trunk port v 802.1Q má definovanú tzv. **natívnu VLAN**
  - Natívna VLAN je VLAN, ktorá ako jediná na trunk portoch **nebude** používať **značky**
  - Ak rámec patrí do natívnej VLAN trunk portu, ktorým má odísť, pri odoslaní značku nedostane
  - Ak rámec prijatý na trunk porte neobsahuje značku, bude zaradený do natívnej VLAN tohto portu

Koncept natívnej VLAN v 802.1Q



- Rôzne trunk porty na tom istom prepínači môžu mať nastavené rôzne natívne VLAN
  - Poväčšine to nie je dobrý nápad, ale technicky je to prípustné
- Vzájomne prepojené trunk porty **musia** mať nastavené zhodné natívne VLAN
  - Ak by natívne VLAN na oboch koncoch trunk prepoja boli rôzne, obe natívne VLAN by sa zliali do jednej
- Na väčšine prepínačov je výrobcom prednastavená VLAN 1 ako natívna VLAN
  - Niektorí výrobcovia nepoužívajú pojem „native VLAN“, ale napr. „untagged VLAN“ alebo „primary VLAN ID“

Prenos rámcov v 802.1Q VLAN

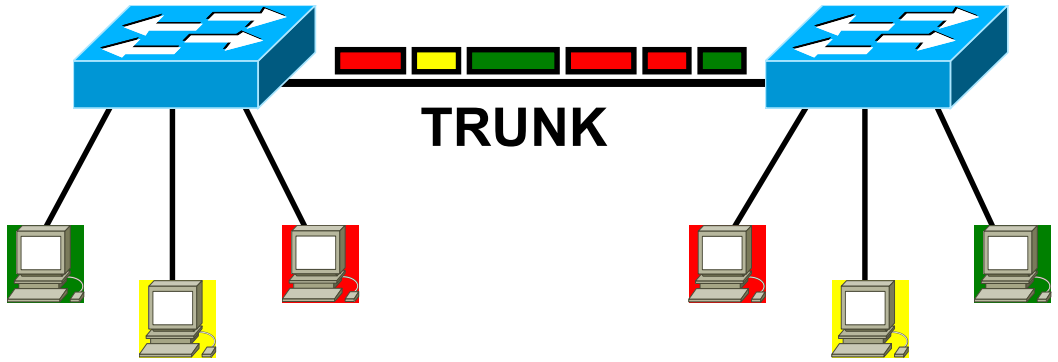


- Pozrime sa teraz detailne na proces pridávania a odoberania značky v 802.1Q VLAN sieti
- Sú 4 kombinácie možností doručenia rámca

Vstupný port	Výstupný port
prístupový	prístupový
prístupový	trunk
trunk	prístupový
trunk	trunk

- Výsledný proces je daný kombináciou činností pri prijatí a odoslaní rámca
  - Pri prijatí sa rámec musí zaradiť do vhodnej VLAN
  - Pri odoslaní musí rámec byť označkovaný alebo odznačkovaný podľa typu výstupného portu a podľa natívnej VLAN

Prijatie rámca



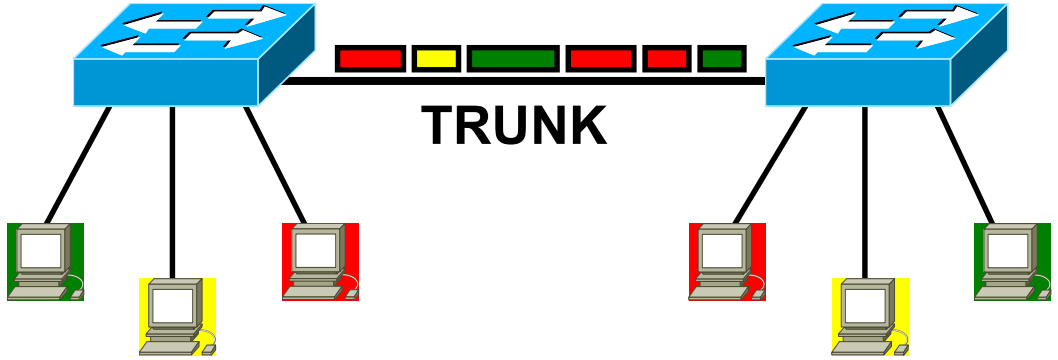
Ak je **vstupný** port **prístupový**, potom...

- Akceptované budú len platné rámce
  - Bez značky
  - Alebo so značkou, kde VID=0
  - Alebo so značkou s rovnakou hodnotou VID, do ktorej je zaradený port
- Rámec bude vždy doručovaný vo VLAN, do ktorej je zaradený port. Predchádzajúci krok je „sanity check“ obsahu rámcov

Ak je **vstupný** port **trunk**, potom...

- Akceptované budú platné rámce so značkou i bez nej
- Rámce bez značky a rámce so značkou s hodnotou VID=0 budú doručované v natívnej VLAN definovanej na porte
- Rámce s ostatnými hodnotami značiek budú spracované vo VLAN podľa hodnoty VID v značke

Odoslanie rámca



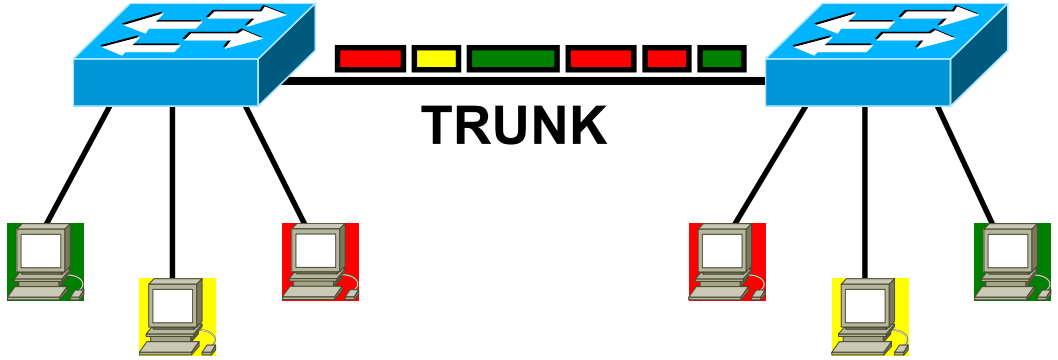
Ak je **výstupný** port **prístupový**, potom odchádzajúci rámec nemá mať značku

- Ak rámec pri prijatí značku mal, prepínač ju pred odoslaním odstráni
- Ak rámec pri prijatí značku nemal, prepínač značku nepridá

Ak je **výstupný** port **trunk**, potom...

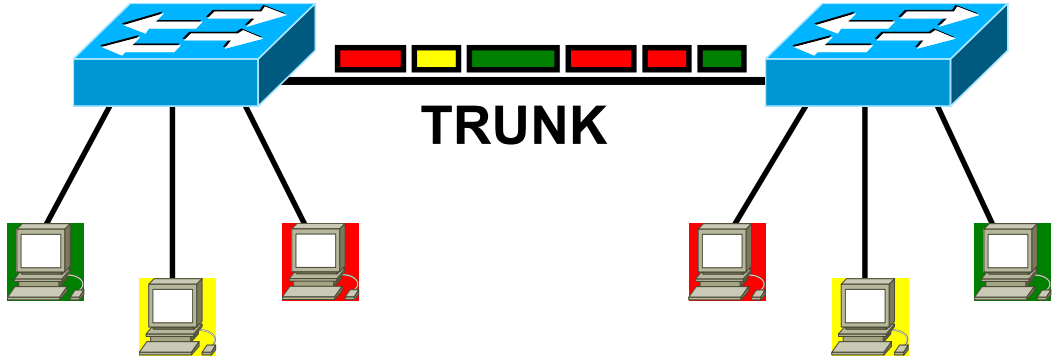
- Odchádzajúci rámec nemá mať značku, ak patrí do VLAN, ktorá je na porte definovaná ako natívna
  - Ak rámec pri prijatí značku mal, prepínač ju pred odoslaním odstráni
  - Ak rámec pri prijatí značku nemal, prepínač značku nepridá
- Odchádzajúci rámec má mať značku, ak patrí do inej VLAN než tej, ktorá je na porte definovaná ako natívna
  - Ak rámec pri prijatí značku nemal, prepínač ju pred odoslaním pridá
  - Ak rámec pri prijatí značku mal, prepínač ju v rámci ponechá

Resumé



- Rámec prijatý na prístupovom porte bude spracovaný v zodpovedajúcej prístupovej VLAN tohto portu
- Rámec prijatý na trunk porte bude spracovaný vo VLAN podľa značky, no ak značka chýba resp. ak VID=0, v natívnej VLAN
- Rámec odoslaný prístupovým portom nebude značkovaný
- Rámec odoslaný trunk portom bude obsahovať značku VLAN, do ktorej patrí, s výnimkou natívnej VLAN – rámce v natívnej VLAN sa na trunku odošlú bez značky

Na uvedomenie si

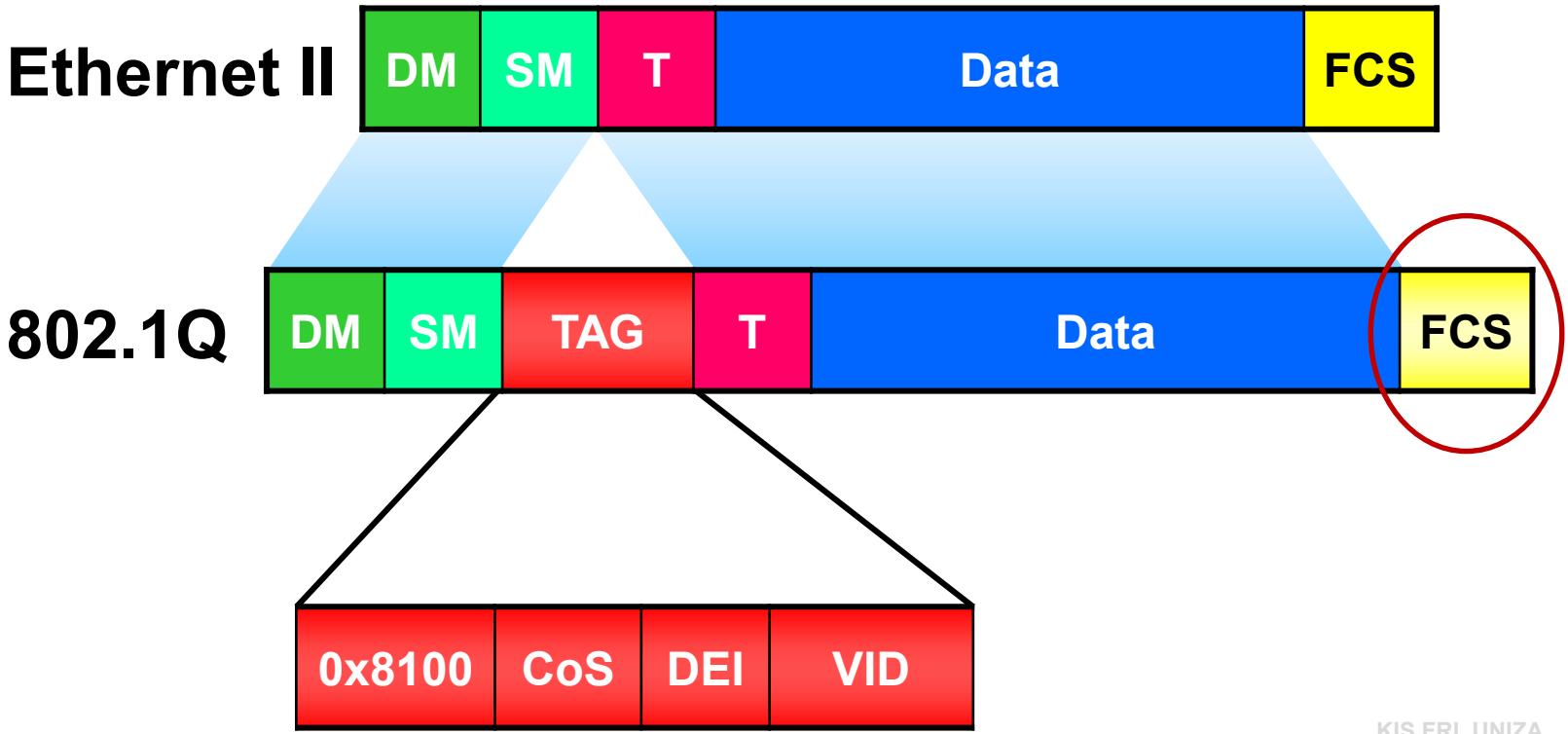


- Porty prepínača môžu byť dvojaké: **access** a **trunk**
  - Prístupový (access) port patrí do jednej konkrétnej VLAN, spravidla neznačkuje
  - Trunk port patrí do všetkých VLAN, značkuje
- VLAN tag sa pridáva a odoberá len na trunkovom spoji, koncové stanice o značkovaní spravidla nevedia
  - Tagging je primárne vec prepínačov
  - Len výnimočne sa značkované rámce posielajú aj voči koncovým staniciam (napr. pri smerovaní medzi VLAN, virtualizovaných serveroch, IP telefónii apod.)
- Na trunk porte prebieha učenie sa MAC adries rovnako ako na akomkoľvek inom porte
- Rovnaké VLAN musia byť na každom prepínači identicky očíslované

Na uvedomenie si

- Štruktúra **802.1Q** rámca je **kompatibilná** s formátom **Ethernet II**
- Podpora 802.1Q je implementovateľná aj **softvérovo**
- BSD, GNU/**Linux** bežne podporujú 802.1Q
- **Windows** nemá vlastné ovládače pre 802.1Q, obvykle je podpora VLAN súčasťou špecifického ovládača od konkrétneho výrobcu sieťového adaptéra

- Potenciálny problém: rámce väčšie ako 1518B (tzv. baby jumbo frames – do 1522B)
- Zavedením 802.1Q VLAN sa nezmenšuje počet záznamov v CAM tabuľke prepínačov



Správa VLAN vo väčších sieťach

- Ak sa VLAN rozprestierajú nad viacerými prepínačmi, je potrebné vytvoriť ich na **všetkých** prepínačoch
  - Pri konfigurácii VLAN sa vždy musí definovať jej číslo, voliteľne slovný názov a prípadné ďalšie parametre
  - Udržiavať manuálne tieto nastavenia zhodné na každom prepínači je vo väčšej sieti náročné
- Existujú viaceré **protokoly**, ktorými si prepínače navzájom **synchronizujú databázu VLAN** sietí
  - Cisco: **VTP** (VLAN Trunk Protocol)
  - IEEE: 802.1ak **MVRP** (Multiple VLAN Registration Protocol, jeho predchodcom bol protokol GVRP)
  - **SNMP** (Simple Network Management Protocol)
  - Tieto protokoly neriešia zatrieďovanie portov do konkrétnych VLAN, ale identický zoznam VLAN na prepínačoch v sieti

