



## Module 3 – Spanning tree protocol



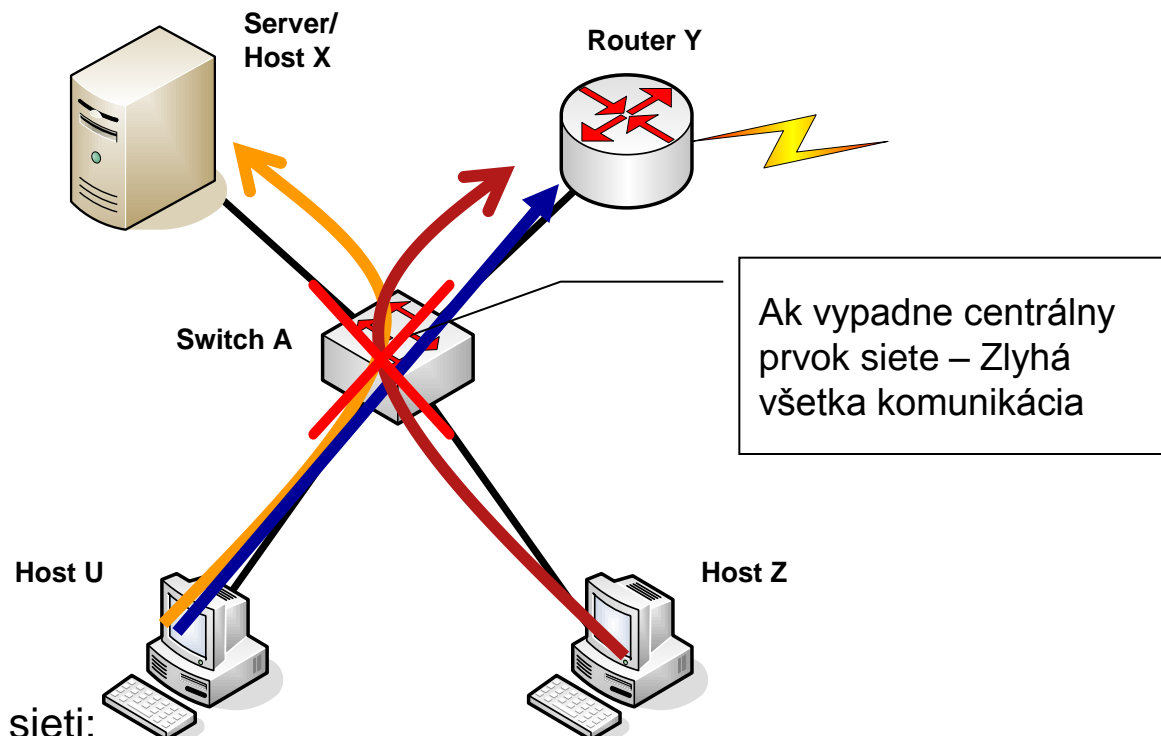
**SWITCH Module 3**  
**STP, RSTP, MSTP**

# Činnosť LAN prepínačov- Transparent bridging

- Ethernetové prepínače patria do rodiny tzv. transparentných mostov (transparent bridge)
  - Pripojené stanice nevedia o ich existencii
  - Rámec sa prechodom cez switch nemodifikuje
- Prepínač sa učí pasívnym čítaním zdrojových MAC adries z prenášaných rámcov
- Doručovanie rámcov je riadené cieľovou MAC adresou a MAC tabuľkou vytvorenou priebežným učením sa
  - Rámce pre známych príjemcov – len príslušným portom
  - Rámce pre neznámych príjemcov – všetkými ostatnými portami
- Toto plne automatizované správanie sa switcha spôsobuje problémy pri redundantnom dizajne siete

