

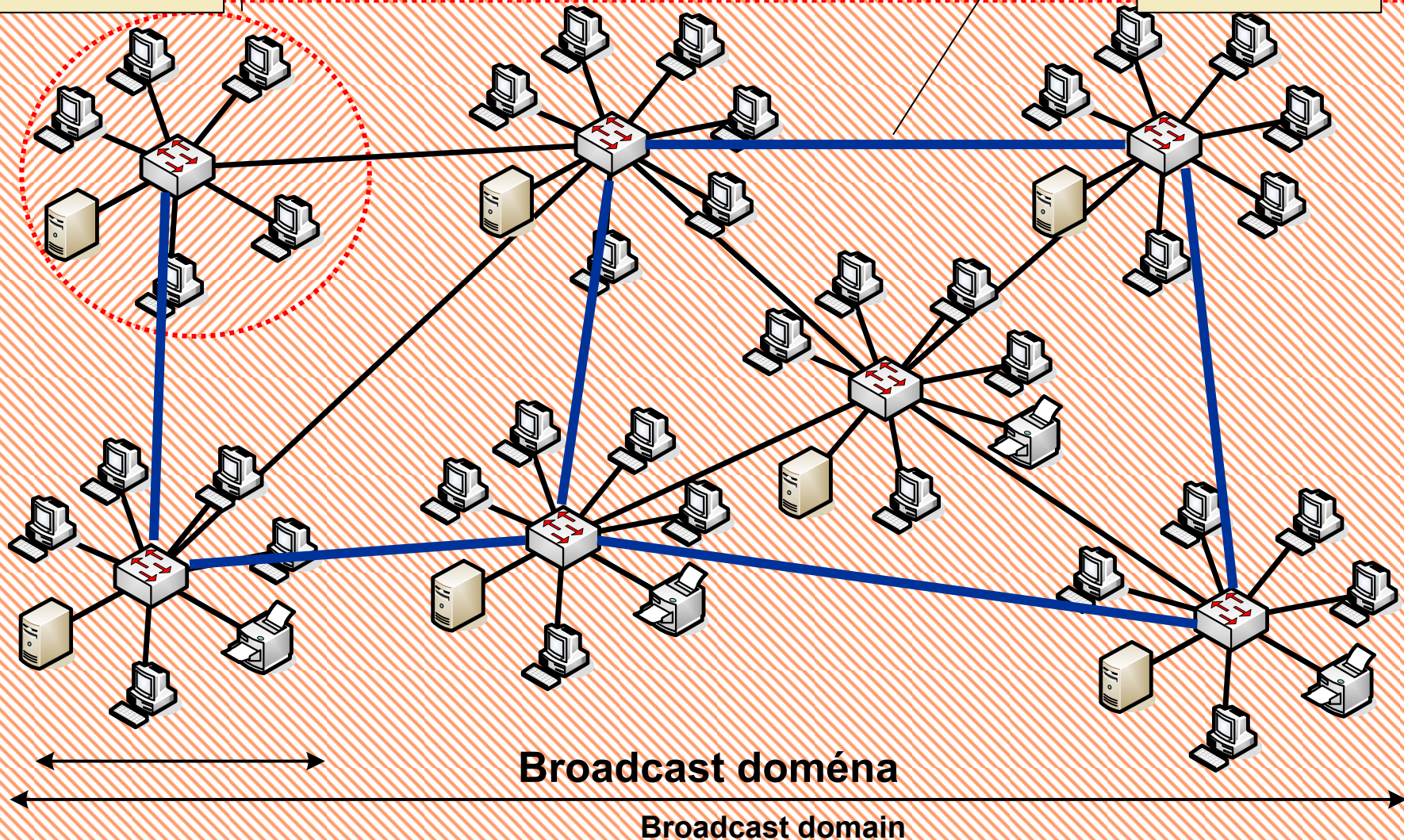
# **Spanning tree protocol (STP)**

Prednáška 6

Problém s  
broadcastom.  
Pri malých  
sieťach menší.  
Pri väčších  
vážny problém.

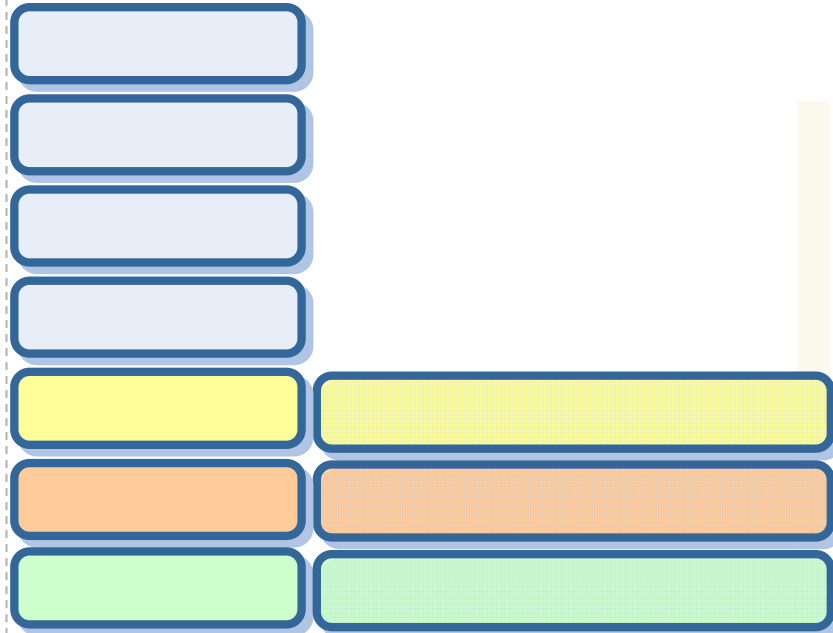
# LAN Switch – Problémy

Pridávanie  
redundancie  
(záložných trás  
a prvkov) do  
sieťe, tvorba a  
vznik slučiek.



# Riešenie

- Slučky
  - Spanning Tree Protocol (STP)
- Rozdelenie broadcast domény
  - Použitie Virtuálnych LAN (VLAN)
  - Použitie L3 zariadenia
    - Smerovač, L3 prepínač