Typy VLAN na prepínačoch Cisco

- Na Cisco prepínačoch sa VLAN zvyknú označovať rôznymi prívlastkami podľa viacerých kritérií
- Podľa čísla VLAN:
  - **Normal range VLANs**: VLAN v rozsahu **1-1005**
    - Podporované na všetkých prepínačoch
    - Prenášané protokolom VTP, ak je použitý
    - Informácia o nich je vždy uložená vo flash:vlan.dat a môže byť aj v running-config
  - **Extended range VLANs**: VLAN v rozsahu **1006-4094**
    - Podporované na novších prepínačoch
    - Prenášané iba protokolom VTPv3 (len veľmi nové prepínače)
    - Informácia o nich je uložená v running-config, iba pri VTPv3 aj vo flash:vlan.dat

Typy VLAN na prepínačoch Cisco

Podľa spôsobu použitia:

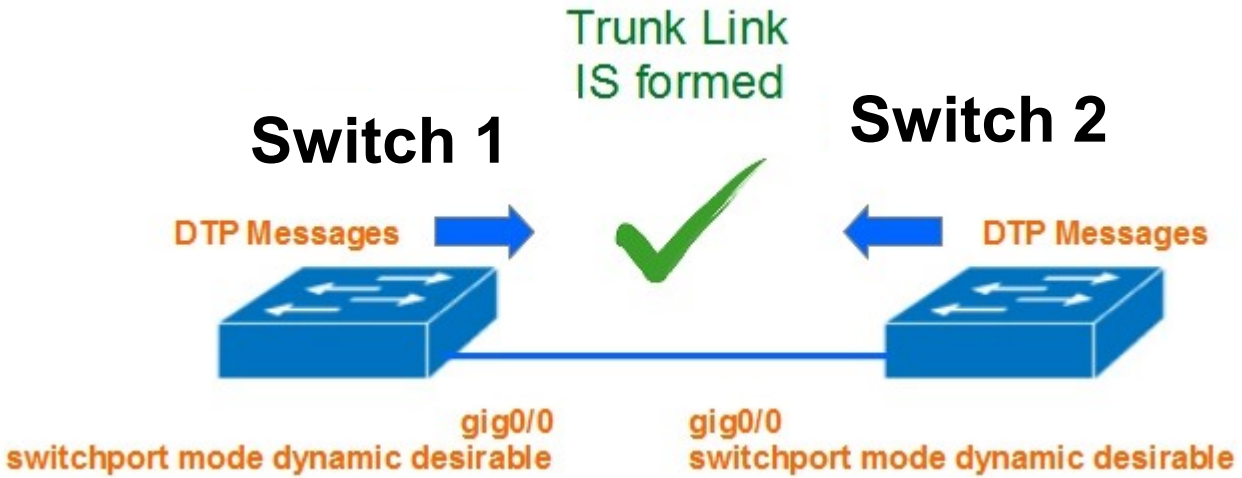
- **Default VLAN**: synonymum pre VLAN1
  - Vždy existujúca VLAN
  - Nemožno ju zmazať, premenovať, prečíslovať
  - Je automaticky použitá ako natívna VLAN na trunk portoch a ako access VLAN na prístupových portoch
- **Native VLAN**
  - VLAN, ktorá na trunku ako jediná nepoužíva značky
  - Implicitne je to VLAN1

```
Switch# show vlan brief

VLAN Name                Status    Ports
---- ------------------- --------- -------------------------
1    default             active    Fa0/1,  Fa0/2,  Fa0/3,  Fa0/4
                                   Fa0/5,  Fa0/6,  Fa0/7,  Fa0/8
                                   Fa0/9,  Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12
                                   Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16
                                   Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20
                                   Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
                                   Gi0/1,  Gi0/2
1002 fddi-default        act/unsup
1003 token-ring-default  act/unsup
1004 fddinet-default     act/unsup
1005 trnet-default       act/unsup
```

- **Access VLAN** resp. **Data VLAN**
  - Konkrétna jedna VLAN, do ktorej je zaradený prístupový port
- **Voice VLAN**
  - Prídavná (auxiliary) VLAN na prístupových portoch, v ktorej sa prenášajú dáta z a do IP telefónu, ak je k portu pripojený
- **Management VLAN**
  - VLAN, pre ktorú je nakonfigurovaný aj `interface VLAN`
  - V tejto VLAN má prepínač svoju vlastnú IP adresu (manažment)

Dynamic Trunking Protocol

Pomôcka pri rozbehu trunk portov – DTP



- Pri úvodnej konfigurácii novej prepínanej siete môže dôjsť k problémom, keď navzájom prepojené prepínače nepoužívajú na spoločnej linke ten istý režim portu (jeden je access, druhý je trunk)
- Cisco na svojich prepínačoch používa protokol **Dynamic Trunk Protocol**, ktorého úlohou je zariadiť, aby navzájom prepojené porty používali ten istý režim, ak je to možné
- DTP pomáha pri úvodnom rozbehu siete, ale nie je vhodný na trvalú prevádzku
  - Režimy portov access/trunk majú byť stanovené „natvrdo“ konfiguráciou, nie je vhodné spoliehať sa na automatické dojednanie
- **Predvolený** režim portov na Cisco prepínačov je **dynamický** režim (prispôsobujúci sa druhej strane)

Režimy portov na Cisco prepínačoch

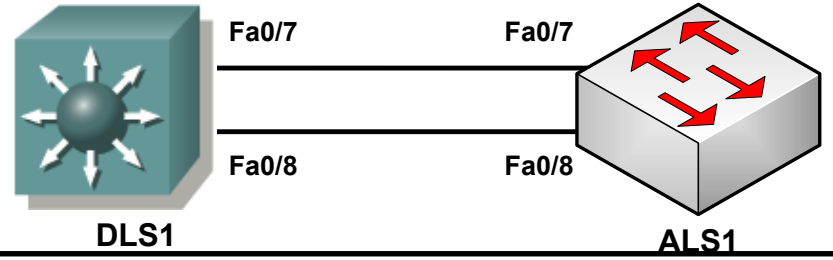
- S ohľadom na podporu DTP môžu porty na Cisco prepínačoch byť v niektorom z nasledujúcich režimov
  - **`switchport mode dynamic desirable`** (Catalyst 2950, 3550)
    - Port sa vie prispôsobiť druhej strane (dynamický port)
    - Port preferuje režim trunk, ohlasuje ho pomocou DTP
  - **`switchport mode dynamic auto`** (Catalyst 2960, 3560)
    - Port sa vie prispôsobit druhej strane (dynamický port)
    - Port preferuje režim access, ohlasuje ho pomocou DTP
  - **`switchport mode trunk`**
    - Port sa nevie prispôsobiť druhej strane (statický port)
    - Svoj režim trunk ohlasuje pomocou DTP
  - **`switchport mode access`**
    - Port sa nevie prispôsobiť druhej strane (statický port)
    - Na tomto porte je DTP úplne vypnuté (neodosiela ani neprijíma)

Režimy portov na Cisco prepínačoch

- Výsledný prevádzkový (operational) stav portov je daný kombináciou ich konfiguračných (administrative) stavov
  - Dynamic desirable + Dynamic desirable = Trunk
  - Dynamic desirable + Dynamic auto = Trunk
  - Dynamic auto + Dynamic auto = Access
  - Dynamic (akýkoľvek) + Trunk = Trunk
  - Dynamic (akýkoľvek) + Access = Access
  - Trunk + Trunk = Trunk
  - Access + Access = Access
  - Trunk + Access = PROBLEM

	Dynamic Auto	Dynamic Desirable	Trunk	Access
Dynamic auto	Access	Trunk	Trunk	Access
Dynamic desirable	Trunk	Trunk	Trunk	Access
Trunk	Trunk	Trunk	**Trunk**	Limited connectivity
Access	Access	Access	Limited connectivity	**Access**

DTP – statik trunk vs dynamic auto

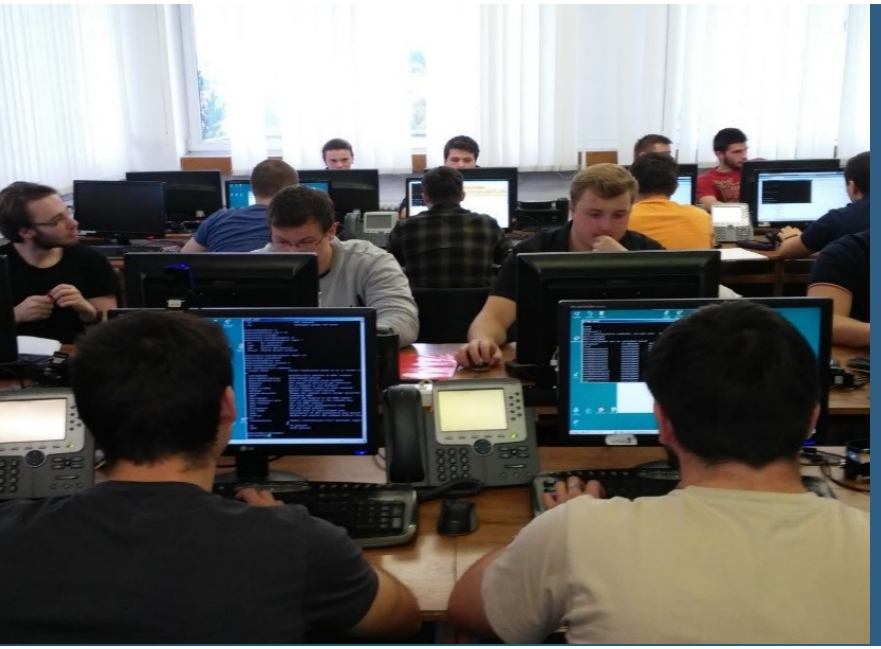



```
DLS1(config)#int ran fa 0/7 - 8
DLS1(config-if-range)#switchport trunk encapsulation
    dot1q
DLS1(config-if-range)#switchport mode trunk
DLS1#sh int trunk

Port        Mode             Encapsulation  Status
Fa0/7       on               802.1q         trunking
    1
Fa0/8       on               802.1q         trunking
    1

DLS1#sh int fa 0/7 switchport
Name: Fa0/7
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging:
    enabled
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk associations: none
Administrative private-vlan trunk mappings: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
```

```
ALS1#sh int trunk

Port        Mode             Encapsulation  Status
    Native
Fa0/7       auto             802.1q         trunking
    1
Fa0/8       auto             802.1q         trunking
    1



ALS1#sh int fa 0/7 switchport
Name: Fa0/7
Switchport: Enabled
Administrative Mode: dynamic auto
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging:
    enabled
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk associations: none
Administrative private-vlan trunk mappings: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
```

Odporúčania pre nasadzovanie VLAN

- Presunúť **nepoužité porty** do osobitnej nepoužívanej VLAN
  - Táto VLAN môže byť nakonfigurovaná ako tzv. suspendovaná, v ktorej je akákoľvek komunikácia zakázaná
  - Nepoužité porty sa rovnako odporúča úplne vypnúť
- Vytvoriť **osobitnú manažmentovú VLAN**, odlišnú od akejkoľvek inej existujúcej VLAN
  - Členmi tejto VLAN budú len prepínače, nie koncové stanice
  - Prístup z iných VLAN bude riešený cez smerovač
- **Zmeniť natívnu VLAN** na trunk portoch na osobitnú VLAN odlišnú od akejkoľvek inej existujúcej VLAN
  - Členom tejto natívnej VLAN nebude vôbec nikto
  - Predchádzanie útokom pomocou dvojitého značkovania
- Pre vzdialený manažment povoliť **iba SSH**, deaktivovať Telnet
- Na trunk portoch po ich konfigurácii a rozbehu **deaktivovať DTP**
- Neponechávať žiadne porty v (predvolenom) dynamickom režime
- **Vyhýbať sa akémukoľvek používaniu VLAN1**



Príkazy na overenie a zmenu nastavení VLANs

Zobrazenie VLAN databázy

```
Switch# show vlan brief

VLAN Name                Status    Ports
---- ------------------- --------- -------------------------
1    default             active    Fa0/1,  Fa0/2,  Fa0/3,  Fa0/4
                                   Fa0/5,  Fa0/6,  Fa0/7,  Fa0/8
                                   Fa0/9,  Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12
                                   Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16
                                   Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20
                                   Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
                                   Gi0/1,  Gi0/2
1002 fddi-default        act/unsup
1003 token-ring-default  act/unsup
1004 fddinet-default     act/unsup
1005 trnet-default       act/unsup
```

- All ports assigned to VLAN 1 to forward data by default.
- Native VLAN is VLAN 1 by default.
- Management VLAN is VLAN 1 by default.
- VLAN 1 cannot be renamed or deleted.

- Default VLAN
- Management VLAN
- Native VLAN
- User/Data VLANs
- Black Hole VLAN
- Voice VLAN

Zmena príslušnosti portu do VLAN

```
S1# config t
S1(config)# int fa0/11
S1(config-if)# switchport mode access
S1(config-if)# switchport access vlan 20
S1(config-if)# end
S1#
S1# show vlan brief

VLAN Name                 Status     Ports
---- -------------------- --------- -------------------------------
1    default              active     Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4
                                     Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
                                     Fa0/9, Fa0/10, Fa0/12, Fa0/1
                                     Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/
                                     Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/
                                     Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gi0/
                                     Gi0/2
20   student              active     Fa0/11
1002 fddi-default         act/unsup
1003 token-ring-default   act/unsup
1004 fddinet-default      act/unsup
1005 trnet-default        act/unsup
S1#
```

Zmazanie VLANy

```
S1# conf t
S1(config)# no vlan 20
S1(config)# end
S1#
S1# sh vlan brief

VLAN Name                 Status    Ports
---- ---------------      --------- -------------------------------
1    default              active    Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4
                                    Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
                                    Fa0/9, Fa0/10, Fa0/12, Fa0/13
                                    Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17
                                    Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21
                                    Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gi0/1
                                    Gi0/2
1002 fddi-default         act/unsup
1003 token-ring-default   act/unsup
1004 fddinet-default      act/unsup
1005 trnet-default        act/unsup
```

Overenie VLAN info

```
S1# show interfaces vlan 20
Vlan20 is up, line protocol is down
  Hardware is EtherSVI, address is 001c.57ec.0641 (bia
001c.57ec.0641)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  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 IP multicast)
     0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
     0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 interface resets
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Konfigurácia trunk portu