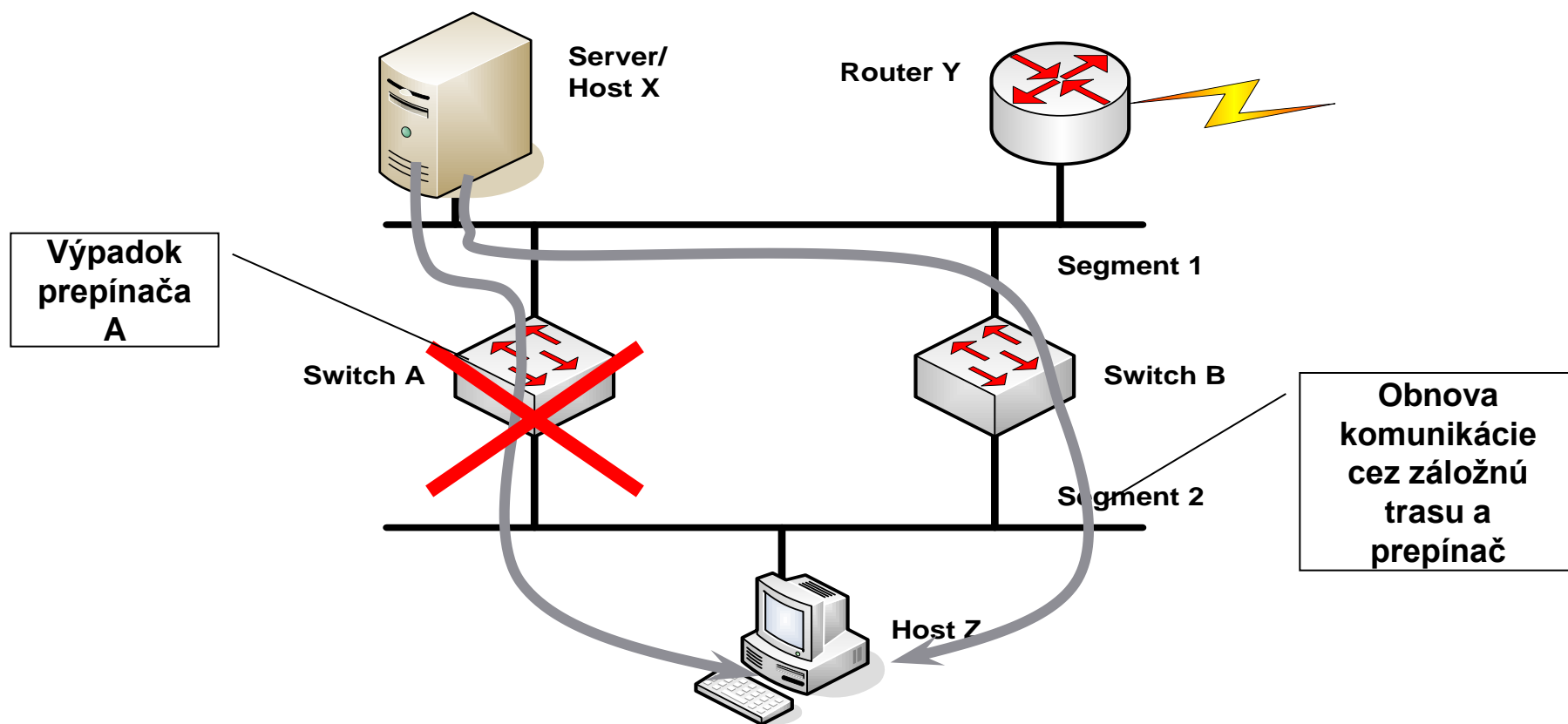
# Chýbajúca redundancia

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

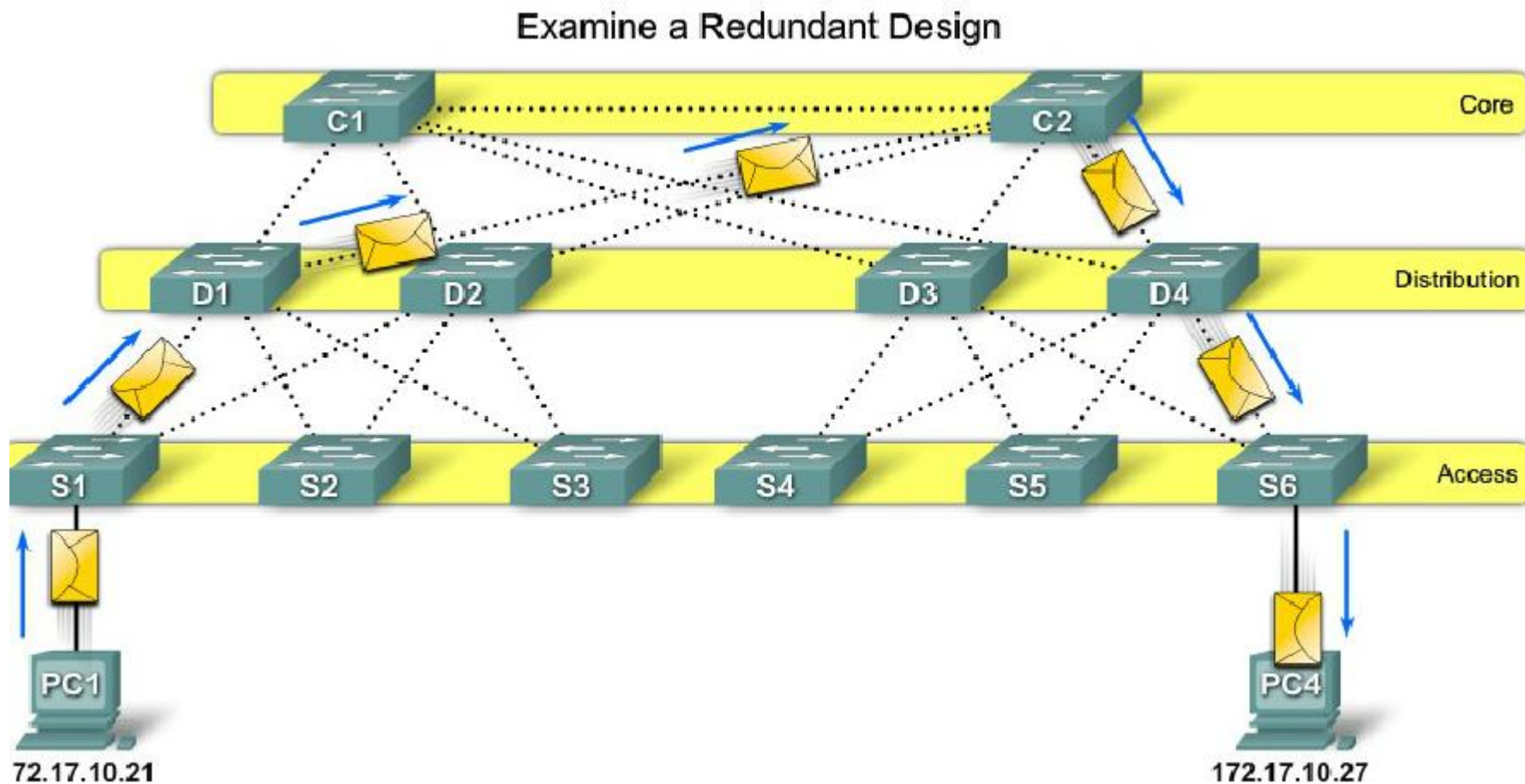


- Potrebujeme redundanciu v sieti:
  - Existencia záložných prvkov a ciest
  - Všetky siete potrebujú redundanciu pre zvýšenie spoľahlivosti a dostupnosti komunikačnej služby

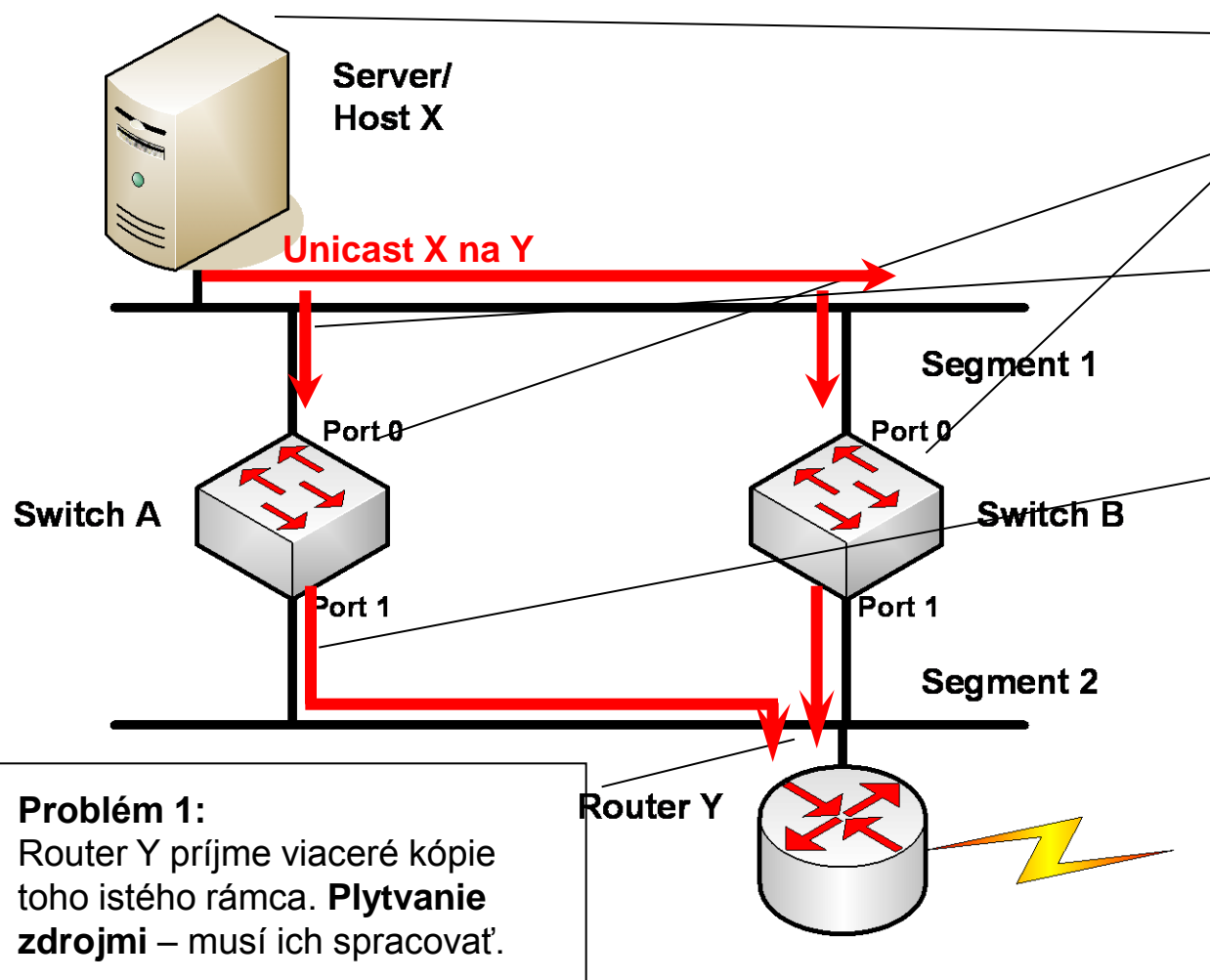
# Jednoduchá redundantná prepínaná topológia