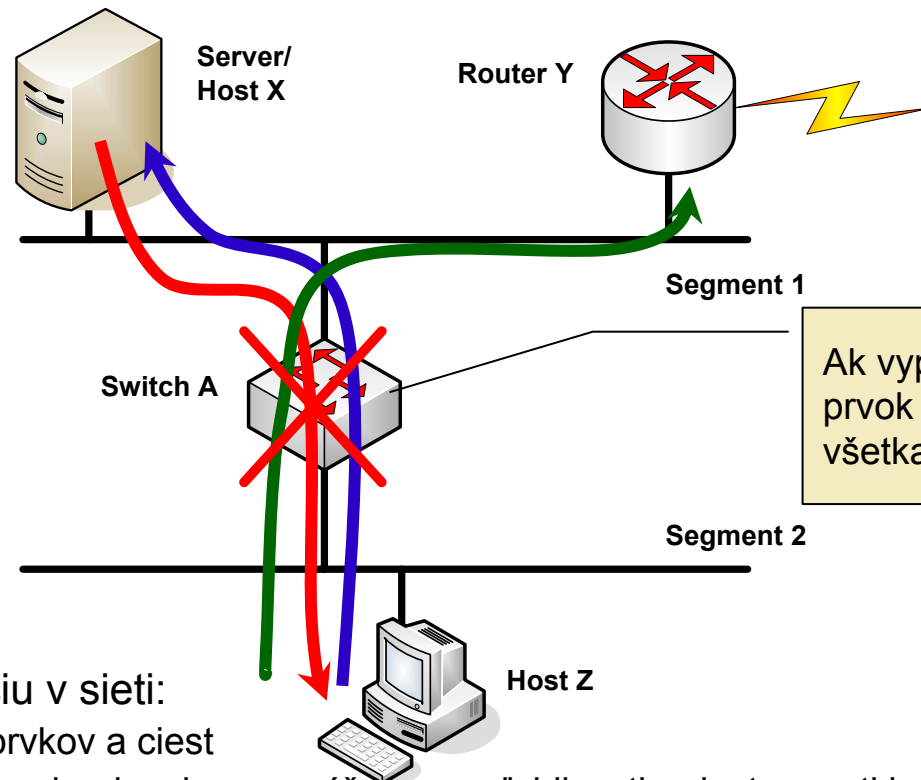


# Spanning Tree Protocol



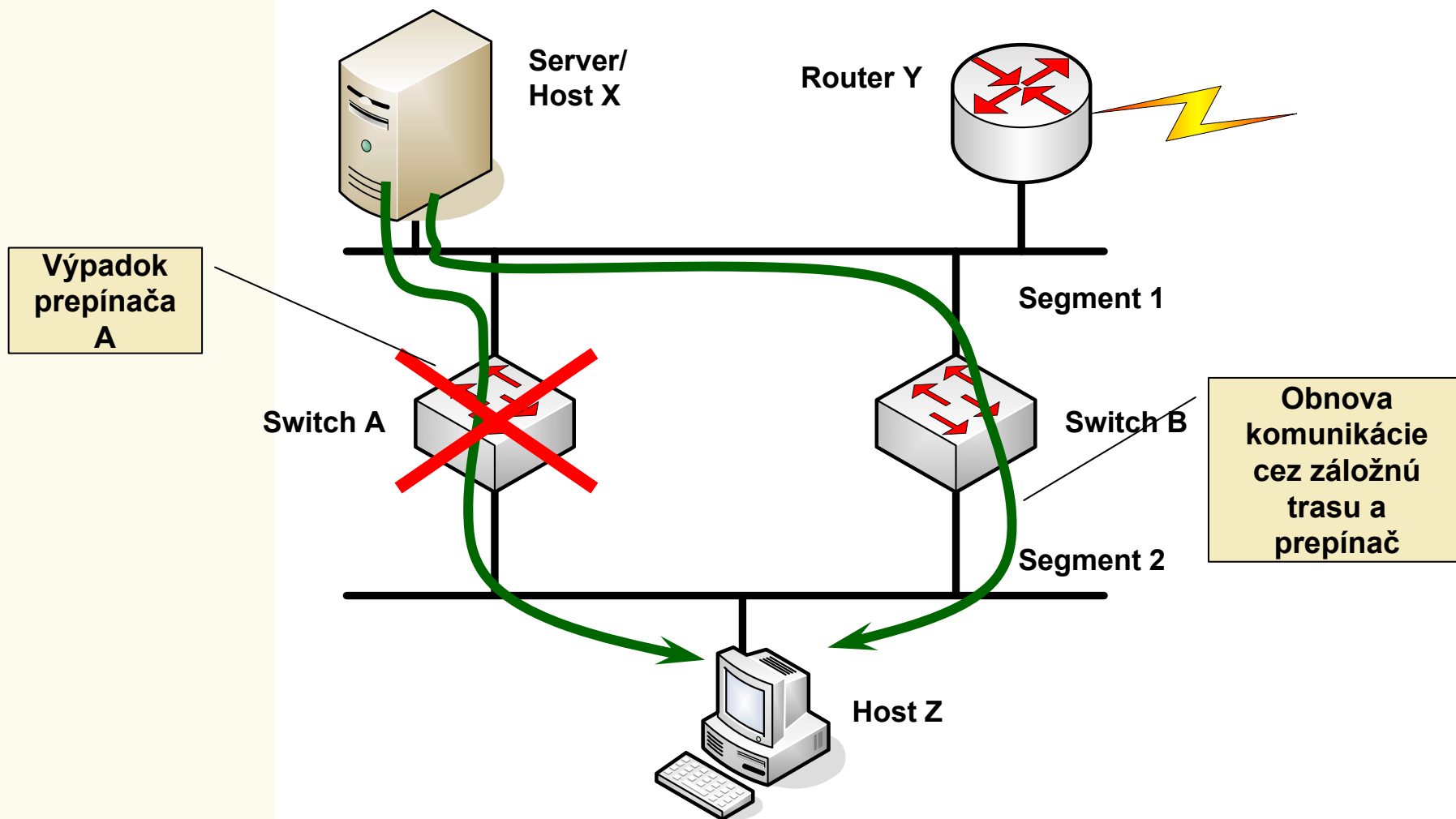
# Redundancia

- Cieľom redundantnej topológie je eliminovať sieťové výpadky spôsobené výpadkom centrálnych prvkov siete
  - Single point of failure

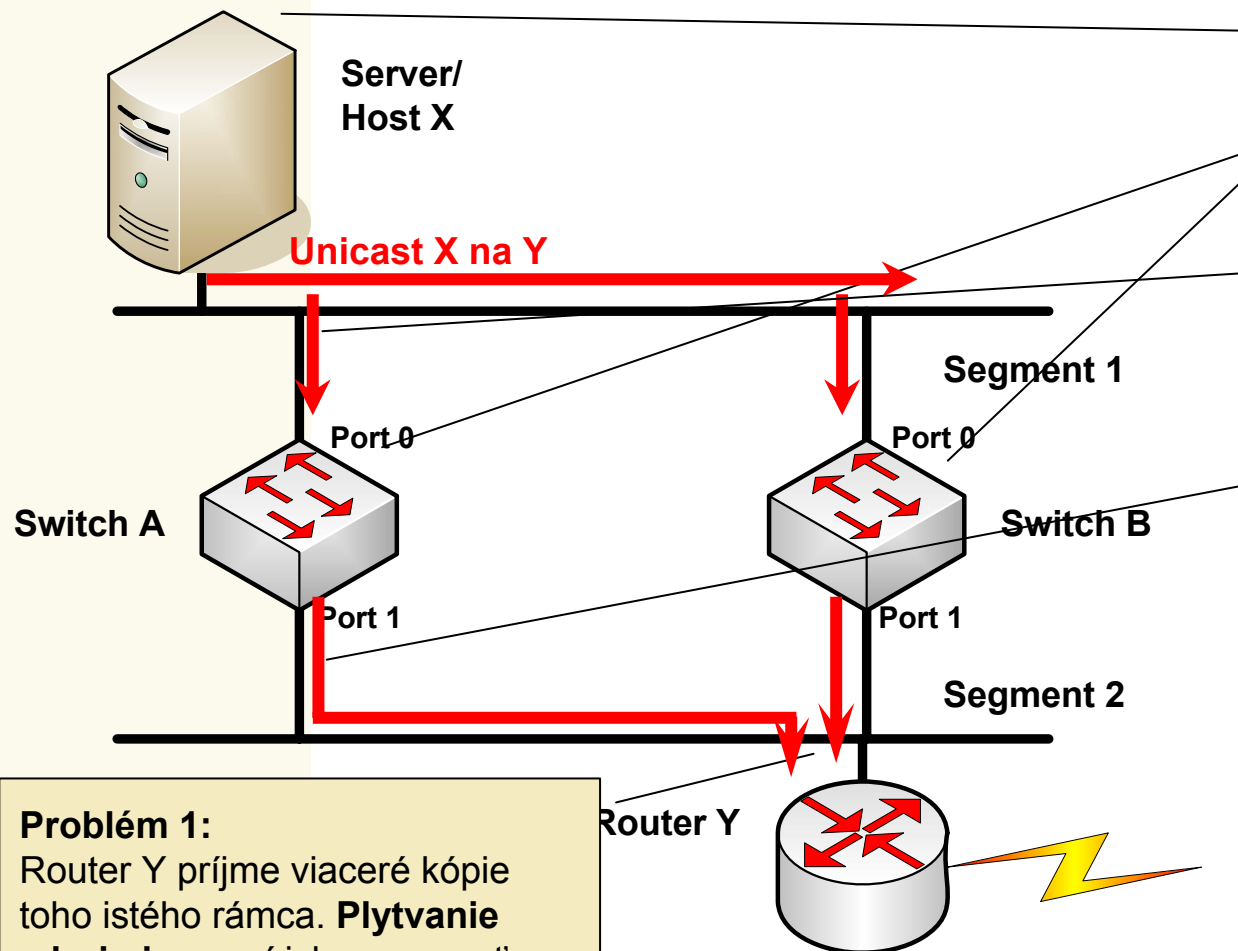


- Potrebujeme redundanciu v sieti:
  - Existencia záložných prvkov a ciest
  - Všetky siete potrebujú redundanciu pre zvýšenie spoľahlivosti a dostupnosti komunikačnej služby