```
S1(config)# interface f0/1
S1(config-if)# switchport mode trunk
S1(config-if)# switchport trunk native vlan 99
S1(config-if)# end
S1# show interfaces f0/1 switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 99 (VLAN0099)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging: enabled
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk associations: none
Administrative private-vlan trunk mappings: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
<output omitted>
```

Zmena trunku na access port

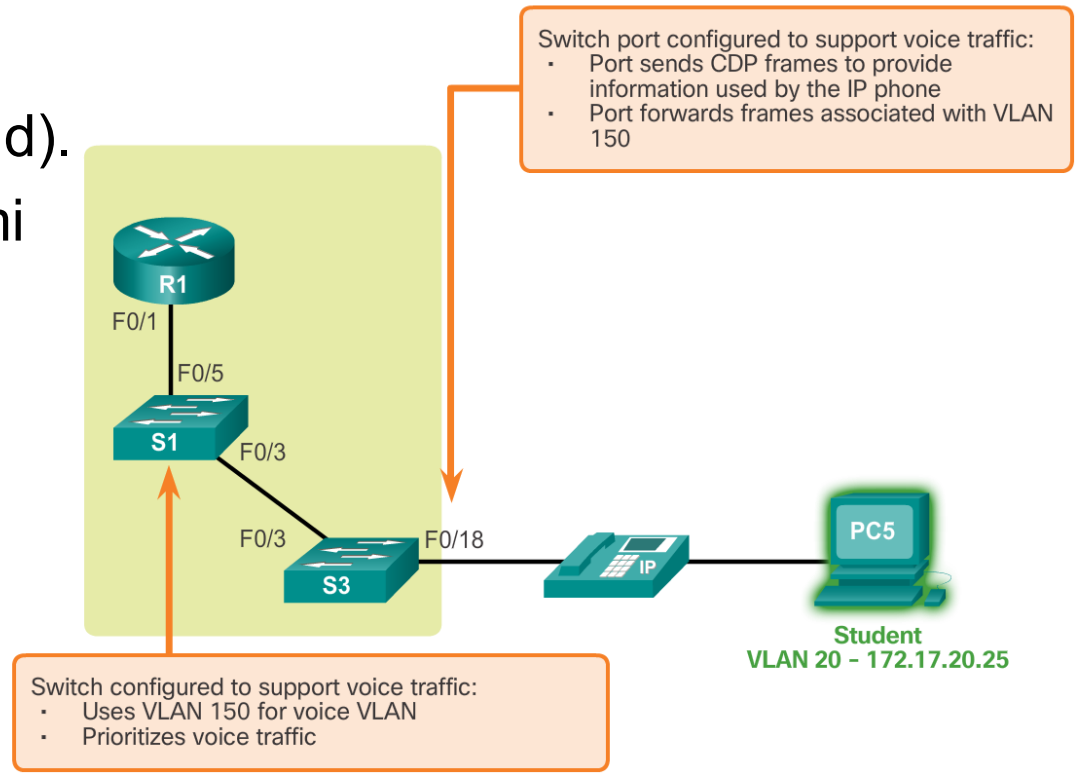
```
S1(config)# interface f0/1
S1(config-if)# no switchport trunk allowed vlan
S1(config-if)# no switchport trunk native vlan
S1(config-if)# end
S1# show interfaces f0/1 switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
<output omitted>
Administrative private-vlan trunk mappings: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
<output omitted>
```

Zmena trunku na access port

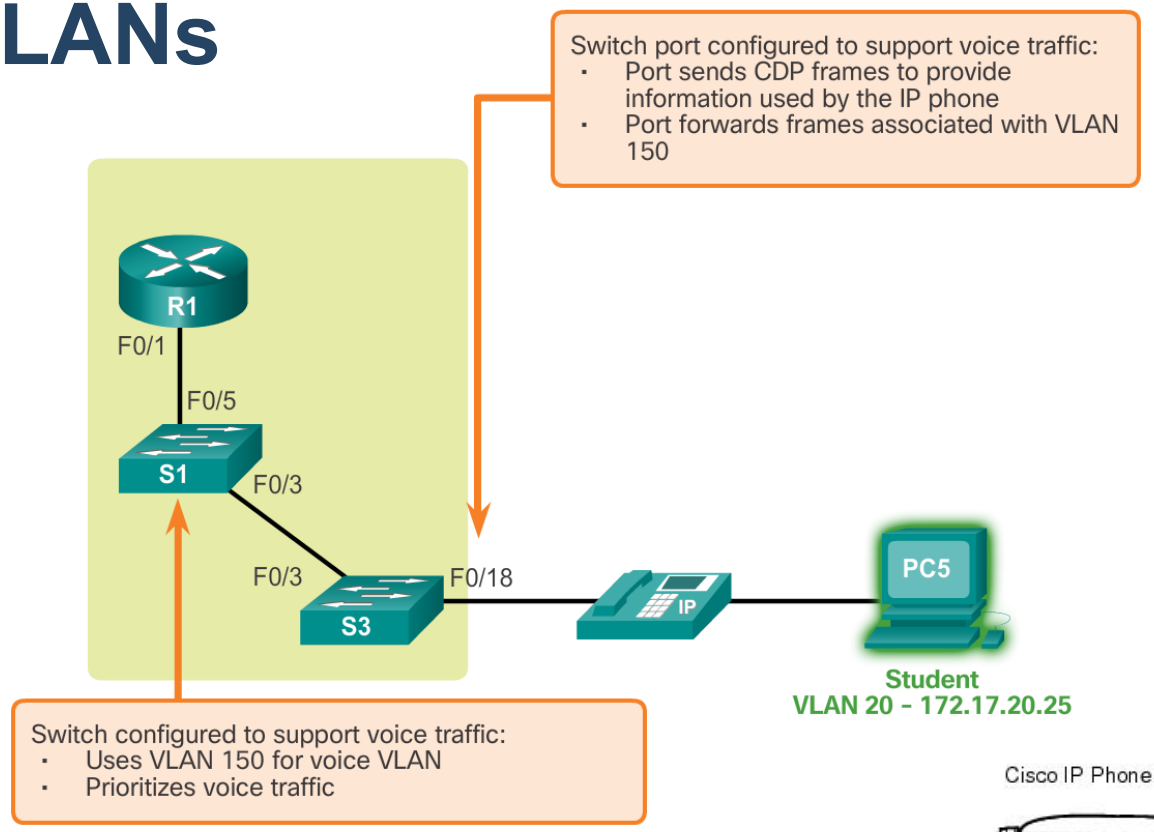
```
S1(config)# interface f0/1
S1(config-if)# switchport mode access
S1(config-if)# end
S1# show interfaces f0/1 switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: static access
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
<output omitted>
```

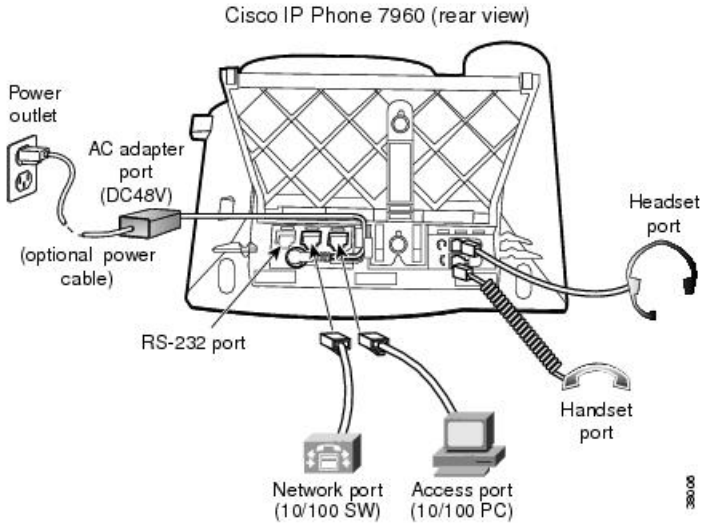
Voice VLANs

- VoIP prevádzka je citlivá na oneskorenie a vyžaduje:
  - Garantovanú šírku pásma (bandwidth)
    - Pre zabezpečenie potrebnej kvality hlasu
  - Prioritu pred ostatnými typmi prevádzky.
    - Hlavne v stave zahltenia
  - Oneskorenie menšie ako 150 ms (end-to-end).
  - Všetko viem zabezpečiť QoS mechanizmami
- Voice VLAN:
  - Umožňuje prenášať hlasovú prevádzku z IP telefónu
    - Cisco 7960 IP phone



Voice VLANs

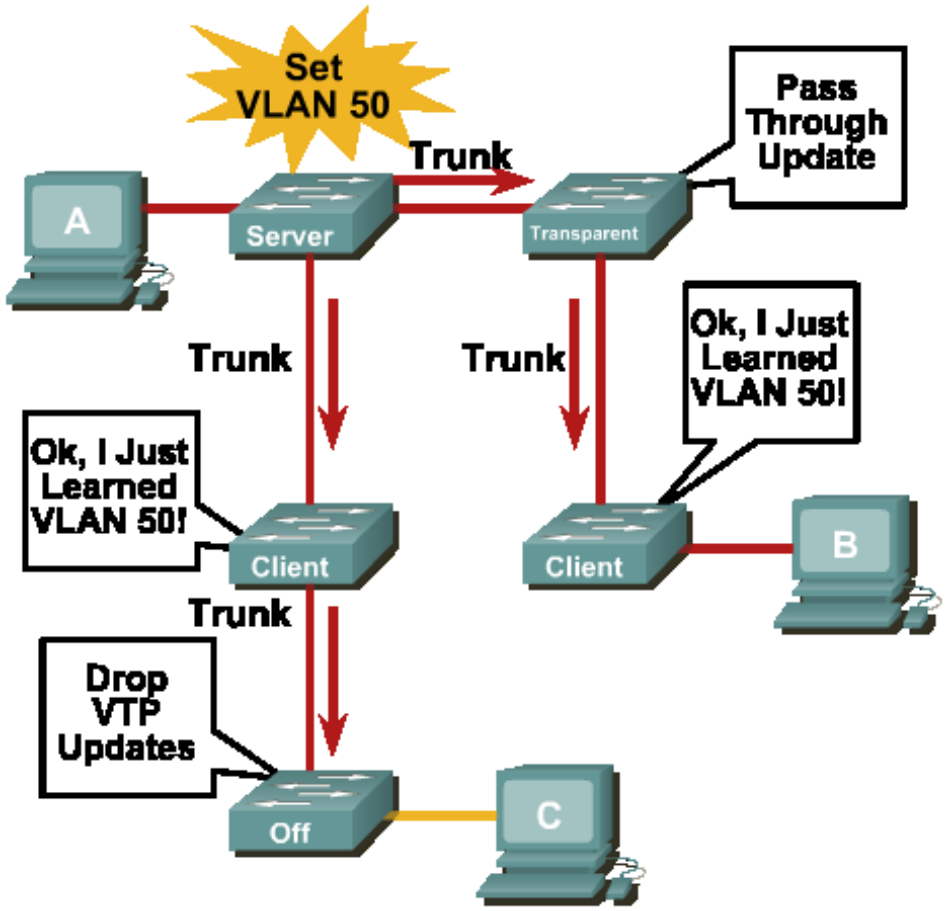

Switch port configured to support voice traffic:
• Port sends CDP frames to provide information used by the IP phone
• Port forwards frames associated with VLAN 150
R1
F0/1
F0/5
S1
F0/3
F0/3
F0/18
S3
IP
PC5
Student
VLAN 20 - 172.17.20.25
Switch configured to support voice traffic:
• Uses VLAN 150 for voice VLAN
• Prioritizes voice traffic


Cisco IP Phone 7960 (rear view)
Power outlet
AC adapter port (DC48V)
(optional power cable)
RS-232 port
Headset port
Handset port
Network port (10/100 SW)
Access port (10/100 PC)

Virtual Trunking Protocol (VTP)

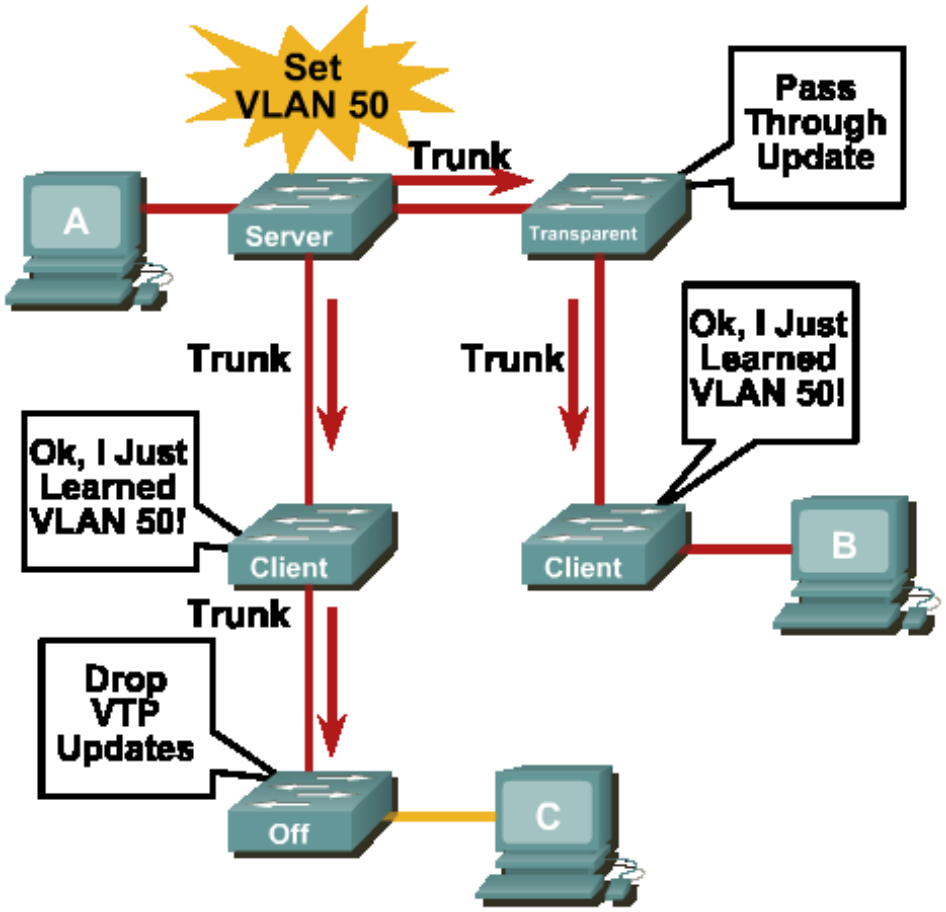
Výhody VTP

- Je Cisco proprietárny protokol
  - Vyvinutý za účelom distribúcie a synchronizácie VLAN databáz cez sieť
  - Minimalizuje konfiguračné chyby alebo inkonzistenciu v definícii VLAN
    - typy VLAN, duplicita mien
- Výhody
  - Zjednodušený a konzistentný manažment VLAN naprieč prepínanou sieťou
  - Uľahčené monitorovanie stavu VLAN
  - Dynamické reportovanie aktuálnych zmien v konfigurácií VLAN sietí



Virtual Trunking Protocol (VTP)

- VTP správy sa prenášajú výlučne cez **trunk** porty
  - Používa dot1q or ISL rámce
  - Prenášané cez native VLAN (def. VLAN 1)
- Tri verzie
  - VTPv1 a VTPv2 boli donedávna dominantné
  - VTPv3 bolo pôvodne podporované len na high-end switchoch, od verzie IOSu 12.2(52)SE je k dispozícii na všetkých Catalyst switchoch
  - VTPv1 a VTPv2 prenášajú iba info o VLAN 1-1005
  - VTPv3 prenášajú info o všetkých VLAN
- Catalyst podporuje verzie VTP 1, 2, 3
  - V2 je najbežnejšia, ale default je v režime v1
  - Navzájom nekompatibilné

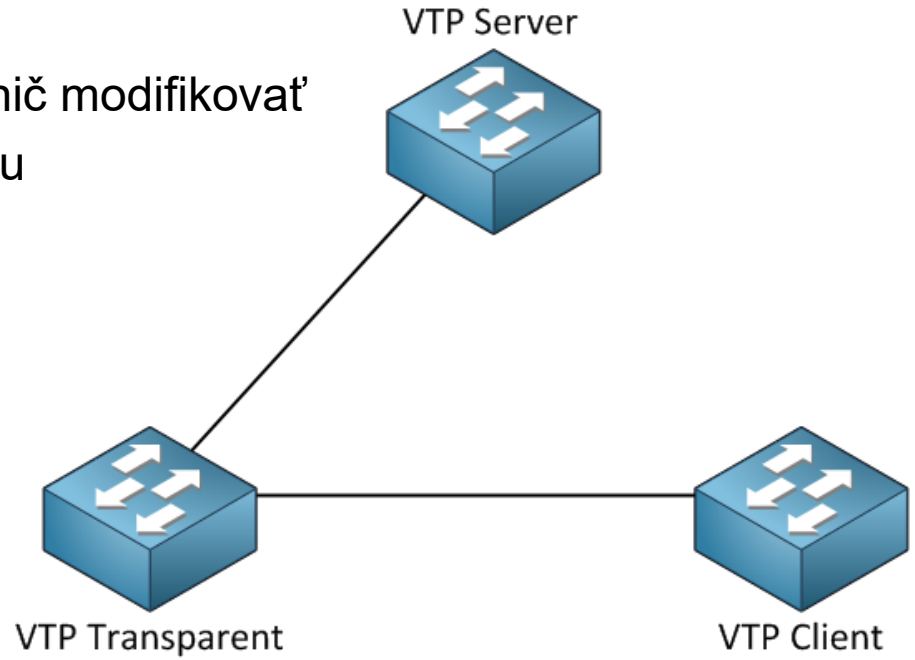


Rozdiely medzi VTP verziami

- **VTPv2** pridáva oproti VTPv1 tieto funkcie:
  - Podpora pre Token Ring VLANs
  - Podpora neznámych TLV vo VTP správach (VTPv2 tieto TLV uloží a prepošle, aj keď im nerozumie; VTPv1 ich zahodí)
  - VTPv2 Transparent switch preposiela VTP správy bez kontroly názvu domény alebo verzie (1 alebo 2)
  - Kontrola konzistencie VLAN databázy sa realizuje iba pri konfiguračnom zásahu, nerobí sa pri prijatí VTP správ
- **VTPv3** pridáva oproti VTPv2 tieto funkcie:
  - Podpora **extended-range** VLANs (1025-4094), Private VLANs
  - Zlepšená **autentifikácia**
  - Ochrana proti neželanému prepísaniu domény
    - Akceptujú sa správy len od primárneho servera s vyšším rev. #
    - Backup server zálohuje active server, nemôže však nič meniť
  - Možnosť deaktivovať VTP na vybranom porte
  - VTPv3 je zovšeobecnený protokol na distribúciu obsahu ľubovoľnej databázy