# Redundancia v hierarchickom dizajne



# Problémy s konektivitou 1.



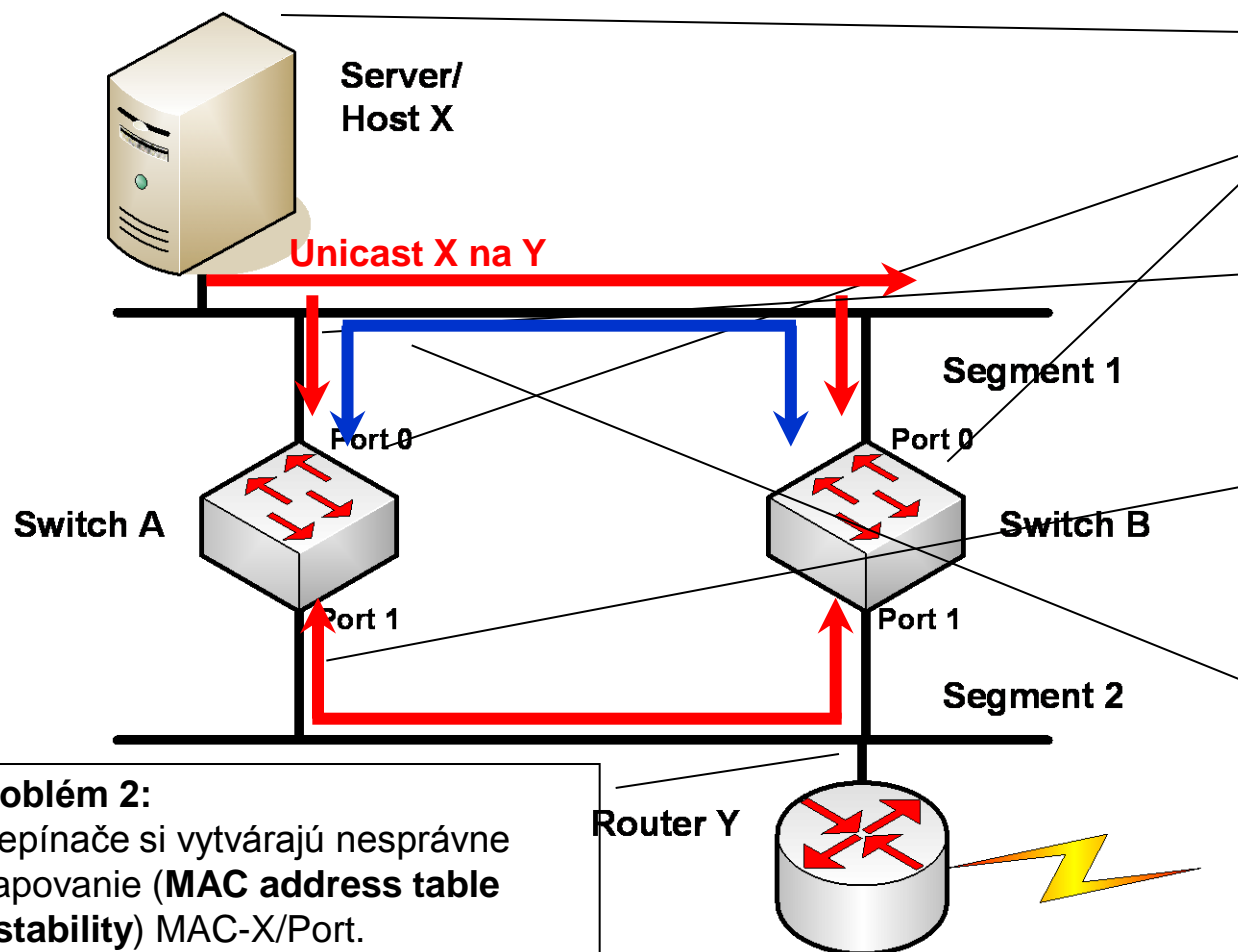
**Príklad:** Host X ARP cache obsahuje Router Y mapovanie.

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.