# Jednoduchá redundantná prepínaná topológia



# Problémy s konektivitou 1.



**Príklad:** Host X ARP cache obsahuje Router Y mapovanie.

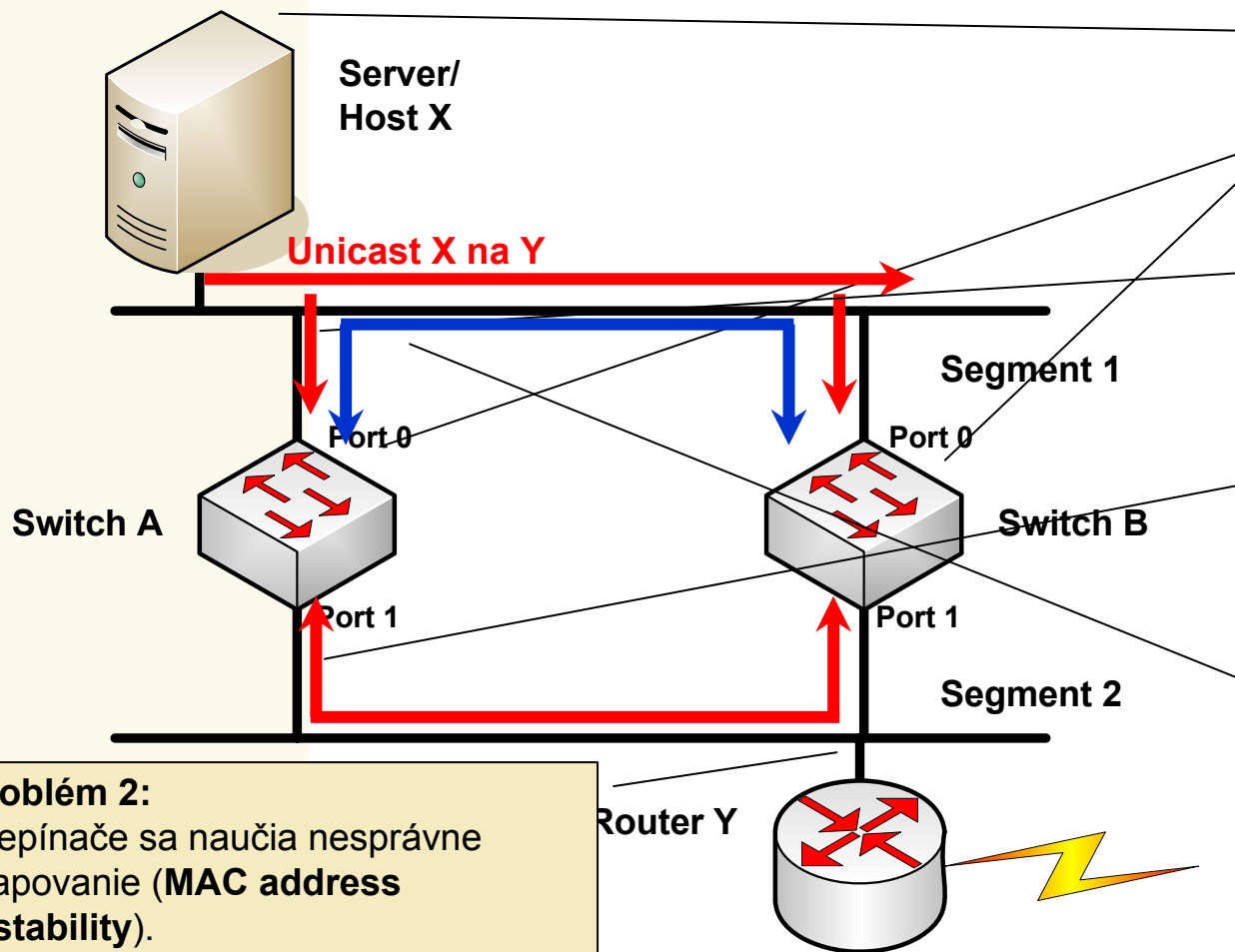
Prepínače **majú mapovanie** Router Y MAC/port, Host X/port.

Ak host X pošle unicast rámec na Router Y, príjmu ho aj prepínače.

Keďže prepínače vedia Y MAC adresu smerovača, prepnú rámec na smerovač.

**Problém 1:**  
Router Y príjme viaceré kópie toho istého rámca. **Plytvanie zdrojmi** – musí ich spracovať.

# Problémy s konektivitou 2.



**Príklad:** Host X vie MAC adresu smerovača Y.

Prepínače **nemajú** mapovanie Router Y MAC/port, Host X/port.

Ak host X pošle unicast rámec na Router Y, príjmu ho aj prepínače, Nevedia Y adresu, prepnú rámec na všetky výstupné porty.

A príjme rámec od B a B od A. naučia sa nové mapovanie Host X na porty 1, v segmente 2. Musia prepísať mapovanie.

A poslať rámce na všetky výstupné porty, keďže nevedia mapovanie Y na port. B príjme rámec od A, A od B...opakovanie.

## Problém 2:

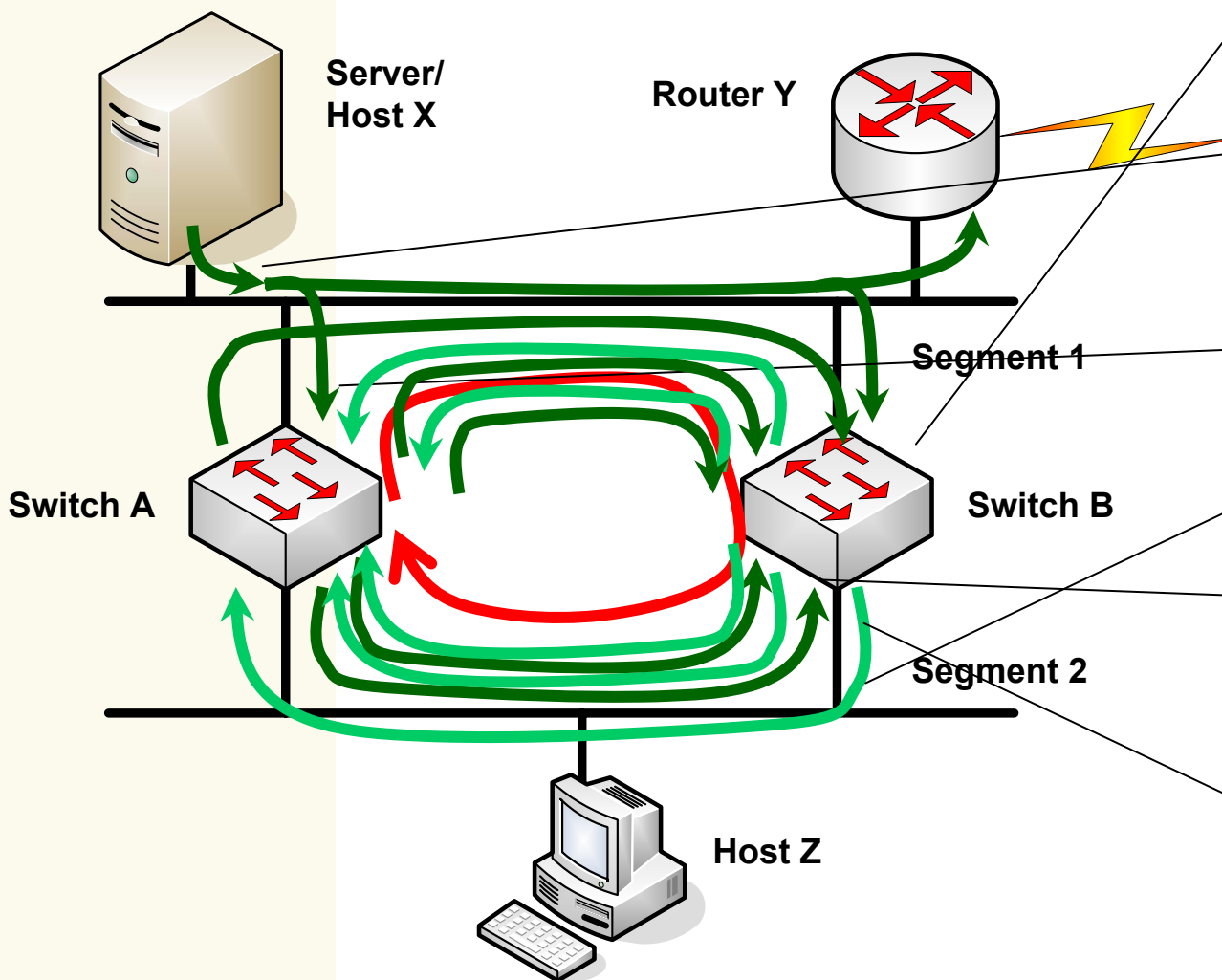
Prepínače sa naučia nesprávne mapovanie (**MAC address instability**).