    - Ako jedna z aplikácií je synchronizácia MSTP konfigurácie (o STP bude ďalšia prednáška)

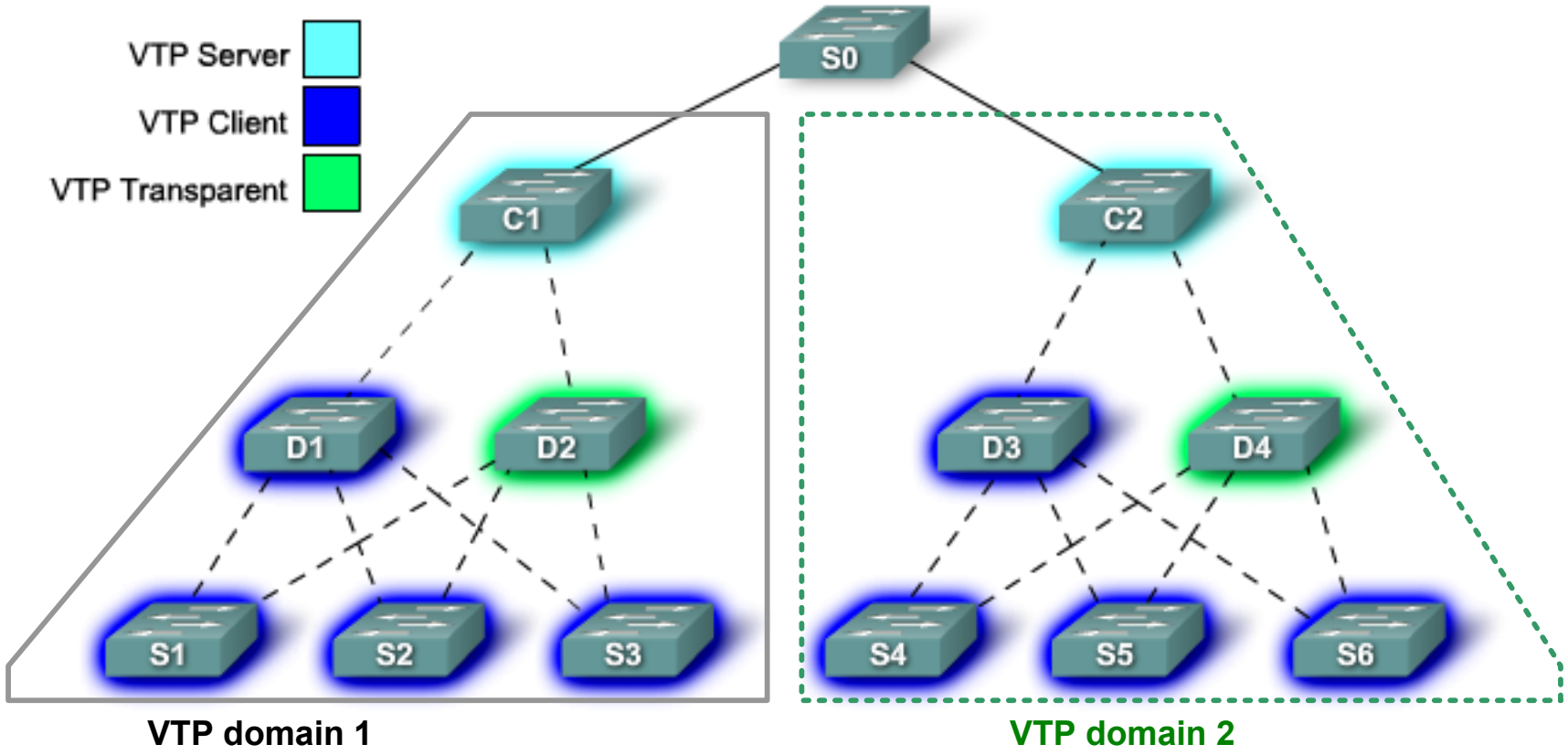
VTP módy

- **Server**
  - Môže modifikovať VLAN databázu s platnosťou pre celú VTP doménu
  - Spracováva a preposiela prijaté VTP správy pre danú doménu
  - Informácia o VLAN sa ukladá iba do súboru vlan.dat
- **Client**
  - Adaptuje sa na zmeny VLAN databázy, no sám nemá právo nič modifikovať
  - Spracováva a preposiela prijaté VTP správy pre danú doménu
  - Informácia o VLAN sa ukladá iba do súboru vlan.dat
- **Transparent**
  - Nie je skutočným členom domény
  - Preposiela VTP správy, ale ignoruje ich obsah
  - Má vlastnú nezávislú VLAN databázu
  - Má vždy VTP číslo revízie 0
- **Off**
  - Ignoruje a nepreposiela VTP správy (len VTPv3 alebo CatOS)

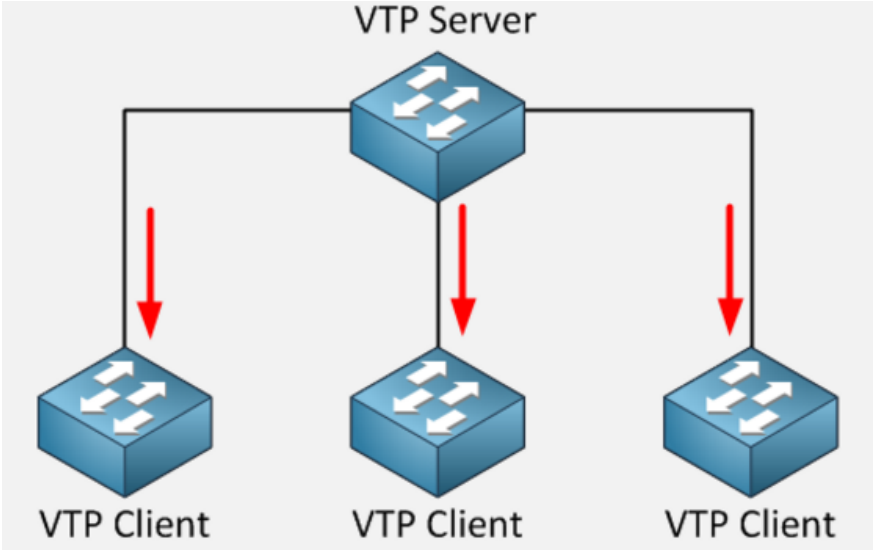


VTP doména

- Identifikovaná spoločným **menom**
- Združenie jedného a viac prepínačov, ktoré budú **zdieľať VLAN info** a budú spolu komunikovať
- Prepínač môže byť **len v jednej** doméne



Propagovanie VTP informácií



- VTP používa dva druhy VTP správ (advertisements):
  - **Požiadavky** od VTP klientov, ktorí chcú info pri bootovaní
  - **Odpovede** (inzercia) od VTP serverov

- Pri tom VTP používa tri typy VTP správ:
  - **Summary advertisements**
    - VTP *server* posiela sumárne VLAN info každých päť minút
      - Alebo keď bola zmena do VLAN databázy
    - aj *klient* zašle po zapnutí
      - Ako info čomu switch verí ohľadne VLAN
    - Obsahuje zoznam manažment domén, VTP verzií, doménové meno, konfiguračné revízne číslo, časovú značku
      - Za ním nasledujú subset advertisements ak došlo k zmene vo VLAN DB
  - **Subset advertisements**
    - Následuje za Summary advertisements pri zmenách vo VLAN
    - Obsahuje detailné info o VLAN-ách, ktorým sa zmenil nejaký parameter
    - Jeden *Subset advertisements* per VLAN ID
  - **Advertisement requests**
    - Používa klient na vyžiadanie VLAN info ak je prijaté update s vyšším VTP číslom ako zapamätané alebo switch bol resetnutý, alebo zmenená doména
    - VTP server odpovedá so subset advertisements

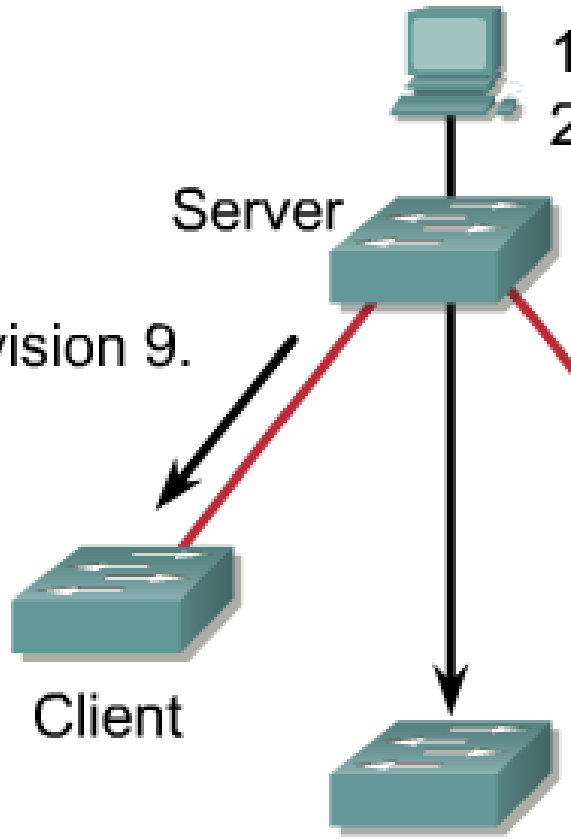
VTP správa

- VTP správa je:
  - Posielaná na Mcast adresu 01-00-0C-CC-CC-CC (All-VTP)
  - Enkapsulovaná do 802.1q formátu Ethernet LLC/SNAP rámca

- **Hlavička**
  - **Version** – Verzia VTP, buď VTP 1, VTP 2 or VTP 3. Cat2960 podporuje VTP 1 a VTP 2. 1 a 2 sú navzájom nekompatibilné.
  - **VTP Message Type –** Summary Adv., Subset Adv., Adv. Request, ..
  - **Domain name –** Identifikuje VTP doménu prepínača.
  - **Domain name length** – Dĺžka doménového mena.
  - **Configuration revision number** – Aktuálne číslo revízie updatu.

- **Telo**
  - Obsahuje fixné info:
    - VTP domain name
    - Identita prepínača posielajúceho správu, a časovú značku
    - MD5 otlačok konfiguračných parametrov VLAN
    - Formát rámca: ISL or 802.1Q
  - Info pre každú konfigurovanú VLAN:
    - VLAN IDs (IEEE 802.1Q)
    - VLAN name
    - VLAN type
    - VLAN state
    - Doplnkové informácie špecifické pre danú VLAN-u

Činnosť VTP



1. Administrator adds new VLAN.
2. Revision 8 upgrades to revision 9.

Server

3. VTP propagates revision 9.

3. VTP propagates revision 9.

4. Revision 8 upgrades to revision 9.

5. VTP synchronizes the new VLAN information.

Client

Client

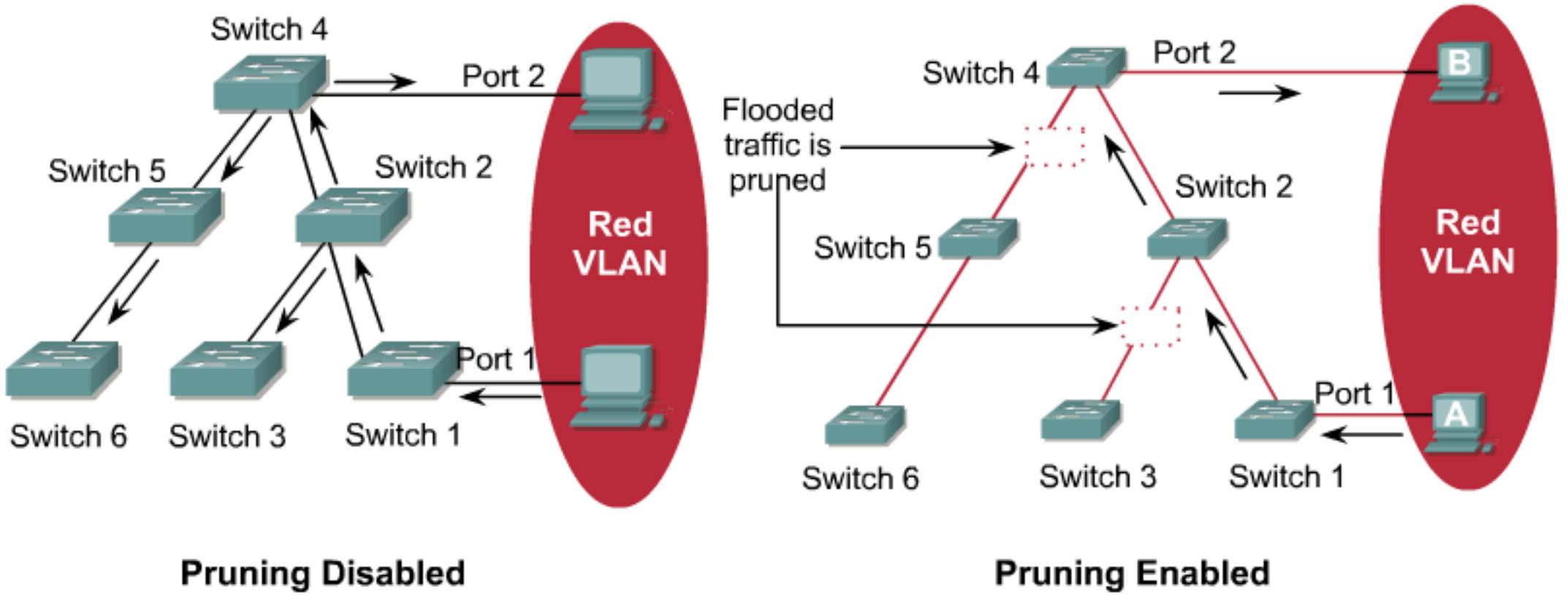
4. Revision 8 upgrades to revision 9.

5. VTP synchronizes the new VLAN information.

Transparent mode passes the VTP advertisements but does not synchronize.

VTP pruning

- Zabraňuje šíreniu broadcastu do smerov, kde nie je potrebný (nie je port v danej VLAN)
  - Trunk nesie všetku prevádzku všetkých VLAN
  - Redukuje prevádzku Bcastu na sieti
  - Konfiguruje sa len na VTP serveroch



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

UNIVERSITY OF ŽILINA
Faculty of Management Science
and Informatics

Konfigurácia VTP

Vytvorené v rámci projektu KEGA 026TUKE-4/2021.

Základná konfigurácia VTP

1. Zisti/urči verziu VTP, ktorá sa bude používať/používa
2. Urči doménu
   - Hranice
   - Meno: Znakovo citilivé
3. Urči v akom móde budú tie ktoré prepínače pracovať
   - Odporúča sa jeden, max dva VTP servery pre doménu, ostatní sú klienti
4. Urči heslo, ktorým bude daná doména zabezpečená
5. Ak je potrebné zapni **pruning**

VTP konfiguračné príkazy