# 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, Nevidia Y adresu, prepnú rámec na všetky výstupné porty.

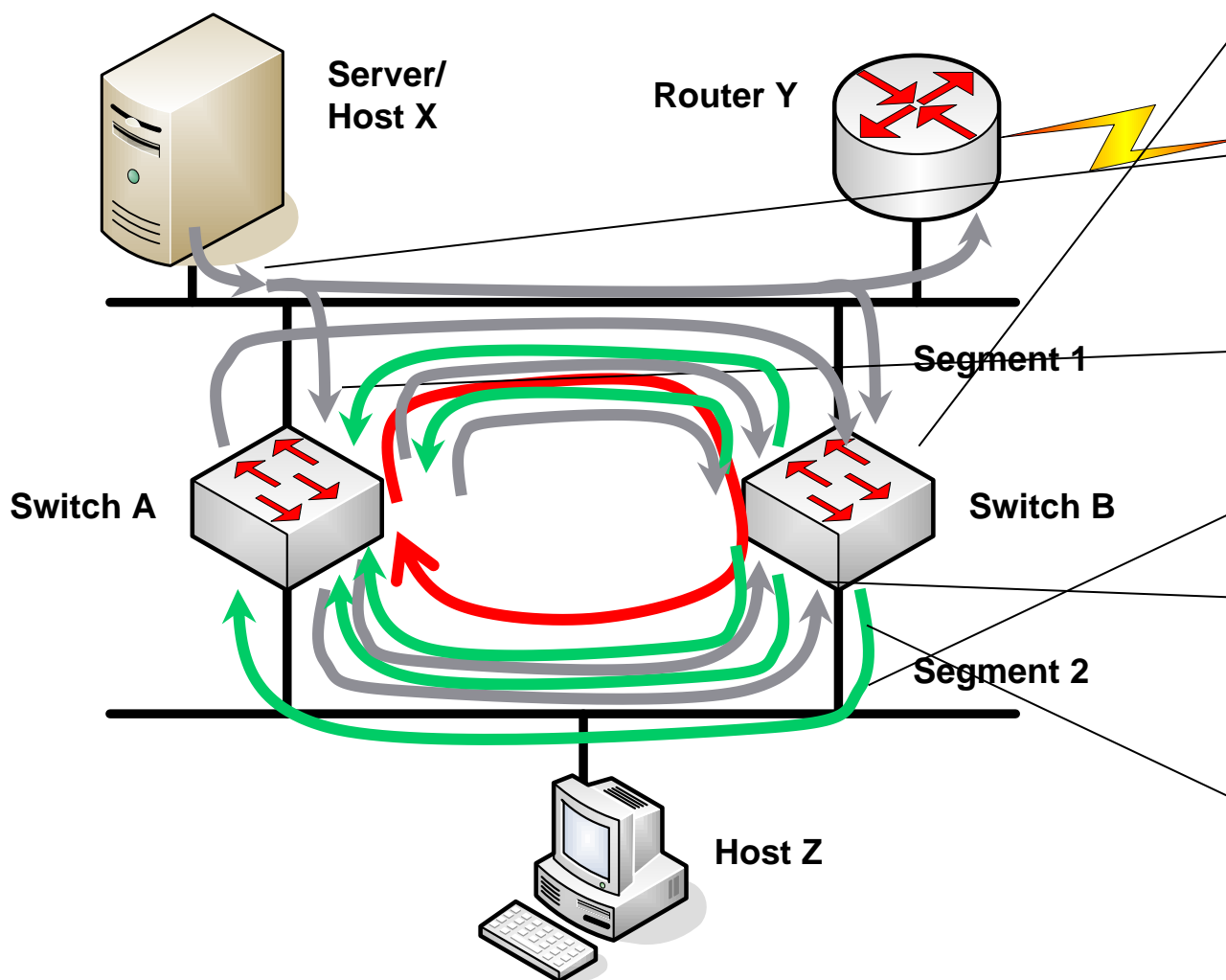
A prijme rámec od B a B od A. naučia sa nové mapovanie Host X na porty 1, v segmente 2. Musia prepísať mapovanie.

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

## Problém 2:

Prepínače si vytvárajú nesprávne mapovanie (**MAC address table instability**) MAC-X/Port. Navyše sa rámec začne rozposielať v nekonečnej slučke a doručí sa routeru v mnohých kópiách.

# Problémy - Broadcast storm



Pridaním druhého prepínača vznikla v sieti slučka.

Veľká časť LAN ethernet komunikácie je posielaná **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

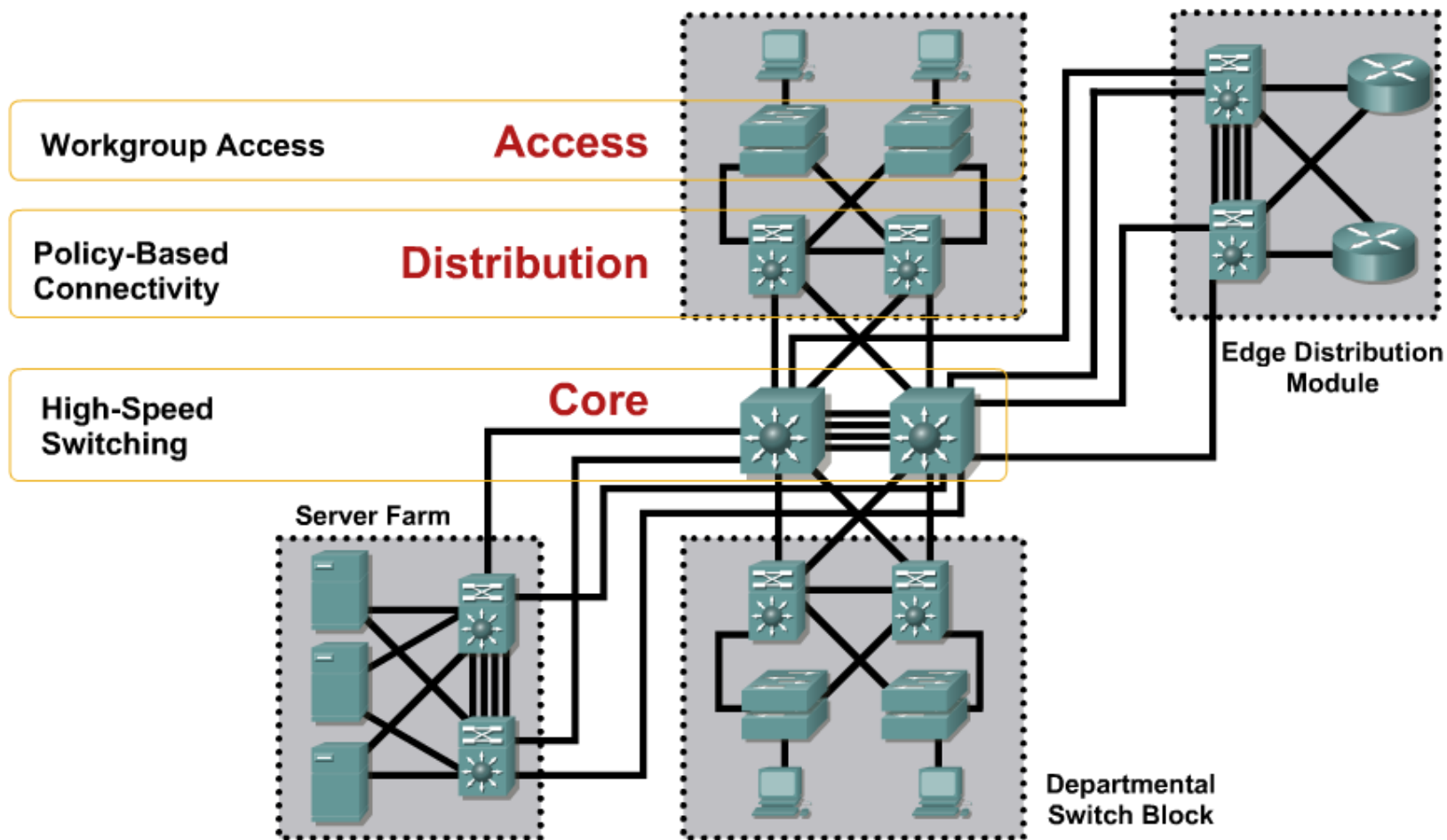
Oba prepínače prepínajú rámce donekonečna:

## **Broadcast Storm**

- prudko klesá priepustnosť
- blokuje sa prenos iných rámcov



# Trojvrstvový hierarchický sieťový dizajn (campus model)



# Riešenie fault tolerance – Spanning Tree Protocol

- Fyzické slučky v sieti sú nevyhnutné
  - Sú prostriedkom pre redundanciu zariadení a prepojov
- To, čo chceme v skutočnosti eliminovať, sú Layer2 slučky
  - Preposielacie slučky spôsobené logikou činnosti switcha
- Tento problém rieši rodina STP protokolov
  - STP hľadá v sieti kostru (maximálny acyklický faktorový podgraf)
  - Existuje viacero variantov STP, základný princíp majú zhodný
  - Kostra siete vzniká ako strom najlepších ciest od každého switcha k jednému referenčnému bodu – root bridge-u
    - „Metriky“ ciest sú vytvorené tak, aby tvorili úplné usporiadanie a aby v žiadnej sieti neexistovali dve rovnocenné cesty
    - Inými slovami, z pohľadu jedného switcha bude vždy existovať práve jedna najlepšia cesta k root bridge-u, nikdy nie viac