Vznikne *Bridging loop* a cyklovanie rámcov.

+ router príjme viaceré kópie rámca



# Problémy - Broadcast storm



Pridaním druhého prepínača vznikla v sieti slučka.

Veľká časť LAN ethernet komunikácie je posiadaná **Broadcastom**, t.j. je určená všetkým uzlom v sieti.

Prijatý Broadcast musí prepínač poslať na všetky výstupné porty.

To isté druhý prepínač

Keďže rámce nemajú TTL, vznikne v slučke nekonečné rozosielanie Bcast rámcov

Oba prepínače prepínajú rámce donekonečna:

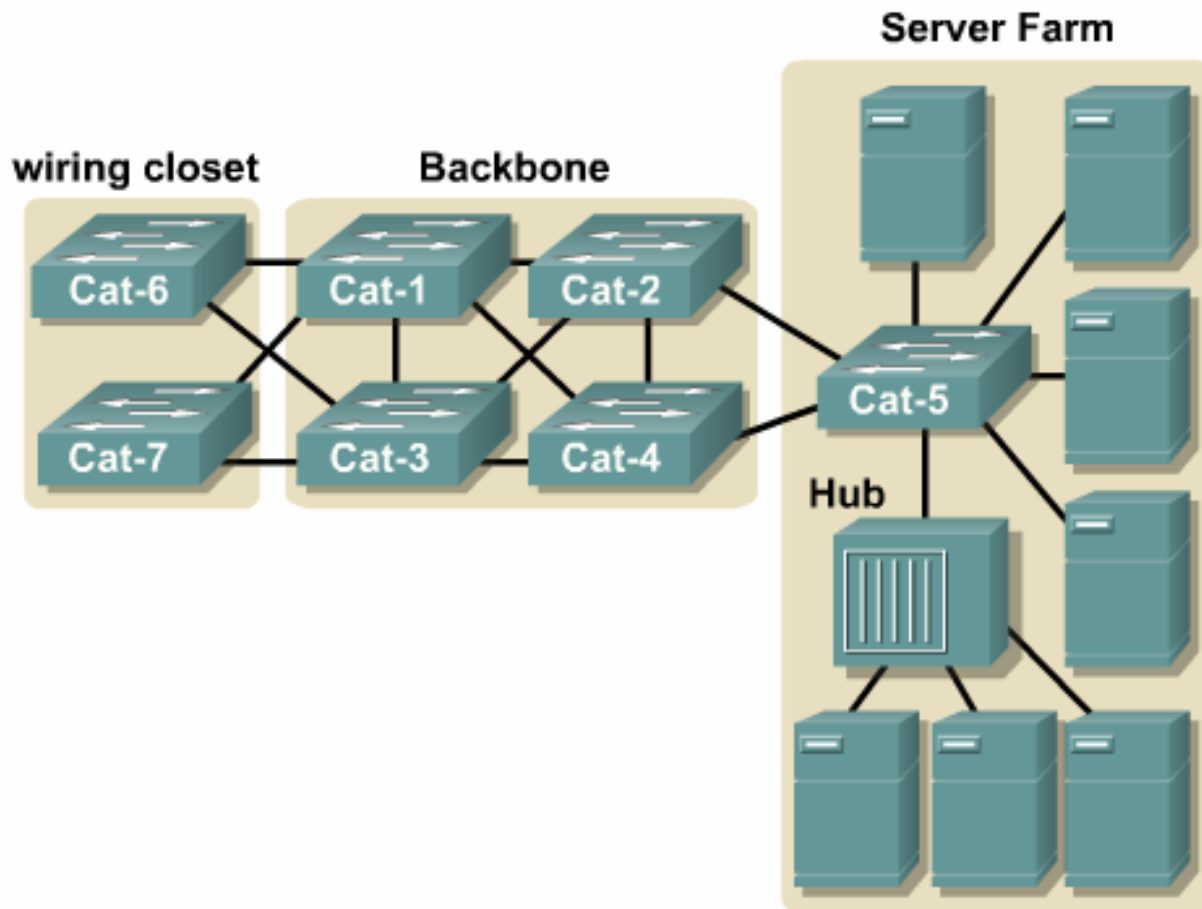
**Broadcast Storm**

- prudko klesá priepustnosť
- blokuje sa prenos iných rámcov

# Fault tolerance

- Topologické slučky:
  - Vznikajú pri pridávaní redundantných prvkov do siete
    - Existuje **viac ciest** medzi uzlami siete (zdroj, prijímač)
  - Môžu viesť k zrúteniu siete
    - Problémy s konektivitou, broadcastové búrky
- Ako bezpečne riešiť redundantné topológie so slučkami??
  - **Spanning Tree Protocol (STP)**