```
Switch(config)#vtp domain MENO_DOMENY
Switch(config)#vtp mode {client | server | transparent}
Switch(config)#vtp password TVOJE_HESLO
Switch(config)#vtp version {1 | 2}

!Len na VTP serveroch
Switch(config)#vtp pruning
```

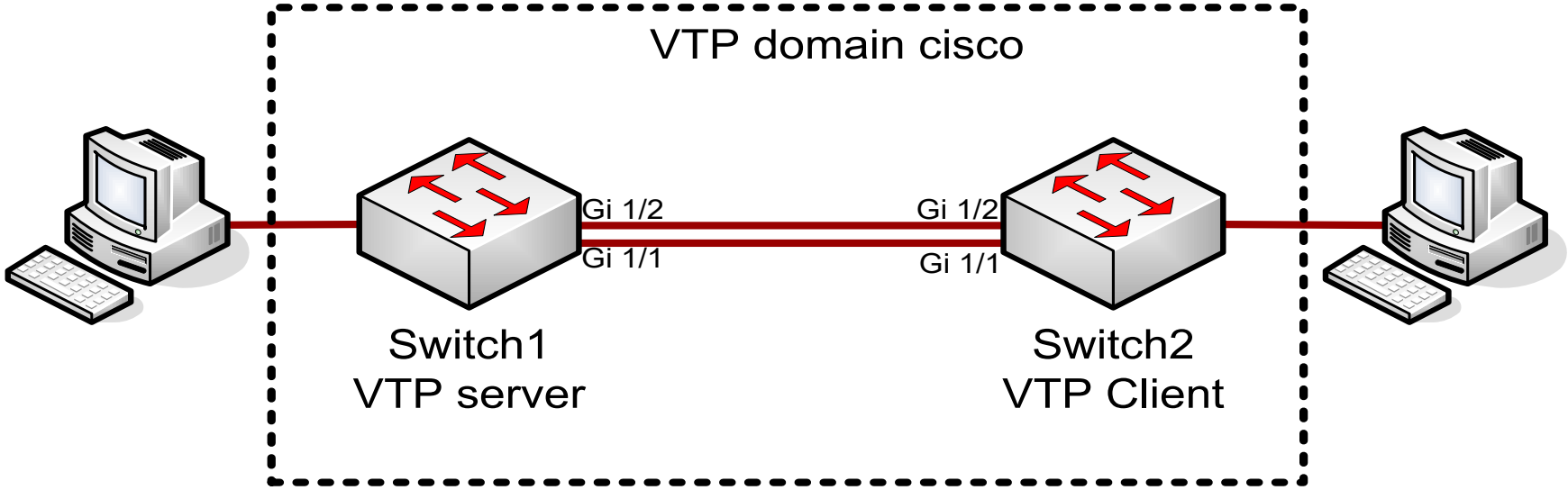
Overenie činnosti VTP

```
Switch#sh vtp status
VTP Version                     : 2
Configuration Revision          : 0
Maximum VLANs supported locally : 64
Number of existing VLANs        : 5
VTP Operating Mode              : Server
VTP Domain Name                 : Null
VTP Pruning Mode                : Disabled
VTP V2 Mode                     : Disabled
VTP Traps Generation            : Disabled
MD5 digest                      : 0x7D 0x5A 0xA6 0x0E 0x9A
0x72 0xA0 0x3A
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 0-0-00 00:00:00
Local updater ID is 0.0.0.0 (no valid interface found)
```

Overenie činnosti VTP

```
Switch#sh vtp counters
VTP statistics:
Summary advertisements received    : 1
Subset advertisements received     : 1
Request advertisements received    : 2
Summary advertisements transmitted : 5
Subset advertisements transmitted  : 5
Request advertisements transmitted : 0
Number of config revision errors   : 0
Number of config digest errors     : 0
Number of V1 summary errors        : 0


VTP pruning statistics:

Trunk            Join Transmitted Join Received    Summary advts received from
                                                   non-pruning-capable device
---------------- ---------------- ---------------- ---------------------------
```

Príklad konfigurácie



Príklad konfigurácie

```
Switch1(config)#vtp mode server
Device mode already VTP SERVER.
Switch1(config)#vtp domain cisco
Changing VTP domain name from NULL to cisco
Switch1(config)#vtp password cisco
Setting device VLAN database password to cisco
Switch1(config)#^Z
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch1#sh vtp status
VTP Version                     : 2
Configuration Revision          : 0
Maximum VLANs supported locally : 64
Number of existing VLANs        : 5
VTP Operating Mode              : Server
VTP Domain Name                 : cisco
VTP Pruning Mode                : Disabled
VTP V2 Mode                     : Disabled
VTP Traps Generation            : Disabled
MD5 digest                      : 0x00 0xCE 0xAD
    0x12 0xF0 0x96 0x31 0xF0
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 3-1-93
    00:02:37
Local updater ID is 0.0.0.0 (no valid interface
    found)
```

```
Switch2(config)#vtp mode client
Setting device to VTP CLIENT mode.
Switch2(config)#vtp domain cisco
Changing VTP domain name from NULL to cisco
Switch2(config)#vtp pass cisco
Setting device VLAN database password to cisco
Switch2(config)#^Z
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch2#sh vtp sta
Switch2#sh vtp status
VTP Version                     : 2
Configuration Revision          : 0
Maximum VLANs supported locally : 64
Number of existing VLANs        : 5
VTP Operating Mode              : Client
VTP Domain Name                 : cisco
VTP Pruning Mode                : Disabled
VTP V2 Mode                     : Disabled
VTP Traps Generation            : Disabled
MD5 digest                      : 0x00 0xCE 0xAD
    0x12 0xF0 0x96 0x31 0xF0
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 3-1-93
    00:02:37
Switch2#
```

Príklad konfigurácie

```
Switch1(config)#vlan 10
Switch1(config-vlan)#name Testovacia
Switch1(config-vlan)#^Z
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by
   console
Switch1#sh vtp status
VTP Version                     : 2
Configuration Revision          : 1
Maximum VLANs supported locally : 64
Number of existing VLANs        : 6
VTP Operating Mode              : Server
VTP Domain Name                 : cisco
VTP Pruning Mode                : Disabled
VTP V2 Mode                     : Disabled
VTP Traps Generation            : Disabled
MD5 digest                      : 0x02 0xE1 0x6C
   0xC2 0x0D 0xEE 0x8C 0x4F
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 3-1-93
   00:07:17
Local updater ID is 0.0.0.0 (no valid interface
   found)
Switch1#sh vlan

VLAN Name                              Status    Ports
---- --------------------------------- ---------
10 Testovacia                          active
...
```

```
Switch2#sh vtp status
VTP Version                     : 2
Configuration Revision          : 1
Maximum VLANs supported locally : 64
Number of existing VLANs        : 6
VTP Operating Mode              : Client
VTP Domain Name                 : cisco
VTP Pruning Mode                : Disabled
VTP V2 Mode                     : Disabled
VTP Traps Generation            : Disabled
MD5 digest                      : 0x02 0xE1 0x6C
   0xC2 0x0D 0xEE 0x8C 0x4F
Configuration last modified by 0.0.0.0 at 3-1-93
   00:07:17
Switch#sh vlan

VLAN Name                              Status    Ports
---- --------------------------------- --------- -----------
   ...
10 Testovacia                          active
...
```

Časté chyby pri konfigurácii VTP

- Chyby:
  - Musí byť aktívny trunk
  - Nekompatibilné verzie VTP
  - Nesedí VTP meno domény
  - Nesedí VTP heslo pre doménu
  - Všetky prepínače sú VTP client

- Skontroluj:
  - či je OK domain name
  - či je OK domain password
  - skontroluj VTP version
  - skontroluj trunk links
  - skontroluj VTP modes
  - je tam aspoň jeden server?

- **Upozornenie**
  - **Vždy keď pridávaš nový prepínač do VTP domény, ubezpeč sa, že jeho revízne číslo je nižšie ako aktuálne používané !! !! !!**
    - Ináč hrozí riziko prepísania a straty aktuálne platných VLAN dát (aj pri VTP klient)
      - Platí najvyššie revízne číslo
  - Default VTP nastavenie prepínača je domain **Null, revision num. =0, mód server**
    - Ak príjme update zo servera v danej doméne, prípojí sa k danej doméne, zmení rev. number

Pár tipov

- Zmena revízneho čísla VTP
  - Reštart prepínača, alebo:
  - Zmena domény

```
Switch(config)#vtp domain Ina_domena
Switch(config)#vtp domain Povodna_domena
Switch(config)#^Z
Switch2#sh vtp status
VTP Version                     : 2
Configuration Revision          : 0
Maximum VLANs supported locally : 64
Number of existing VLANs        : 6
…
```

- Zakázanie VTP na prepínači

```
Switch(config)#vtp mode transparent
Setting device to VTP TRANSPARENT mode.
Switch(config)#^Z
```

Vymazanie prepínača pripojeného do väčšej živej siete s VTP

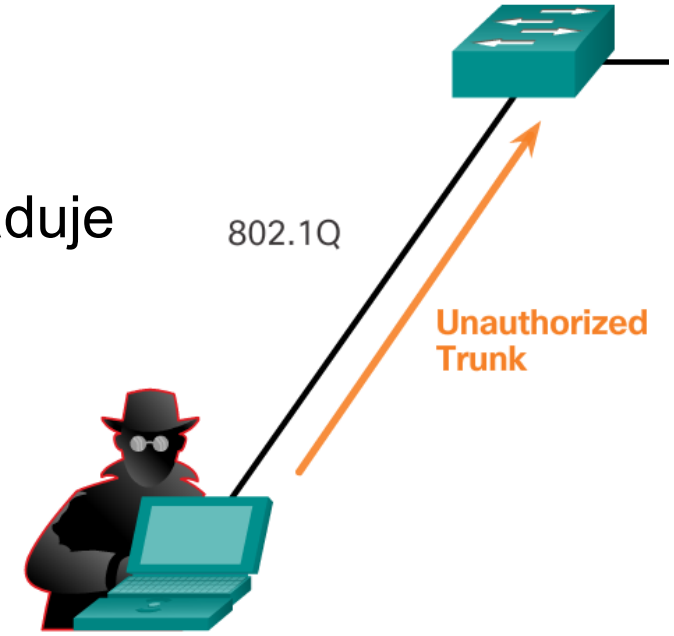
- Môže nastať situácia kedy zmazané VLAN (vlan.dat) sa nám neustále nanovo objavujú na prepínači (znovu naučením cez VTP)