# Spanning Tree Protocol (STP)



# Verzie STP

- Základná verzia STP sa volá *Legacy 802.1D*
  - Zo súčasnej verzie štandardu IEEE 802.1D je vypustená
- Zrýchlená verzia STP sa volá Rapid STP, 802.1w
  - V súčasnosti je súčasťou štandardu 802.1D
- Verzia podporujúca viaceré inštancie nad jednou prepínanou sieťou sa volá Multiple STP, 802.1s
  - V súčasnosti je súčasťou štandardu 802.1Q
- Cisco má vlastné varianty STP a RSTP
  - PVST, RPVST – STP a RSTP pre každú VLAN nad ISL
  - PVST+, RPVST+ – STP a RSTP pre každú VLAN nad dot1q

# Legacy Spanning Tree Protocol (STP)

- Pôvodne štandardizovaný ako **IEEE 802.1d**
- Pracuje na L2 vrstve
- Zabraňuje vzniku slučiek v prepínaných sieťach
  - Deteguje redundantné linky a tie blokuje
  - Do každého cieľa len jedna cesta
  - Ochrana voči broadcast búrkam a problémom s konektivitou
- Umožňuje prepínačom navzájom spolu komunikovať
  - Posielaním BPDU rámcov (každé 2 sekundy)
- Používa Spanning Tree Algorithmus (STA)
  - Tento volí v sieti referenčný bod, **ROOT prepínač (RB)**
  - Ostatné prepínače si určujú najlepšiu cestu k RB
    - Na základe ceny (rýchlosti) linky tvoriacej cestu
  - Ak sú dve cesty, lepšia je **AKTÍVNA**, horšia **BLOKOVANÁ**
  - Strom je zdieľaný pre všetky VLAN

# Legacy 802.1D STP – formát správ

Bytes	Field
2	Protocol ID
1	Version
1	Message type
1	Flags
8	Root ID
4	Cost of path
8	Bridge ID
2	Port ID
2	Message age
2	Max age
2	Hello time
2	Forward delay

- Dva typy BPDU
  - Configuration BPDU
    - Posielané každé 2 sek.
  - Topology Change Notification (TCN) BPDU

Kto je root bridge

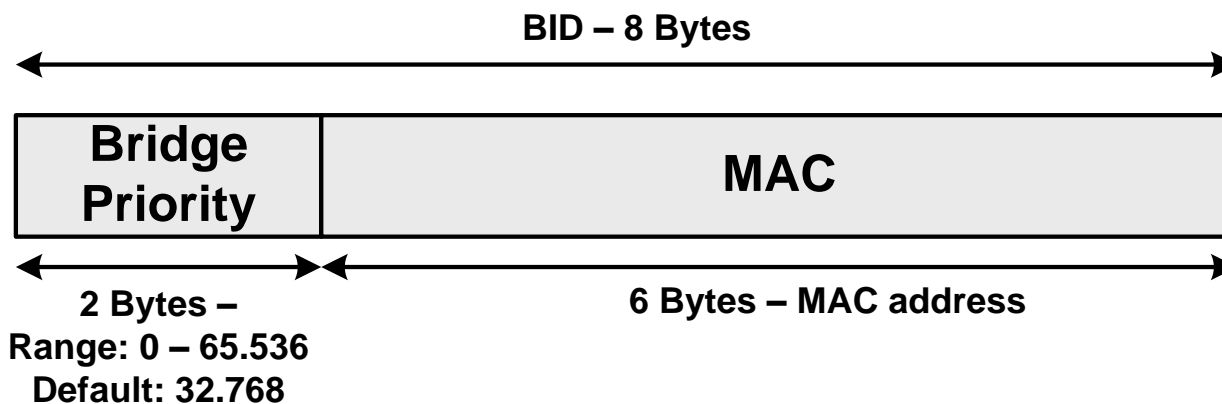
Ako ďaleko je root bridge

Aké je BID prepínača,  
ktorý poslal BPDU

Cez ktorý port  
odosielateľa tento BPDU  
odišiel.

- Po zapnutí prepínača Root ID = Bridge ID

# Parametre switcha a portu v STP



- Každý prepínač má svoje BID
  - 2B: Konfigurovateľná priorita
    - Štandardne: 32768
  - 6B: MAC adresa prepínača
- Každý port má svoje PID
  - Má podobne ako BID dve časti
  - Konfigurovateľná priorita
    - Od 0 do 255, štandardne 128
  - Port Index
    - Poradové číslo portu

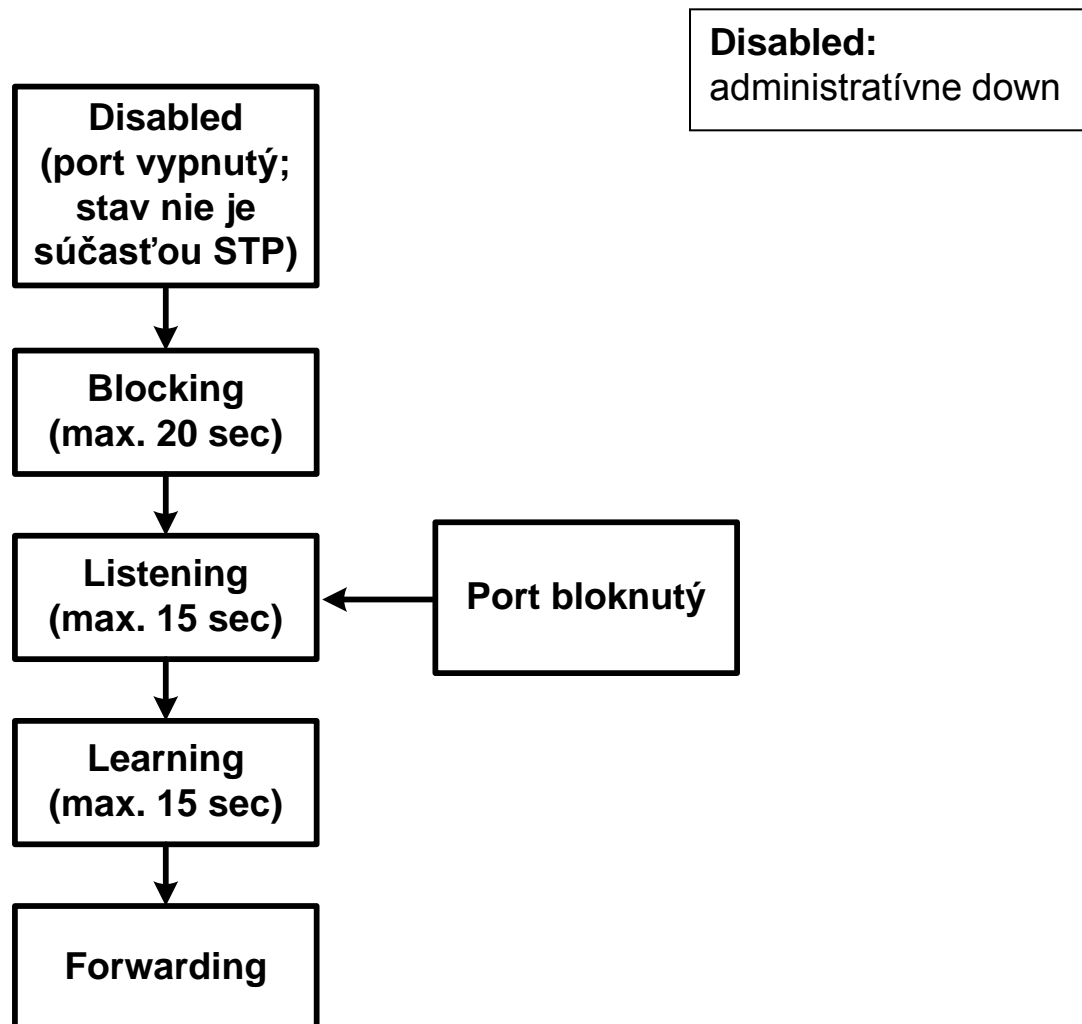
## Cena portu v STP (Cost)