# Using Bridging Loops for Redundancy



# Spanning Tree Protocol

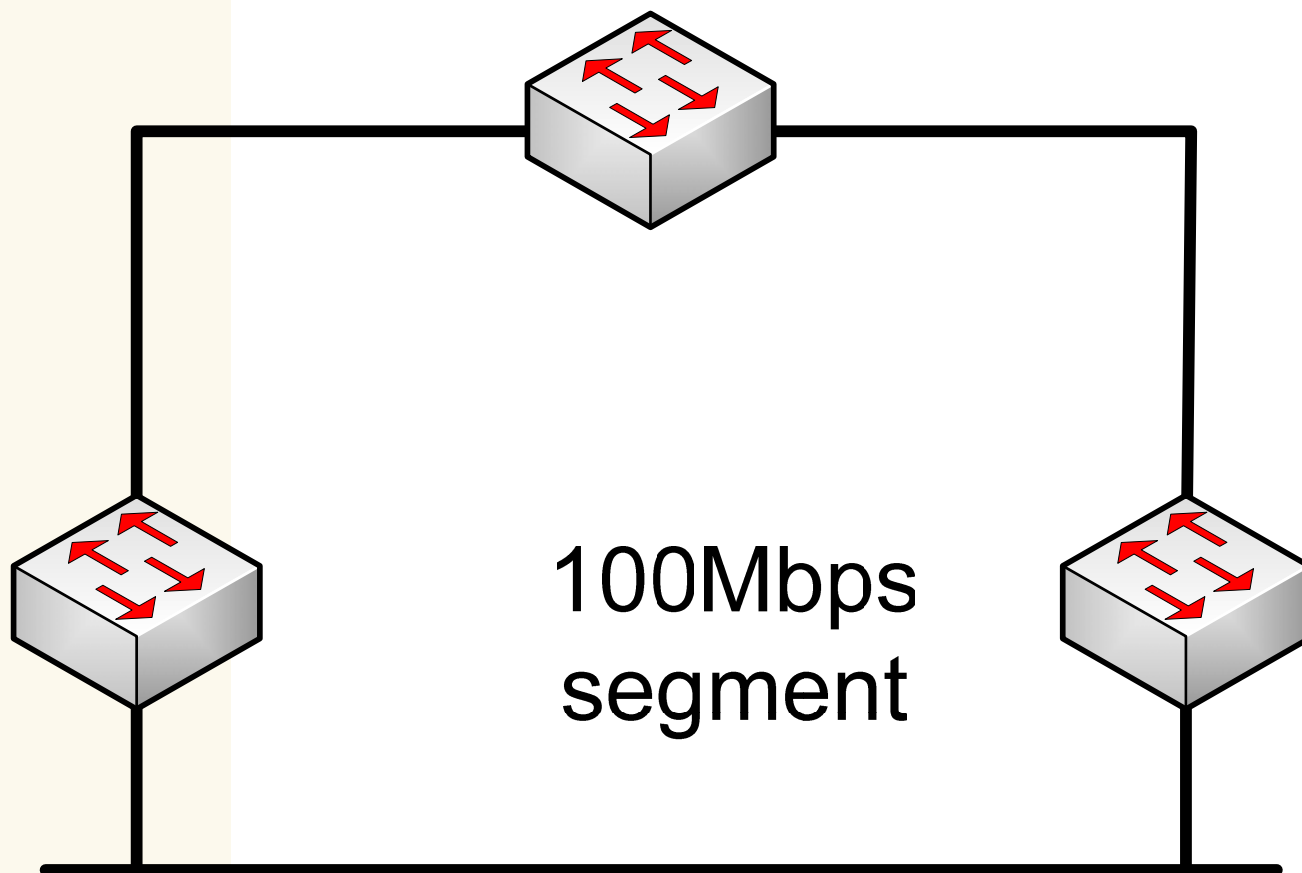
- Spanning Tree Protocol (STP)
  - Pracuje na L2 vrstve
  - Zabraňuje vzniku slučiek v prepínaných sieťach
    - Ochrana voči broadcast búrkam a problémom s konektivitou
  - Používa Spanning Tree Algoritmus
    - Založený na teórii grafov
  - Štandardizovaný ako **IEEE 802.1d**

# STP

## ■ STP

- Umožňuje prepínačom navzájom spolu komunikovať
- Vytvára „**loop-free**“ sieťovú topológiu
  - S dôrazom na najkratšiu cestu v prepínanej topológii
    - Najkratšia cesta počítaná kumulatívnou metrikou na základe rýchlosti linky (**COST**)
  - Umiestnením určitých portov prepínača do **Blokovacieho stavu** („Blocking state“)
- Dokáže reagovať na výpadky primárnych liniek
  - Prehodnocuje vzniknutú topológiu
  - Mení stavy portov
    - Prepína podľa potreby porty z blokovacieho do aktívneho stavu a naopak
    - Stále s dôrazom aby nevznikli slučky

# STP – popis činnosti



# STP

## ■ Každý prepínač:

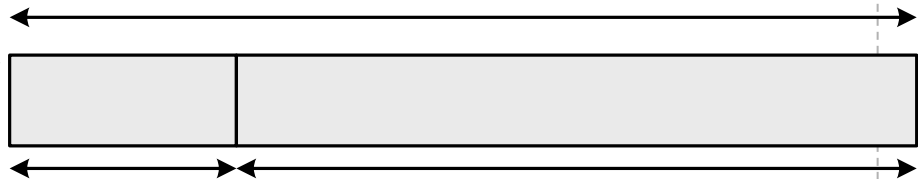
### ■ Je identifikovaný **BID (Bridge ID)** (8 Bytov)

#### ■ 2B: Priority

- Môže nastaviť administrátor
- Default: 32768

#### ■ 6B: MAC adresa

- MAC adresa prepínača



## ■ Každý port prepínača:

### ■ Má pridelený identifikátor (Port identifier)

- Jedinečný v rámci prepínača

### ■ Má pridelenú cenu

- Na základe rýchlosti rozhrania

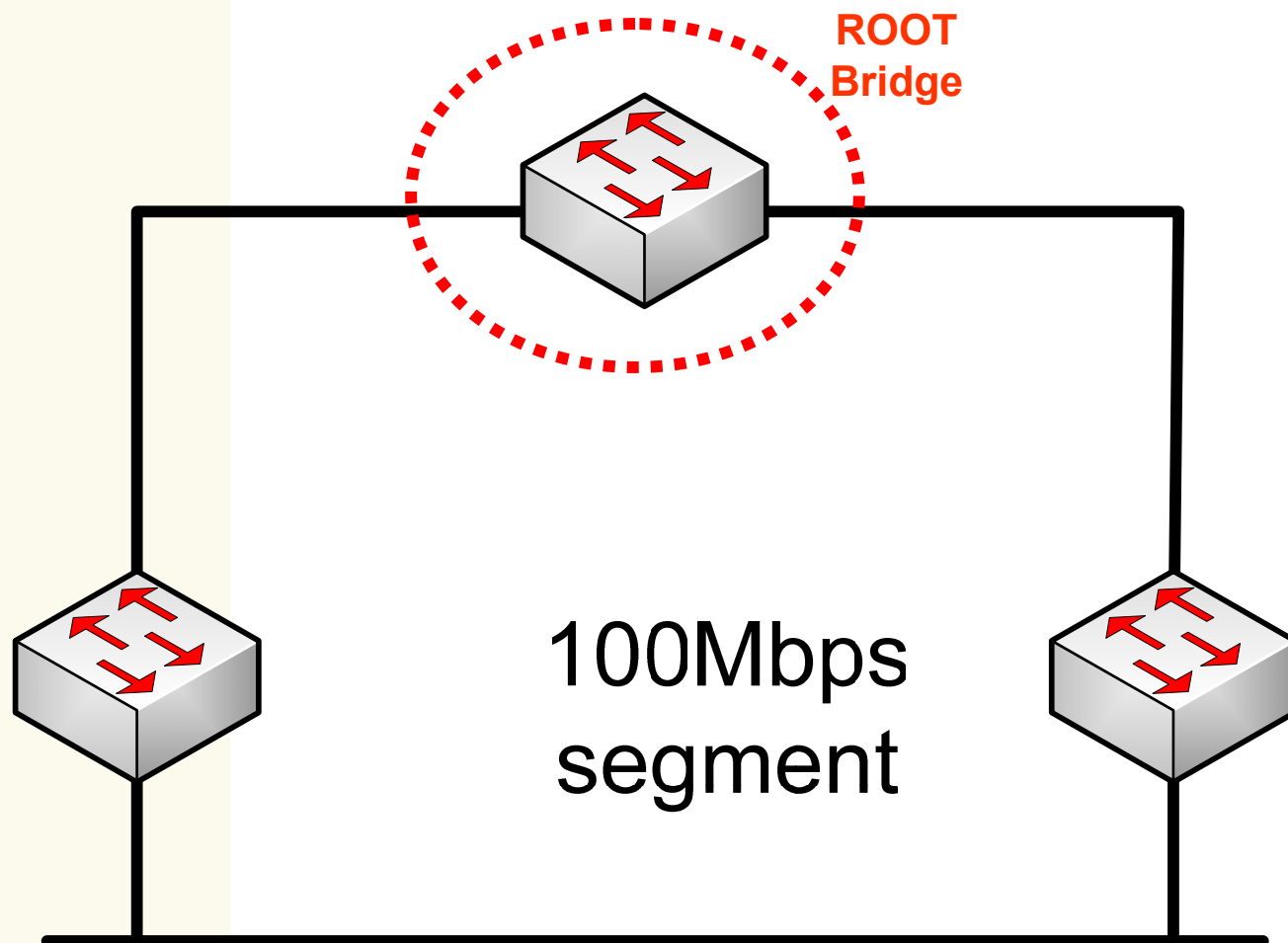
Link speed	Cost (Revised IEEE spec)	Cost (Previous IEEE spec)
10 Gbps	2	1
1 Gbps	4	1
100 Mbps	19	10
10 Mbps	100	100