```
Switch#conf t
Switch(config)#
Switch(config)#interface range FastEthernet 0/1 -24
Switch(config-if-range)#shutdown
Switch(config-if-range)#interface range GigabitEthernet 0/1 -2
Switch(config-if-range)#shutdown
15:45:59: %LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/2,
changed state to administratively down
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#vtp mode transparent
Setting device to VTP TRANSPARENT mode.
Switch(config)#no vlan ID_VLANY
```

Bezpečnostné aspekty VLAN

Switch Spoofing Attack

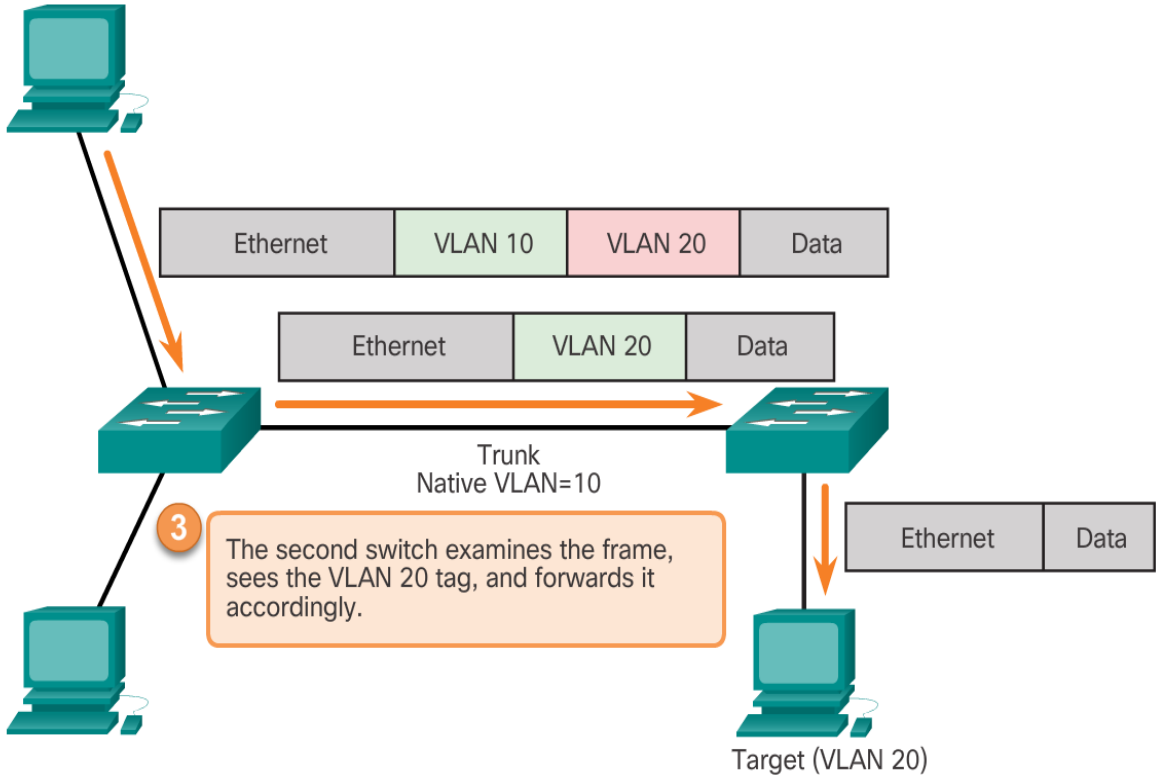
- DTP je zapnuté na Cisco Catalyst 2960 aj 3560 by default
  - Default konfigurácia portu: dynamic auto.
- Útočníkovi stačí vystupovať (spoof) ako prepínač a vytvoriť trunk
  - Tým získa prístup do akejkoľvek VLAN
- Prevencia:
  - vypnuť DTP
  - trunk iba na portoch, kde sa to skutočne vyžaduje



Double-Tagging Attack (VLAN hopping)

- Ak má rámec viacero vnorených značiek, väčšina prepínačov de-enkapsuluje iba jednu tú prvú/vonkajšiu
  - To dáva priestor útočníkom, aby využili druhú značku na prienik do inej VLAN, a obišli tak smerovač a bezpečnostné mechanizmy na ňom

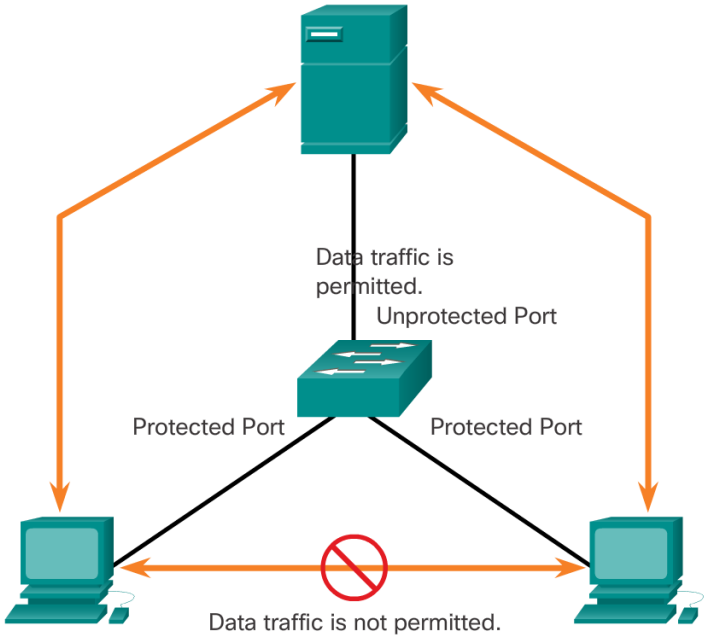
- Podmienky úspešnosti útoku:
  - Ak je port trunk, nastaviť vonkajšiu značku na značku pre natívnu VLAN daného trunk portu
  - Ak je port vo Voice VLAN, no problem
    - Z takého portu prepínač očakáva značky (na dátovom access porte nie)
- Prevencia:
  - Natívnu VLAN dať inú ako akúkoľvek data VLAN (pre všetky trunk porty)

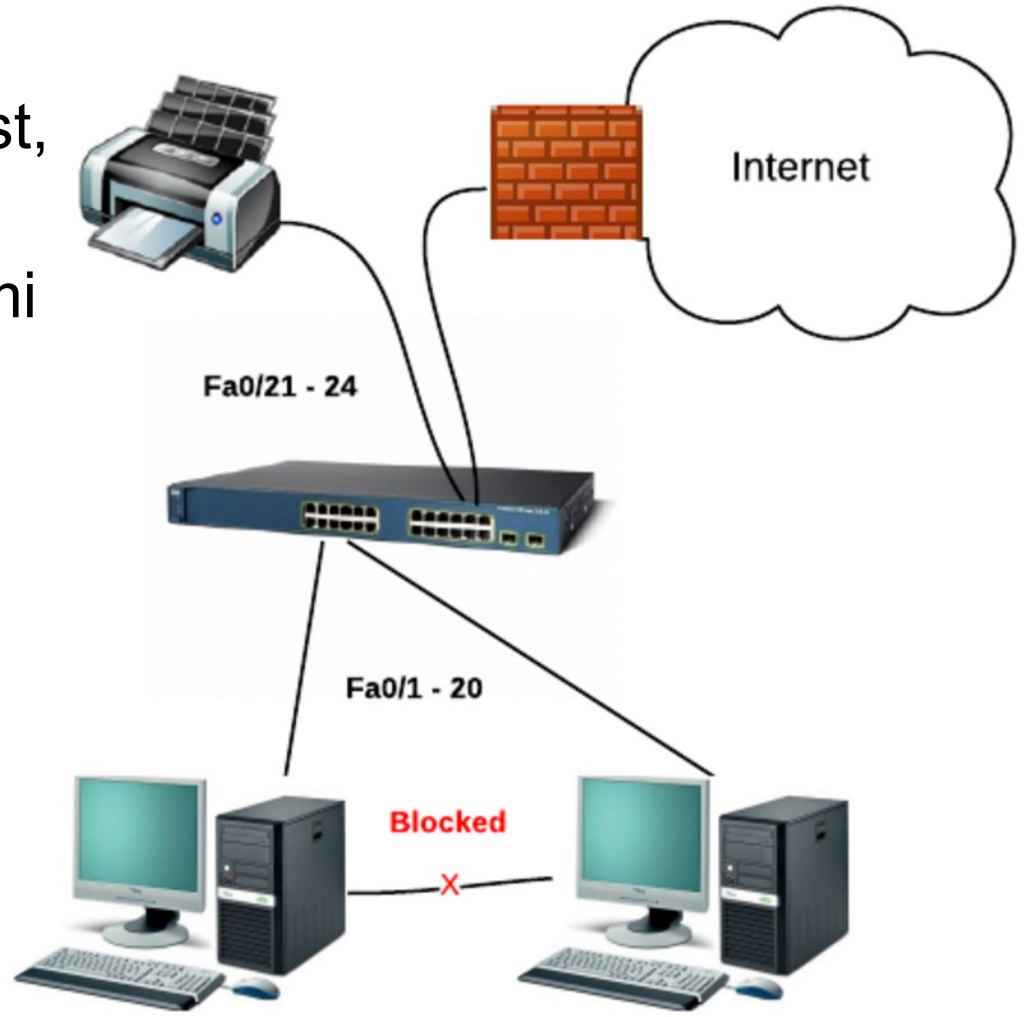


Funkcia „private VLAN Edge“ = PVLAN

Definujú sa tzv. protected porty

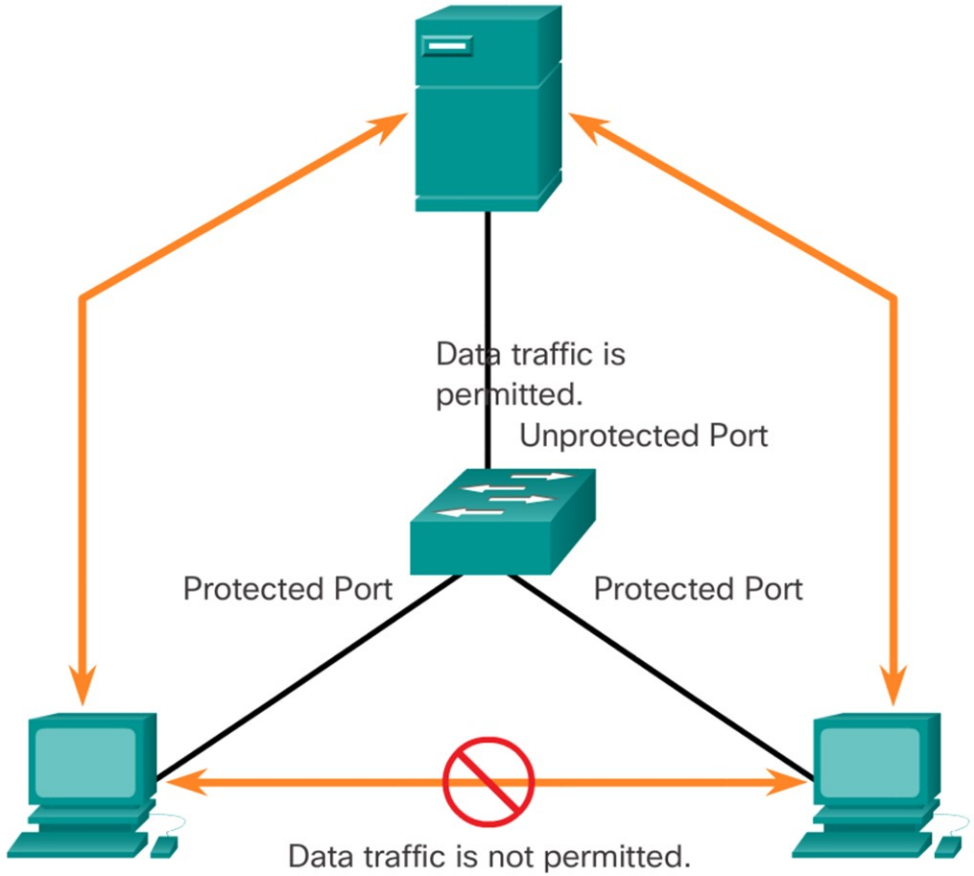
- Medzi nimi bude zakázaná akákoľvek unicast, broadcast, aj multicast prevádzka
- Komunikovať môžu iba s unprotected portami
- Platí lokálne na danom prepínači

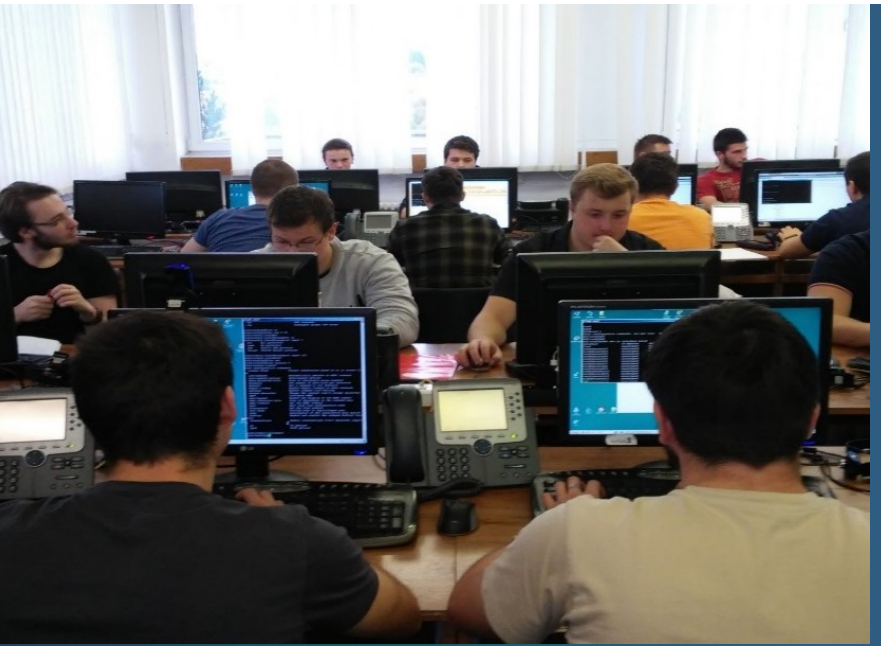




Funkcia „private VLAN Edge“ = PVLAN

```
S1(config)# interface g0/1
S1(config-if)# switchport protected
S1(config-if)# end
S1# show interfaces g0/1 switchport
Name: Gi0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: dynamic auto
Operational Mode: down
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
 <output omitted>