- S každým portom je spojená cena linky (cost)
  - Štandardne odvodená od momentálnej rýchlosti rozhrania
  - Je konfigurovateľná
  - Využíva sa pri výpočte vzdialenosti od root switcha
- Existuje niekoľko verzií štandardných ohodnotení cien liniek na základe rýchlosti rozhrania

Rýchlosť	802.1D-2004	802.1D-1998	Pred 802.1D-1998
10 Gbps	2000	2	1
1 Gbps	20000	4	1
100 Mbps	200000	19	10
10 Mbps	2000000	100	100



# Stavy portov v Legacy 802.1D



**Blocking:** Spracúva prijaté BPDU. Neodosiela BPDU. Neprijíma a nespracúva dátové rámce. Nebuduje CAM. Ostáva v ňom Max Age timer (20sec.). Zistenie Root BID a úloh portov.

**Listening:** Prijíma, spracováva a preposiela BPDU (info. že port je pripravený pracovať v aktivnej topo), neprijíma dátové rámce, neučí sa MAC adresy

**Learning:** Spracováva BPDU, neposiela dátové rámce, učí sa však MAC adresy (buduje Bridging table)

**Forwarding:** Spracováva BPDU, posiela, prijíma dátové rámce, učí sa MAC adresy

Pozn. Def. stav po oživení portu je listening

# Rozhodovací proces používaný pri porovnávaní BPDU

- STP stavia svoju činnosť na schopnosti porovnať dvojicu BPDU a vyhlásiť, ktoré je lepšie (superior) a ktoré je horšie (inferior)
- BPDU sa porovnávajú v tomto poradí parametrov:
  1. **Root Bridge ID**: Root Bridge Priority + Root Bridge VLAN + Root Bridge MAC
  2. **Total Root Path Cost** = Sender Root Path Cost + Receiving Port Cost
  3. **Sender Bridge ID** = Sender Bridge Priority + Sender Bridge VLAN + Sender Bridge MAC
  4. **Sending Port ID** = Sending Port Priority + Sending Port Index
  5. **Receiving Port ID** = Receiving Port Priority + Receiving Port Index
- Parameter N+1 sa porovnáva len vtedy, ak sú všetky predošlé parametre zhodné
- Lepšie je to BPDU, v ktorom sa pri danom poradí porovnávanía parametrov nájde prvýkrát nižšia hodnota

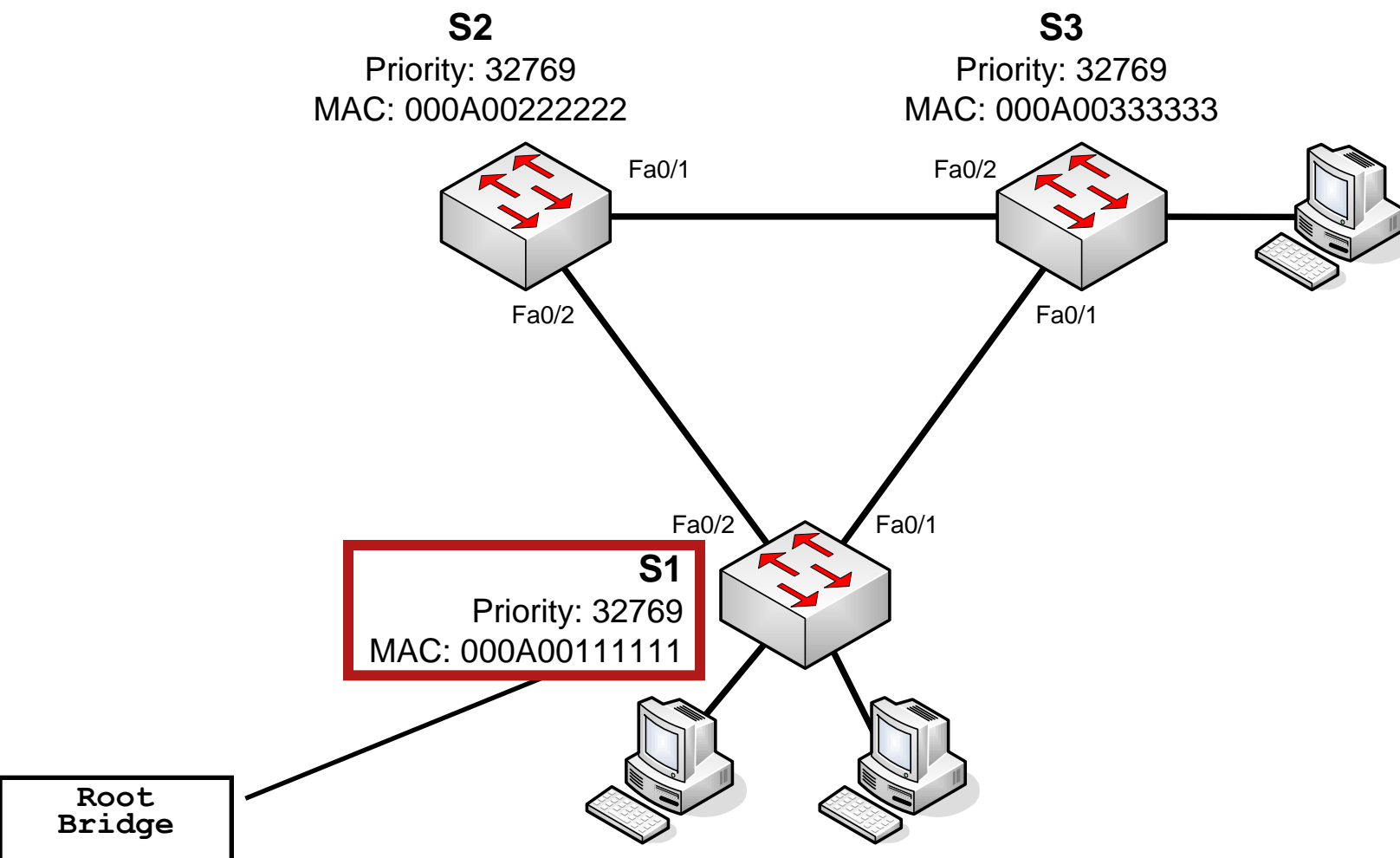
# Postup budovania kostry v STP (1)