# STP – prvý krok

- **Prvý krok v STP = voľba Root bridge (RB)**
  - Výber RB ovplyvní dátový tok v sieti
- Prepínač po zapnutí začne posielať STP rámce so svojim BID
  - Defaultne predpokladá, že RB je on sám
  - Rozposlané všetkým prepínačom
- Ak nejaký iný prepínač má nižšie BID, prepíše STP rámec a prepošle ho ďalej
- RB sa stane prepínač s najnižšou BID
  - Stane sa **Root-om siete** (začiatkom STP stromu)
    - Ovplyvňuje dátové toky v LAN
  - Defaultne nastavená rovnaká priorita, rozhoduje sa na základe MAC adresy
    - Prioritu môže zmeniť admin a ovplyvniť tak voľbu RB



# STP – popis činnosti



# STP

## ■ Root bridge (RB)

- Po voľbe je v sieti len jeden RB
- Je počiatkom počítaného STP stromu
  - Od RB do každého segmentu siete je len jedna cesta
  - Všetky redundantné cesty, ktoré nie sú súčasťou STP stromu sú **blokované**
- Všetky porty RB sa nazývajú „**Designated ports**“

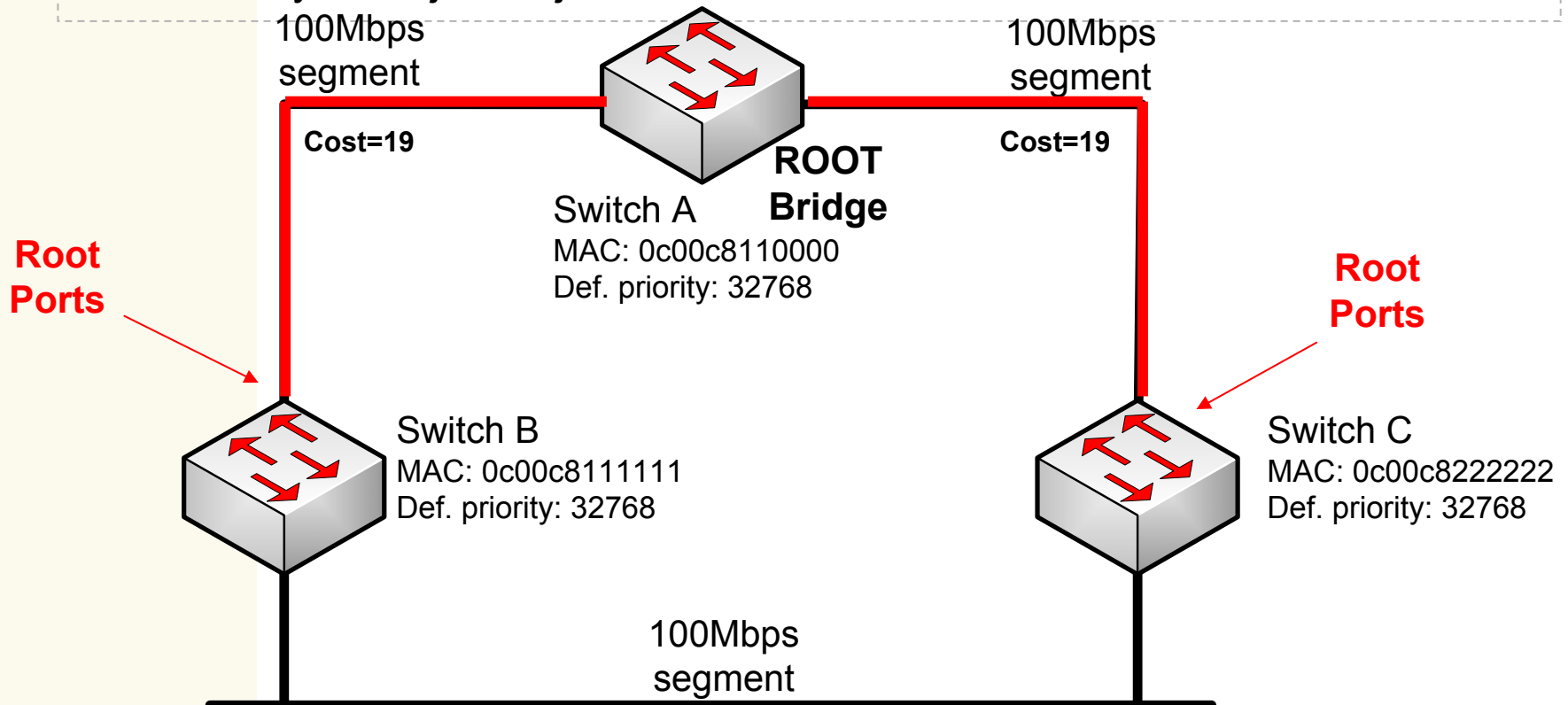
## ■ Ďalšie kroky

- Určenie najkratšej cesty k RB, určenie „designated“ prepínačov, „root“ portov a „designated portov“

# STP – ďalší krok

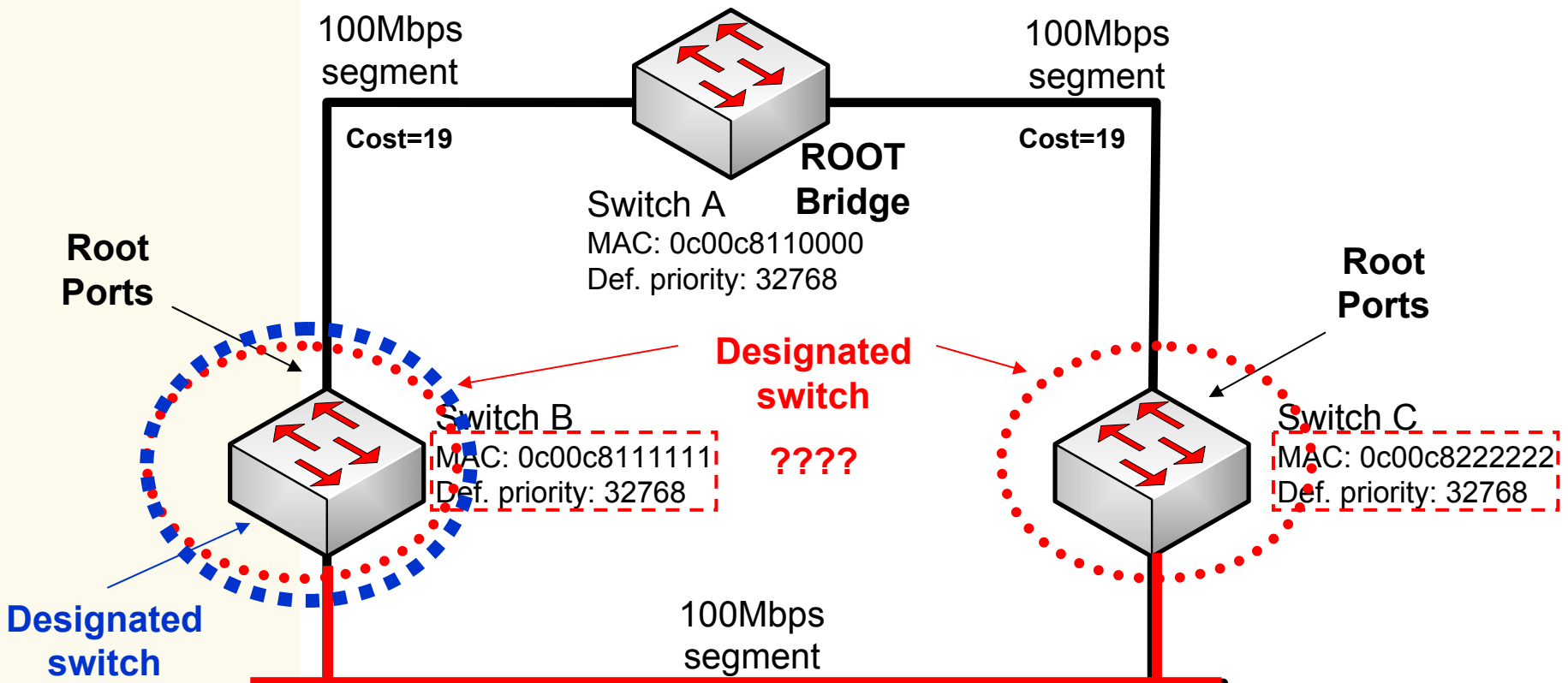
- Ostatné prepínače:

- Musia prepočítať najkratšiu cestu od seba k RB
- Porty na najkratšej ceste = **Root Ports**



# STP – ďalší krok

- Pre každý LAN segment treba určiť prepínač najbližší k RB
  - Tzv. „**Designated switch**“ - Je jediný vstup a výstup pre komunikáciu z/do LAN segmentu
  - Ak existujú dva rovnako vzdialené, použi BID - Prepínač s najnižším BID sa stane Designated switch

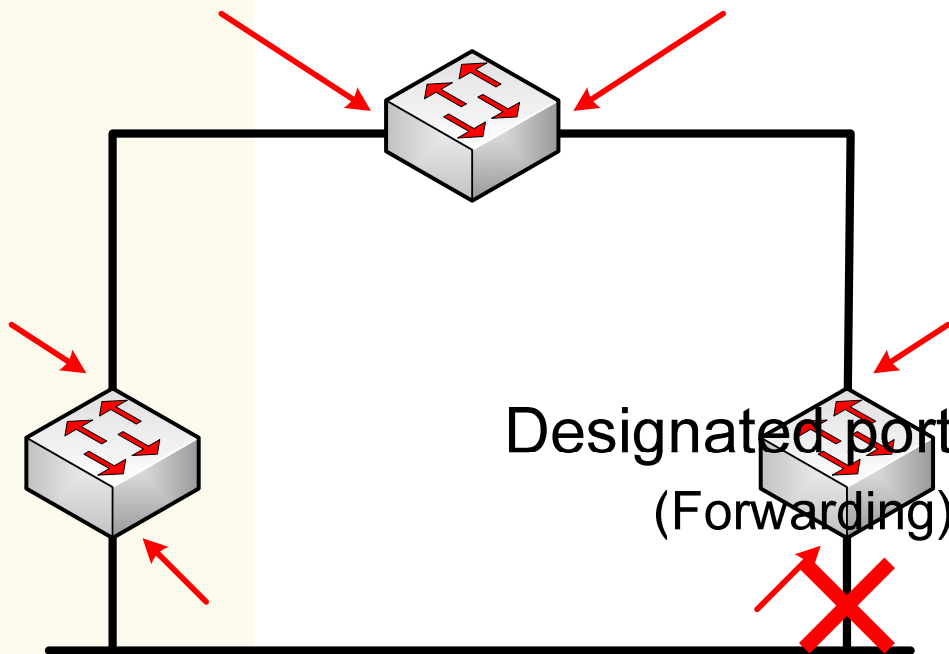


# STP – druhý krok

## ■ Každý designated switch:

- Je jediný vstup a výstup pre komunikáciu z/do LAN segmentu
- Vyberá jeden port najbližší k RB (tzv. „**Root port**“)
- Vyberá jeden port pre LAN, ktorý bude súčasťou STP stromu (tzv. „**Designated port**“)
- Všetky ostatné porty
  - Undesignated ports
  - Sú **BLOKOVANÉ!** (neposielajú rámce)

# STP



Cost: 19

Cost: 0

**Root Bridge**

■ Po prebehnutí STP algoritmu

- Loop free topológia
- Jeden Root bridge per net.
- Jeden root port per non-root bridge.

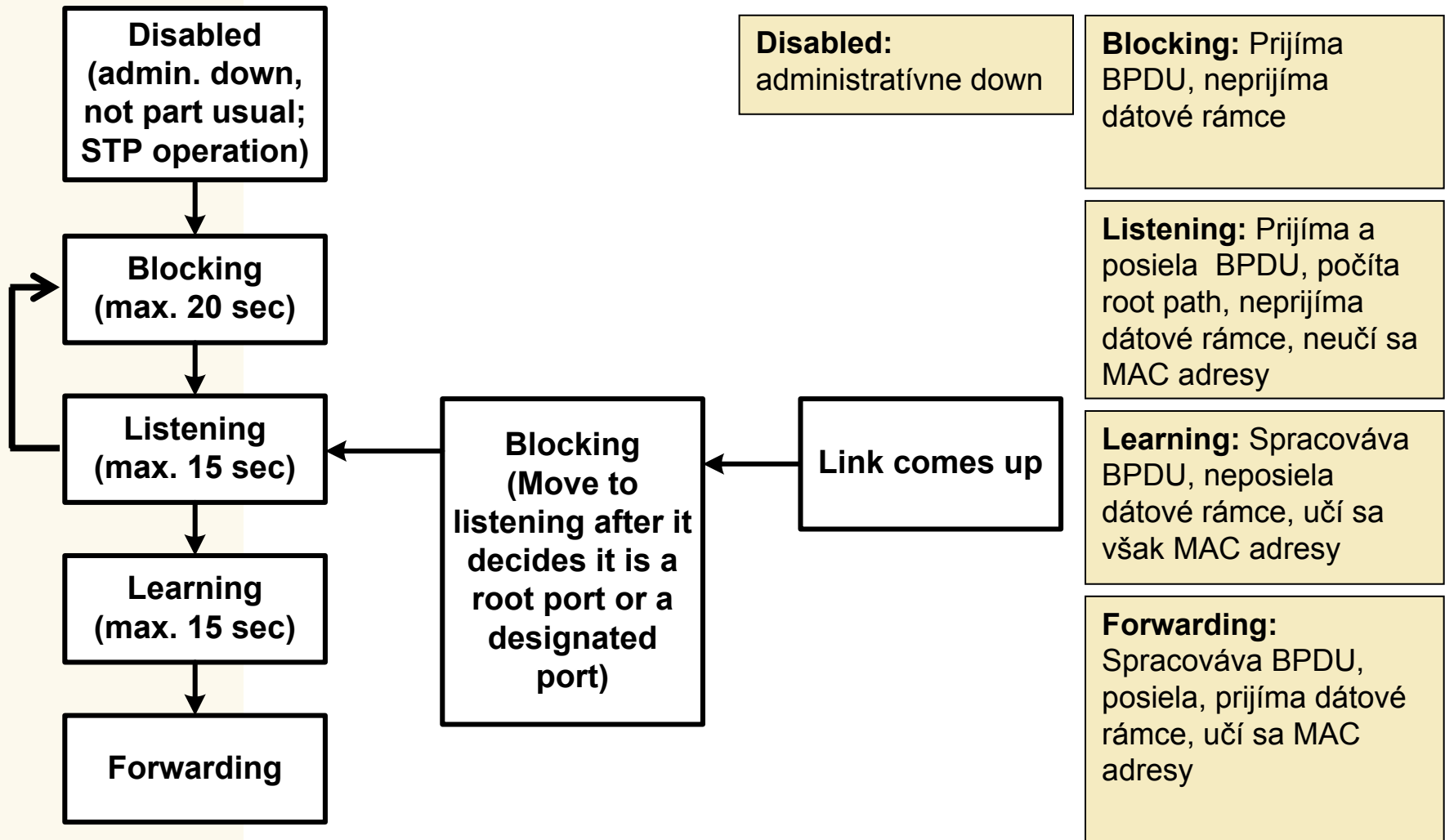
■ Jeden designated port per segment.

■ Každý non-designated port je nepoužívaný (blokováný).