Protected: true
Unknown unicast blocked: disabled
Unknown multicast blocked: disabled
Appliance trust: none
```





Smerovanie medzi VLAN

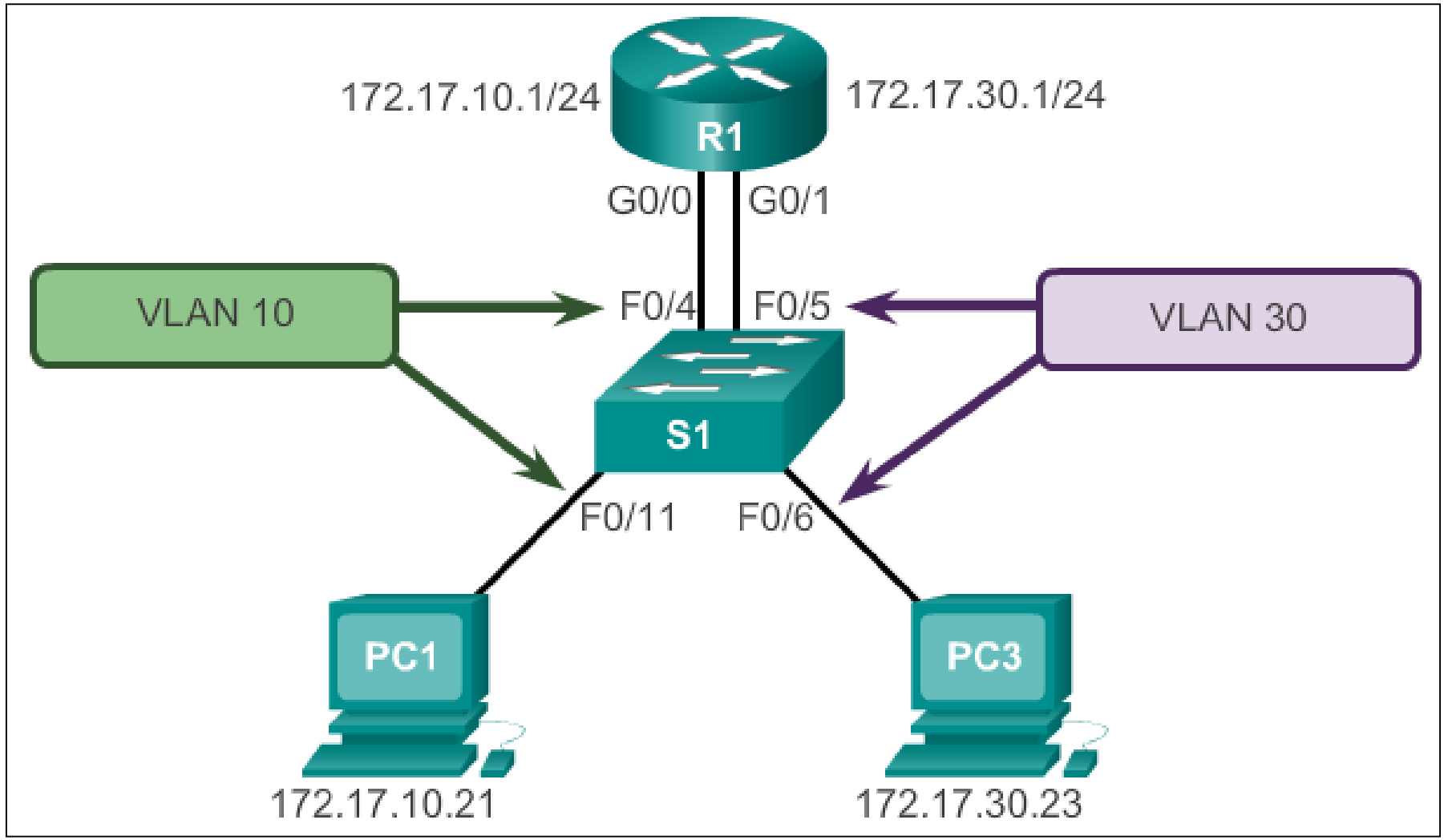
Router-on-Stick

RSE chapter 3: časť Inter-VLAN routing

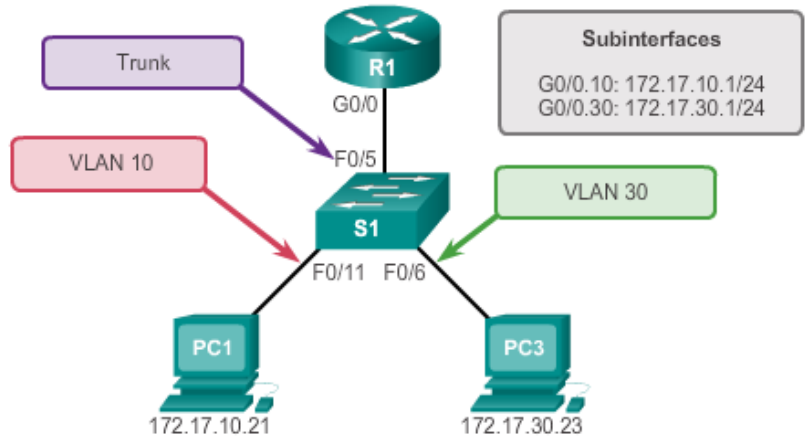
Smerovanie medzi VLAN

- VLAN vytvárame na to, aby sme sústredili ich členské stanice do spoločných, vzájomne nezávislých sietí
  - Neznamená to ale, že VLAN nemôžu medzi sebou komunikovať
  - Keďže 1 VLAN ≈ 1 IP sieť, komunikácia medzi VLAN je komunikáciou medzi IP sieťami – na to je nevyhnutný smerovač
- Ako vlastne prebieha komunikácia medzi IP sieťami?
  - Odosielajúca stanica zistí, že adresát paketu je v inej IP sieti. Paket preto zabalí do rámca adresovaného svojej bráne
  - Brána (smerovač) prevezme rámec, vybalí z neho paket, podľa smerovacej tabuľky určí výstupné rozhranie a next hop IP adresu, paket opäť zabalí do rámca, ktorý adresuje sieťovej karte ďalšieho hopu na ceste a odošle výstupným rozhraním

Možné riešenie smerovania medzi VLAN

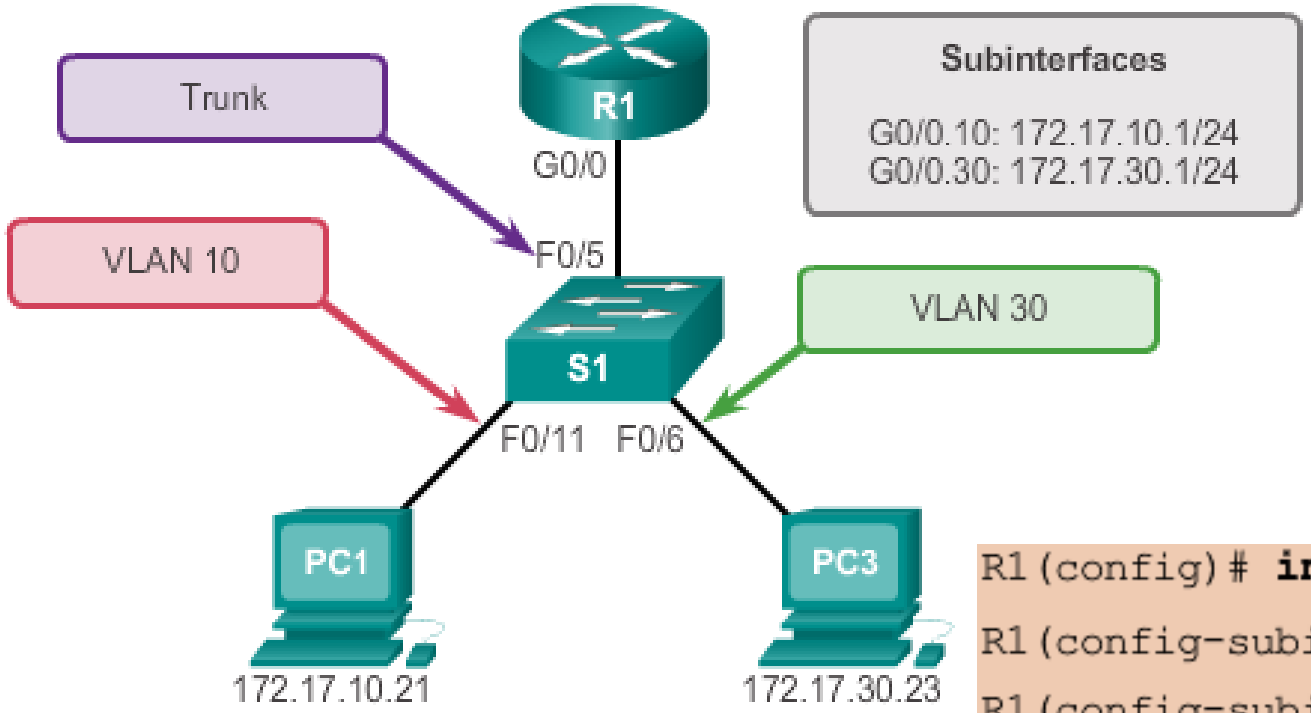


Smerovanie medzi VLAN



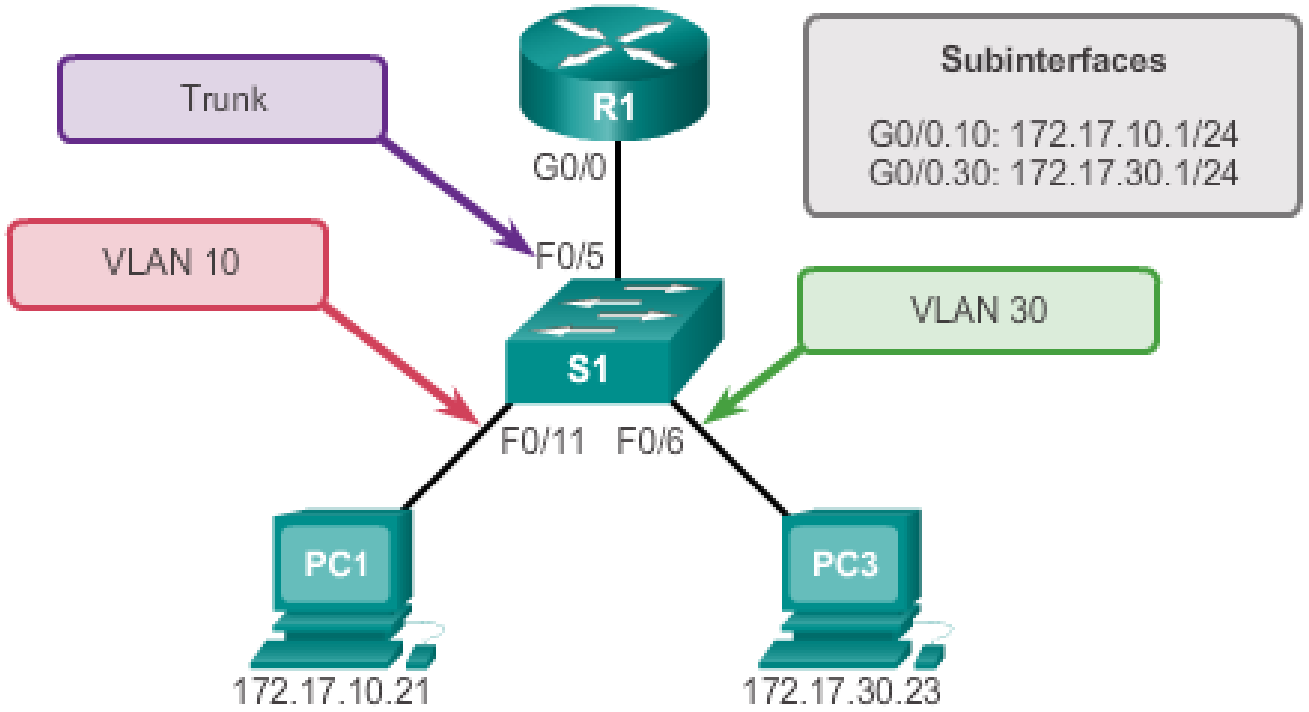
- Smerovanie medzi VLAN by sa dalo robiť pomocou **dedikovaných fyzických portov**, ale nevýhody sú zrejmé
  - Koľko VLAN, toľko portov na smerovači a vyhradených prístupových portov na prepínači voči smerovaču
- S výhodou však môžeme využiť **trunk port** zavedený voči smerovaču
  - Cez trunk budú voči smerovaču posielané značkované rámce
  - Smerovač bude pre každú VLAN mať vytvorené tzv. logické podrozhranie (subinterface) so samostatnou IP sieťou
    - Podrozhrania sú vždy asociované s príslušným fyzickým rozhraním
    - Ak fyzickým rozhraním vojde rámec s istou značkou, smerovač ho spracuje, ako keby vošiel podrozhraním pre danú VLAN
    - Ak má rámec byť odoslaný nejakým podrozhraním, smerovač doň vloží príslušnú značku a odošle ho fyzickým rozhraním
  - Tento spôsob sa volá **router-on-stick**

Smerovanie medzi VLAN pomocou router-on-stick




```
R1(config)# interface g0/0.10
R1(config-subif)# encapsulation dot1q 10
R1(config-subif)# ip address 172.17.10.1 255.255.255.0
R1(config-subif)# interface g0/0.30
R1(config-subif)# encapsulation dot1q 30
R1(config-subif)# ip address 172.17.30.1 255.255.255.0
R1(config)# interface g0/0
R1(config-if)# no shutdown
```

Smerovanie medzi VLAN pomocou router-on-stick



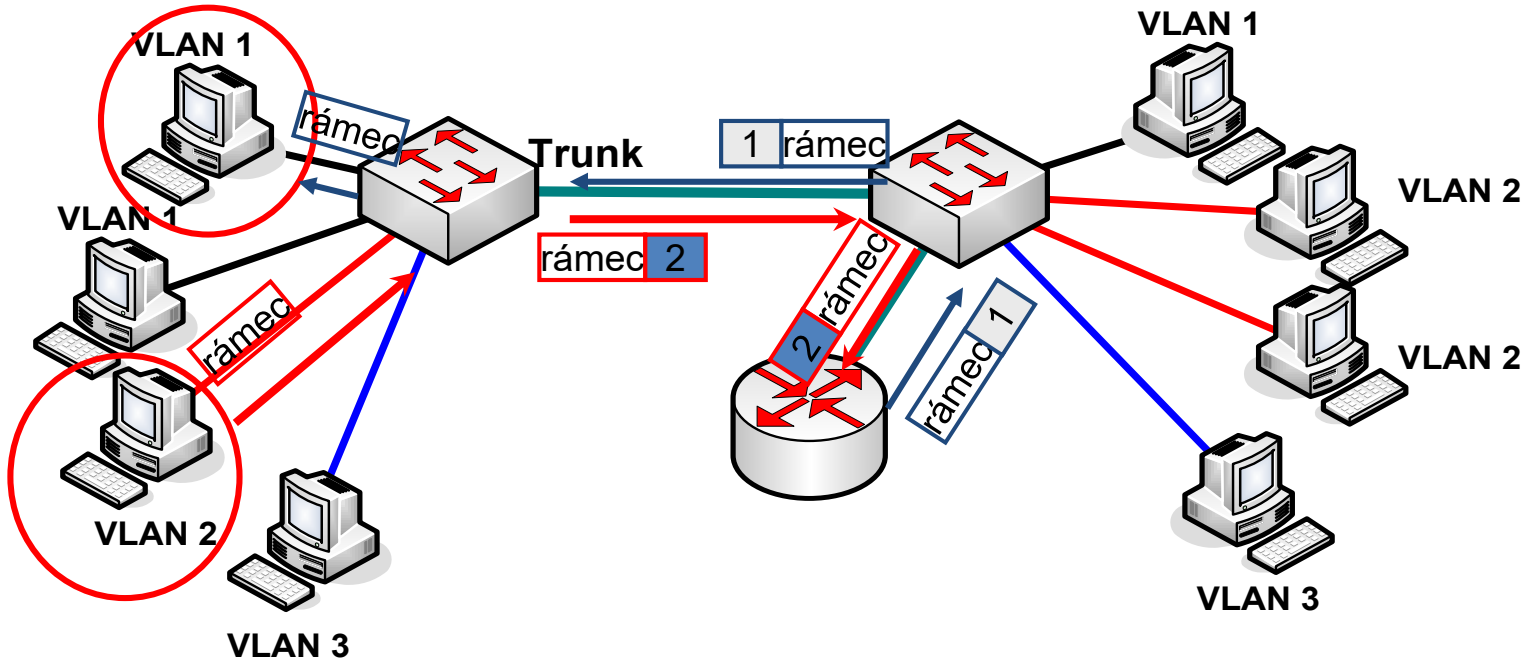
Smerovacia tabuľka na R1:

```
Gateway of last resort is not set

   172.17.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C     172.17.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.10
L     172.17.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.10
C     172.17.30.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.30
L     172.17.30.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.30
```

Ďalší príklad na router-on-stick

```
interface FastEthernet0/0
 no shutdown
!
interface FastEthernet0/0.1
 encapsulation dot1Q 1
 ip address 192.168.11.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/0.2
 encapsulation dot1Q 2
 ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/0.3
 encapsulation dot1Q 3
 ip address 192.168.13.1 255.255.255.0