- V STP konštrukcia kostry prebieha v troch krokoch
- **Krok 1: Voľba root switch-a**
  - Root bridge je ten, ktorého BID je najnižšie
  - Každý switch sa po zapnutí považuje za root, t.j. SBID = RBID
  - Akonáhle switch prijme BPDU, v ktorom je RBID nižšie než práve známy, nahradí doterajšie RBID novým nižším RBID
- 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 sú zvyčajne designated portami
    - Alebo niektoré Block (slučka sám na seba)
  - RB Začne vysielat' BPDU s Root path cost = 0

# STP – prvý krok - voľba Root bridge (RB)

● Forwarding port

● Blocking port



# Postup budovania kostry v STP (1)

- **Krok 2: Na každom ne-root switch-i voľba root portu**
  - Root port je ten, ktorý prijíma najlepšie výsledné BPDU spomedzi všetkých portov na switchi
  - Výsledné BPDU:
    - prijaté BPDU, ktorého hodnota RPC bola zvýšená o „cost“ portu, na ktorom bolo BPDU prijaté
      - BPDU prišlo s  $RPC=19$
      - Port má cost 19
      - Výsledné BPDU má  $RPC\ 19+19=38$
  - Root port postupne prejde cez medzistavy do stavu Forwarding

# STP – voľba Root Portov

● Forwarding port

● Blocking port

Prepínač prepošle ďalej, Cost updatnutý

Prijímajúci prepínač per port:

- Prijatý Cost + cena portu =

$$0 + 19 = 19$$

Root Bridge:

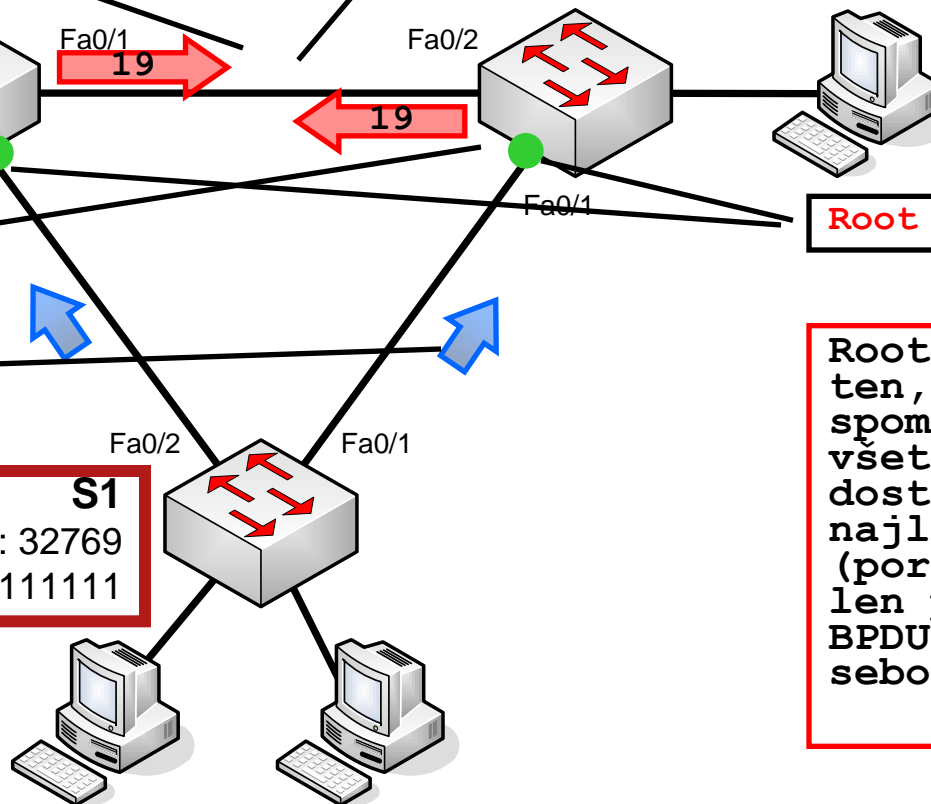
- Pošle BPDU  
- Root Path Cost=0

Root Bridge

**S2**  
Priority: 32769  
MAC: 000A00222222

**S3**  
Priority: 32769  
MAC: 000A00333333

**S1**  
Priority: 32769  
MAC: 000A00111111



Prijímajúci prepínač per port:

- Prijatý Cost + cena portu =

$$19 + 19 = 38$$

Cez ktorý port som bližšie k RB?

- Ten bude **Root Port**

**Root Ports**

Root port je ten, ktorý spomedzi všetkých portov dostáva najlepšie BPDU (porovnávajú sa len prijaté BPDU medzi sebou).

## Postup budovania kostry v STP (2)

- Krok 3: Na každom zapojenom segmente voľba Designated portu
  - Designated port je ten, ktorého vlastné (odosielané) BPDU je lepšie než všetky prijímané BPDU
  - BPDU sa porovnávajú okamžite, bez úprav hodnôt parametrov
  - Designated port postupne prejde cez medzistavy do Forwarding
- Všetky ostatné porty sú nadbytočné a zostanú v stave Blocking
- Čo sme vlastne získali?
  - Niektoré linky sú odblokované z oboch strán
    - Designated port ↔ Root port
  - Ostatné linky sú odblokované len z jednej strany
    - Designated port ↔ Blocking port

# STP – voľba Designated portov

● Forwarding port

● Blocking port

## Postup pri rozhodovaní:

- 1 – Najnižšie Root BID
- 2 – Najnižšie RPC
- 3 – Najnižšie Sender BID
- 4 – Najnižšie Sender PID
- 5 – Najnižšie Receiver PID

Ktorý port bude forward dáta a ktorý block? A na základe čoho?