Cost: 0

Switch A

# STP stavy portov



# STP – konvergencia

## ■ Konvergencia

- Keď všetky prepínače majú porty buď vo forwarding or blocking stavoch
  - BPDU sú neustále posielané

## ■ STP proces sa spúšťa:

- Pri zmene topológie
  - Pridanie, odobratie prepínača v sieti
  - Zapojenie a aktivácia portu, zmena stavu portu
- Časté prepočty STP môžu viesť k slučkám

## ■ STP konvergencia

- Trvá **50 sekúnd**
  - V niektorých prípadoch ťažko akceptovateľné



# Konfigurácia STP – 2924XL, 2950

## ■ Zistenie MAC adresy prepínača

```
show interface vlan 1
```

```
Switch_A#show interface vlan1
```

```
VLAN1 is up, line protocol is up
```

```
Hardware is CPU Interface, address is 0002.4b21.3640 (bia  
0002.4b21.3640)
```

```
Internet address is 192.168.1.2/24
```

```
MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit, DLY 1000 usec,  
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
```

```
Encapsulation ARPA, loopback not set
```

```
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
```

```
...
```

```
...
```

```
...
```

# Konfigurácia STP – 2924XL, 2950

## ■ Zistenie info o STP

**show spanning-tree brief**

VLAN1

Spanning tree enabled protocol IEEE

ROOT ID Priority 32768

Address 0002.4b20.9b80

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 32768

Address 0002.4b21.3640

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Port Designated

Name Port ID Prio Cost Sts Cost Bridge ID Port ID

```
-----  
Fa0/1 128.13 128 19 FWD 0 0002.4b20.9b80 128.13  
Fa0/2 128.14 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.14  
Fa0/3 128.15 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.15  
Fa0/4 128.16 128 19 BLK 0 0002.4b20.9b80 128.16  
Fa0/5 128.17 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.17  
Fa0/6 128.18 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.18  
Fa0/7 128.19 128 19 FWD 19 0002.4b21.3640 128.19  
Fa0/8 128.20 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.20  
Fa0/9 128.22 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.22  
Fa0/10 128.23 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.23  
Fa0/11 128.24 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.24  
Fa0/12 128.25 128 19 BLK 19 0002.4b21.3640 128.25
```

# Konfigurácia STP – 2924XL, 2950

## ■ Nastavenie priority

```
(config)#spanning-tree vlan 1  
priority 4096
```

# Rapid Spanning Tree (RSTP)

- Urýchľuje prepočítavanie spanning-tree stromu pri zmenách topológie
  - Evolúcia STP 802.1d
  - Konvergencia do 15 sekúnd
  - Nasadenie tam, kde STP konvergencia je pomalá
- Definovaný ako **IEEE 802.1w**
- Mení definíciu liniek
  - Edge port
    - Port na ktorom je len jedna pracovná stanica
      - Nemôže spôsobiť slučku
      - Port môže ísť po zapnutí rovno do Forwarding stavu
  - Link type - Point to point
    - Full duplex port
    - Ak sa takýto port stane designated portom môže ísť po zapnutí rovno do Forwarding stavu
  - Link type - Shared
    - Half duplex port
    - Musí prejsť všetkými stavmi RSTP

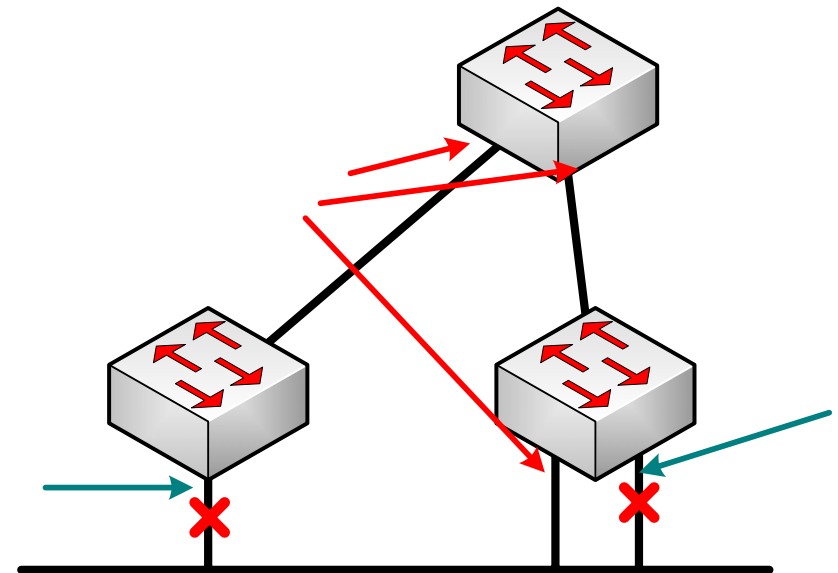
# STP vs. RSTP referencia

STP (802.1D) Port State	RSTP (802.1w) Port State	Is Port Included in Active Topology?	Is Port Learning MAC Addresses?
Disabled	Discarding	No	No
Blocking	Discarding	No	No
Listening	Discarding	Yes	No
Learning	Learning	Yes	Yes
Forwarding	Forwarding	Yes	Yes

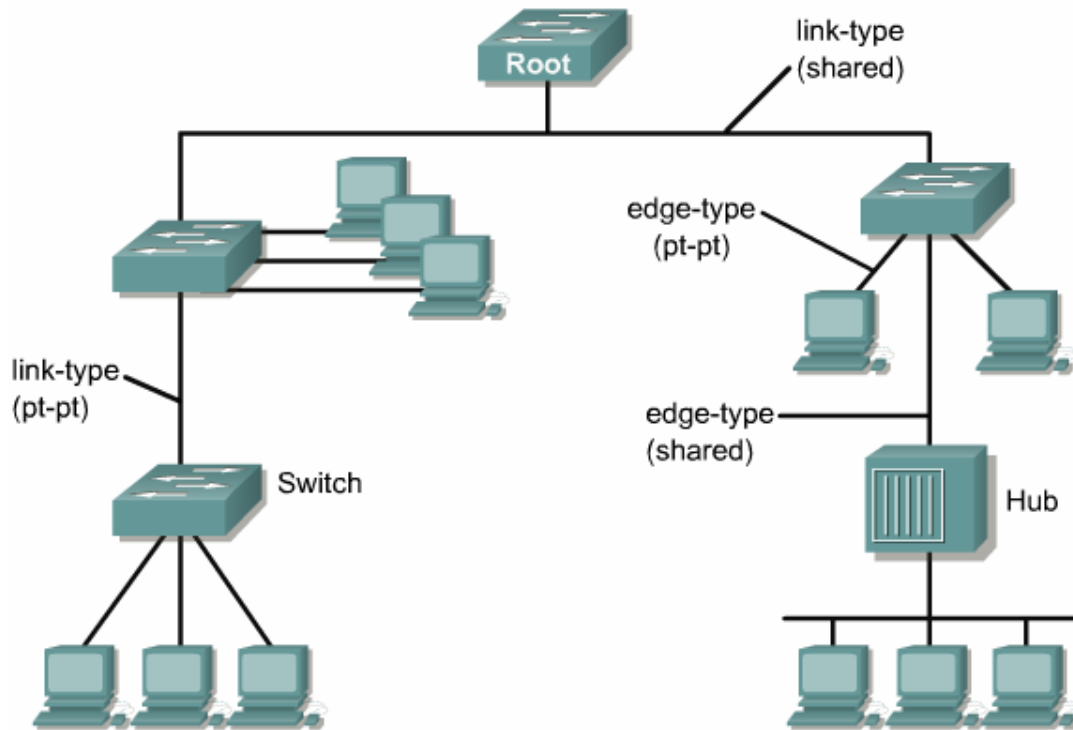
- Mení definíciu stavov portov
  - Discarding (blocking v STP)
  - Learning (ako v STP)
  - Forwarding (ako v STP)

# RSTP

- Mení definíciu úloh portov
  - Root port (ako STP)
  - Designated port (ako STP)
  - Alternate port (v STP blocking)
    - Blocking port na inom prepínači, ktorý prijíma BPDUs
    - Môže poskytovať alternatívnu cestu k Root Bridge, ak „padne“ root port
  - Backup port (v STP blocking)
    - Blocking port na tom istom prepínači, ktorý prijíma BPDUs
    - Poskytuje záložnú konektivitu pre ten istý prepínač ako designated port, do toho istého segmentu siete



# Rapid Spanning-Tree Port Designations



**The Rapid Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1w, will eventually replace the Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1D.**