Router# show ip route connected
C    192.168.11.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C    192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.3
```

Ďalší príklad na router-on-stick



Príklad:
Komunikácia medzi stanicami v rôznych VLAN (Inter VLAN)

Paket z 192.168.12.100 na 192.168.11.50

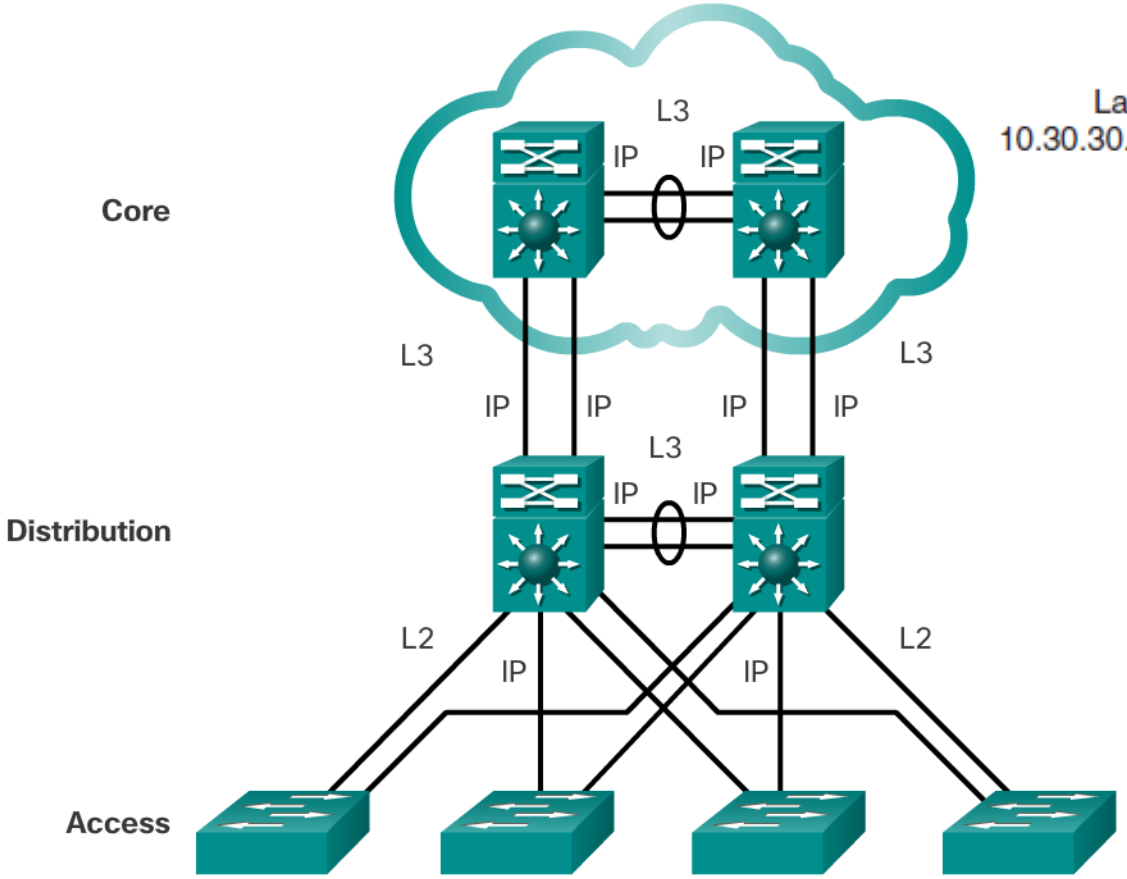
```
C    192.168.11.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C    192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.3
```

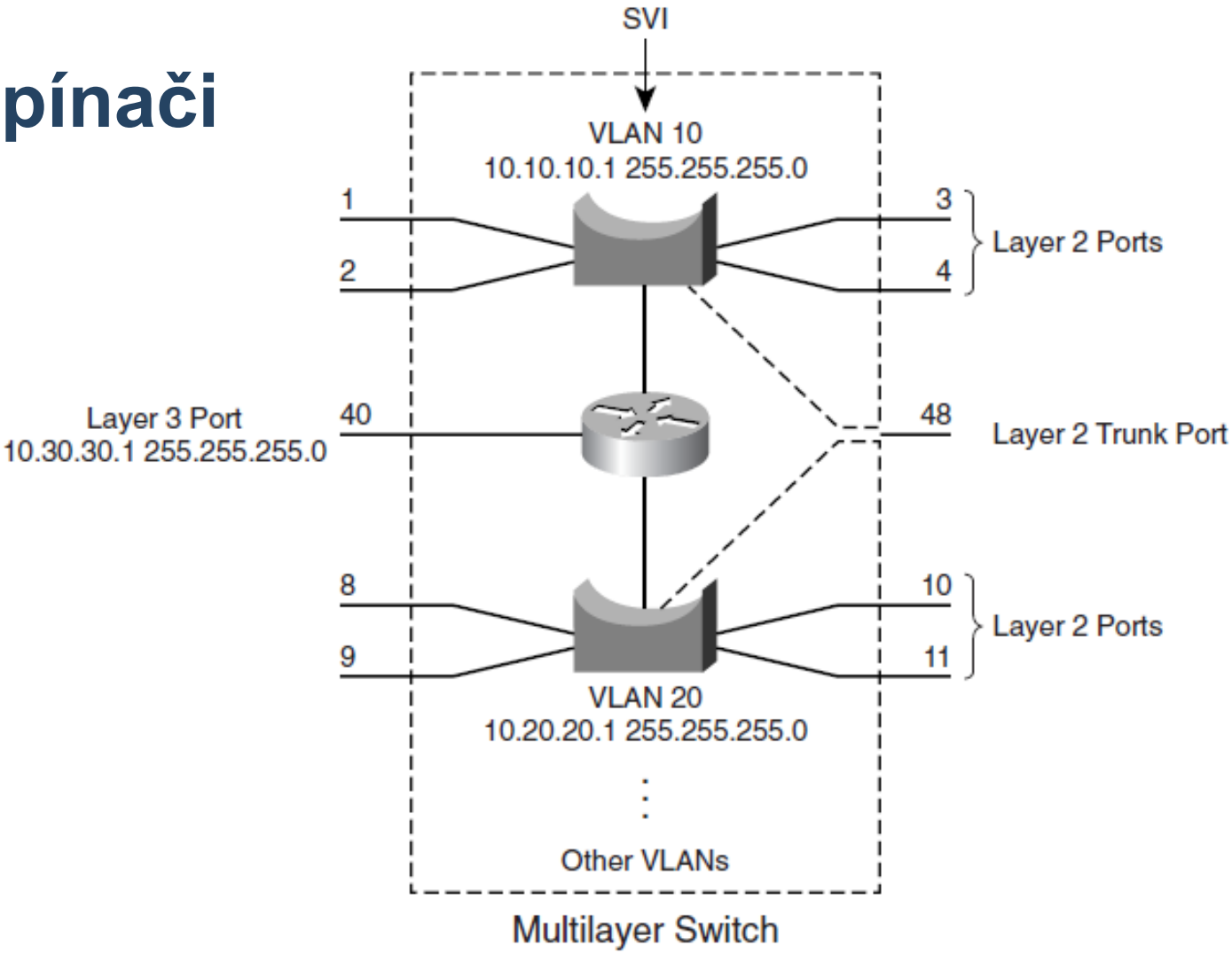
Smerovanie medzi VLAN pomocou multilayer switchingu

Smerované rozhrania na MLS

- Smerovanie pomocou smerovačov typu router-on-stick je funkčné a použiteľné, ale zároveň málo výkonné
- Rádovo **vyššiu priepustnosť** i **operatívnosť** ponúkajú tzv. multilayer switches (MLS)
  - Prepínače, ktoré vo svojich špecializovaných HW obvodoch vedia robiť funkcie prepínania aj smerovania zároveň
- MLS používajú dva druhy smerovaných rozhraní
  - Switched Virtual Interface – **SVI** (zväčša distribučný switch k prístupovému)
  - Fyzické smerované rozhrania – **routed** (zväčša medzi core a distribution)
- SVI je jednoducho `interface VLAN X`
  - Jedná sa o virtuálne rozhranie, ktoré prepája vnútorný smerovač MLS prepínača s konkrétnou VLAN
  - Implicitne je vytvorené rozhranie vo VLAN 1, ostatné SVI rozhrania môžeme podľa ľubovôle vytvárať či odstraňovať
  - Na rozdiel od L2 switchov, kde má zmysel vytvárať spravidla iba jedno takéto rozhranie, MLS switche môžu mať pre každú VLAN samostatné SVI
  - SVI je rozhraním smerovača v MLS pripojeným do danej VLAN siete

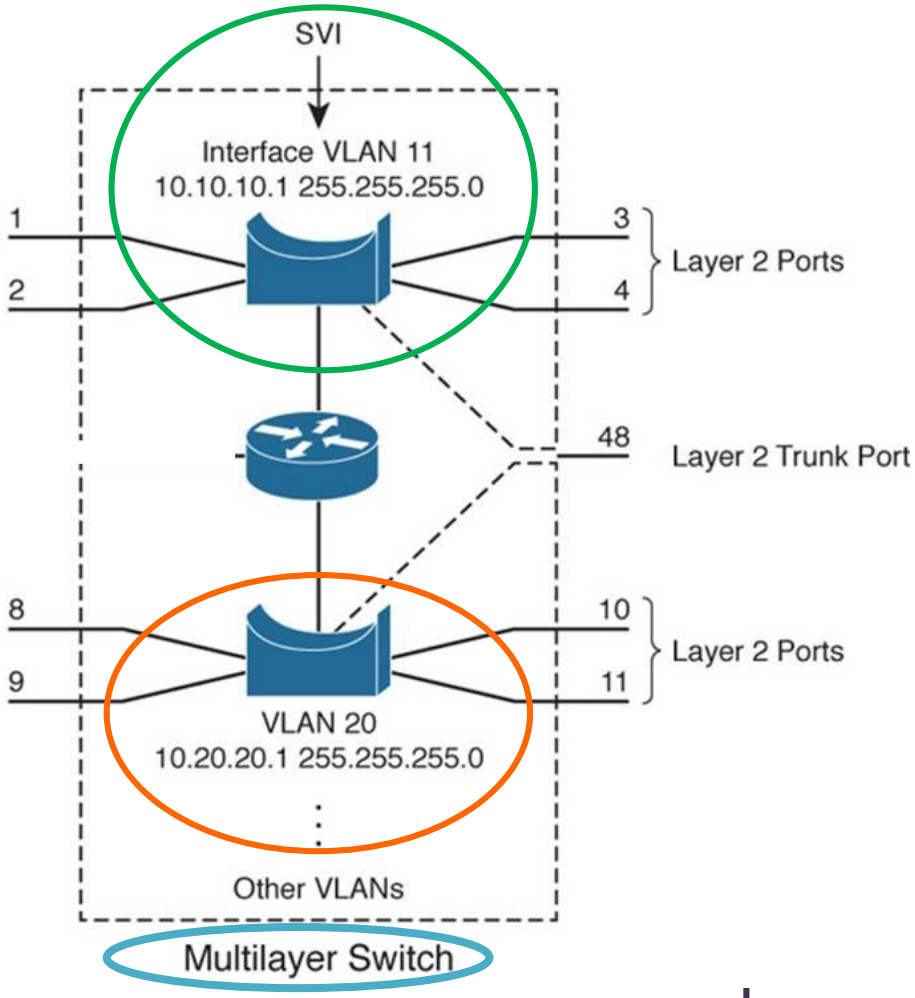
Typy portov na MLS prepínači





SVI rozhrania na MLS

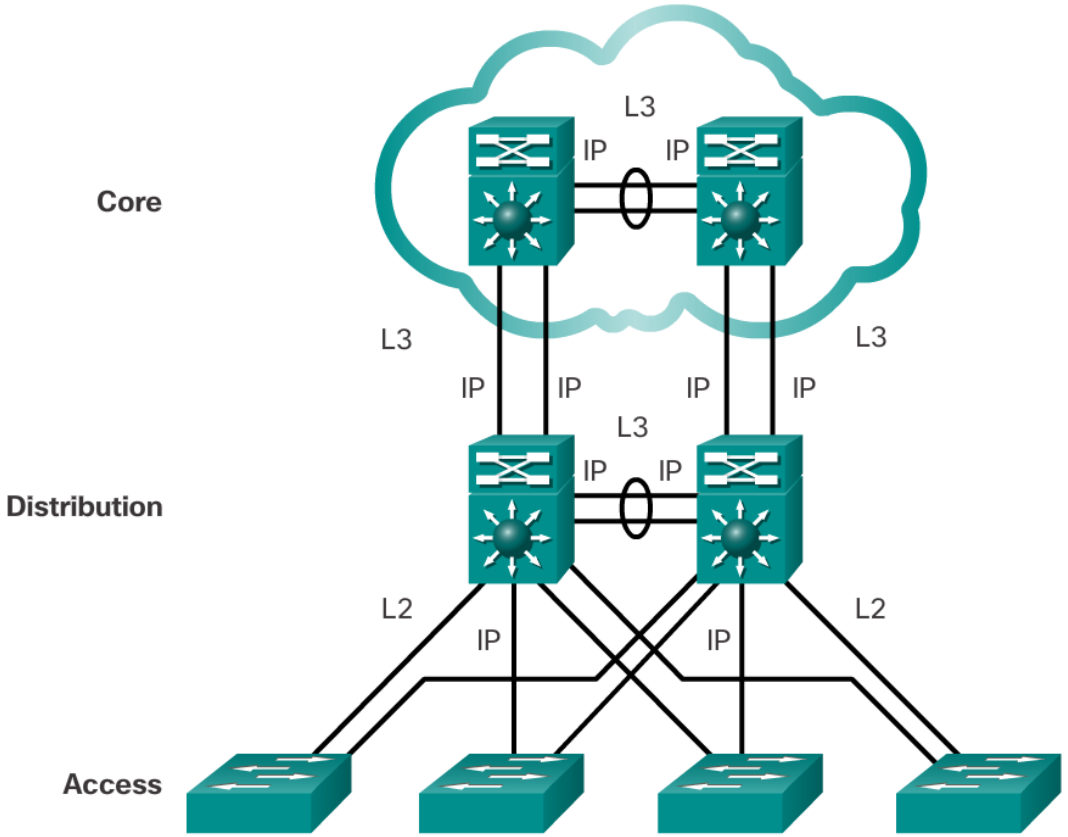
- Príkaz `ip routing` aktivuje podporu pre L3 switching
  - Môžu byť potrebné i dodatočné príkazy
- Po zadaní tohto príkazu je možné na MLS pracovať ako na smerovači
  - Smerovacia tabuľka
  - Smerovacie protokoly




```
Switch(config)# ip routing
Switch(config)# vlan 11,20
Switch(config-vlan)# exit
Switch(config)# int vlan 11
Switch(config-if)# ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
Switch(config-if)# int vlan 20
Switch(config-if)# ip address 10.20.20.1 255.255.255.0
```

Použitie MLS na smerovanie medzi VLAN

- V hierarchickom modeli prepínanej siete (access, distribution, core) sa MLS prepínače umiestňujú často do **distribučnej** a **chrbticovej** časti
  - **VLAN** sú vytvorené na prístupových a distribučných prepínačoch
  - **Medzi VLAN** sa smerovanie realizuje na distribučných prepínačoch
  - **Navonok** sa činnosť MLS prepínačov a samostatných smerovačov nedá rozoznať, okrem výkonu
  - MLS majú významne **vyššiu prenosovú kapacitu**
  - Mnohé **high-end** smerovače sú v skutočnosti MLS prepínače



UNIVERSITY OF ŽILINA
Faculty of Management Science and Informatics

MINISTERSTVO ŠKOLSTVA, VEDY, VÝSKUMU A ŠPORTU SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Ďakujem za pozornosť!

Obsahom boli kapitoly: **RSE kapitola 6**, **SN kapitola 2**, doma pozorne preštudovať a otestovať sa dvomi **testami** na Netacade.

Ostrý test bude na cvičení v 5. týždni – 1 otvorená otázka (bez výberu odpovede).

Vyplniť **anketu** k prednáške.

Vytvorené v rámci projektu KEGA 026TUKE-4/2021.