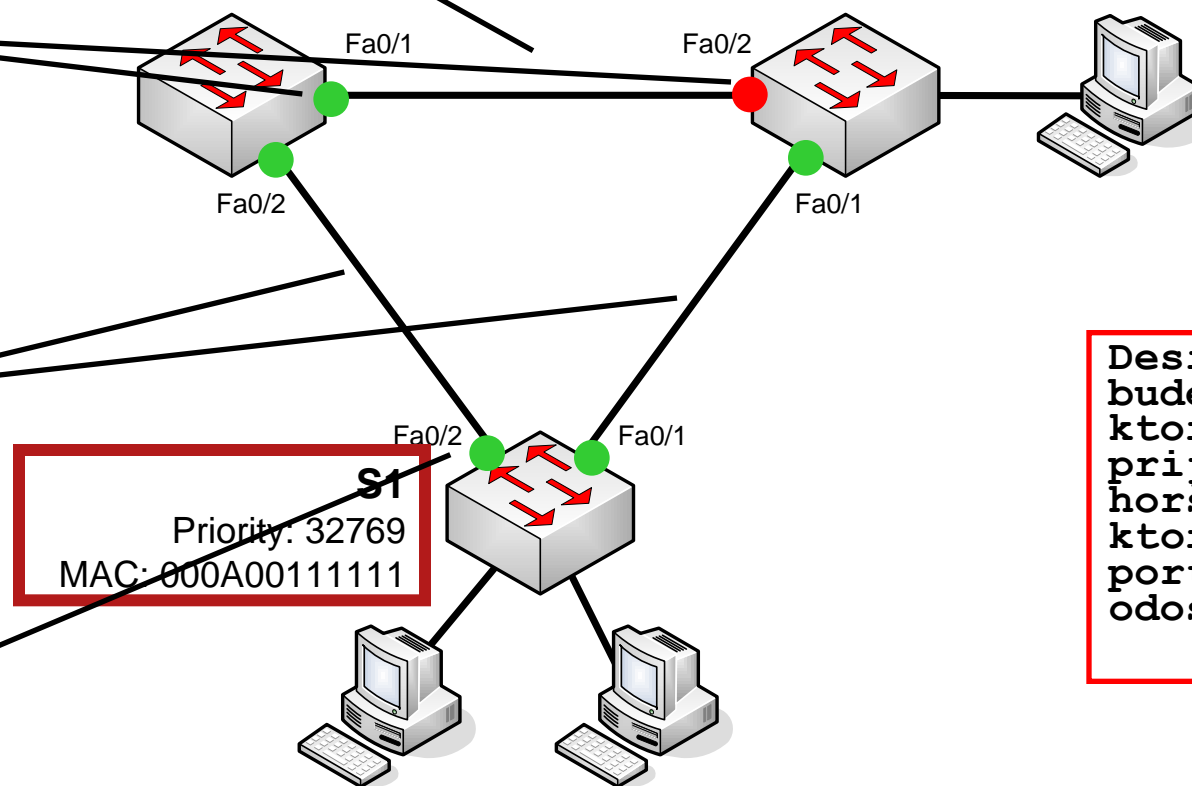
Zelený: designated port  
Červený: non-Designated (bude block)

Ktorý port bude forward dáta a ktorý block? A na základe čoho?

Designated port

**S2**  
Priority: 32769  
MAC: 000A00222222

**S3**  
Priority: 32769  
MAC: 000A00333333



Designated port bude ten, na ktorom bude prijaté BPDU horšie než to, ktoré sa tým portom odosiela.



# Show spanning-tree na S1

```
S1#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      32769
```

```
Address      000A.0011.1111
```

```
This bridge is the root
```

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

```
Bridge ID   Priority      32769
```

```
Address      000A.0011.1111
```

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

```
Aging Time  20
```

```
Interface      Role Sts Cost          Prio.Nbr Type
```

```
-----
```

```
Fa0/1          Desg FWD 19           128.1    P2p
```

```
Fa0/2          Desg FWD 19           128.2    P2p
```

# Show spanning-tree na S2

```
S2#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```

Root ID      Priority      32769
             Address      000A.0011.1111
             Cost          19
             Port          2 (FastEthernet0/2)
             Hello Time 2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
Bridge ID    Priority      32769
             Address      000A.0022.2222
             Hello Time 2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p
Fa0/2	Root	FWD	19	128.2	P2p

# Show spanning-tree na S3

```
S3#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      32769
             Address      000A.0011.1111
             Cost          19
             Port          1 (FastEthernet0/1)
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID    Priority      32769
             Address      000A.0033.3333
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

```
Interface          Role Sts Cost          Prio.Nbr Type
```

```
-----
```

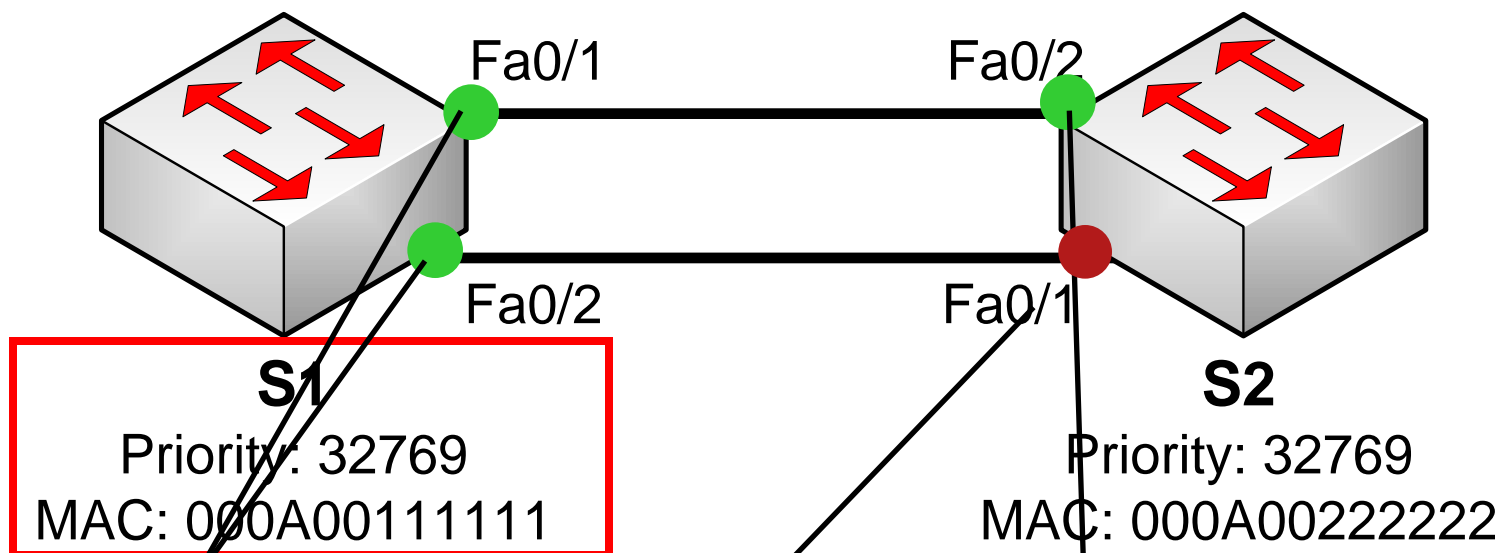
Fa0/2	Altn	BLK	19	128.2	P2p
Fa0/1	Root	FWD	19	128.1	P2p

# STP činnosť 2

- Forwarding port
- Blocking port

## Postup pri rozhodovaní:

- 1 – Najnižšie Root BID
- 2 – Najnižšie RPC
- 3 – Najnižšie Sender BID
- 4 – Najnižšie Sender PID
- 5 – Najnižšie Receiver PID



Root  
Bridge?

Designated  
porty?

Blocking  
porty?

Root  
Port?

# STP činnosť 3

● Forwarding port

● Blocking port

## Postup pri rozhodovaní:

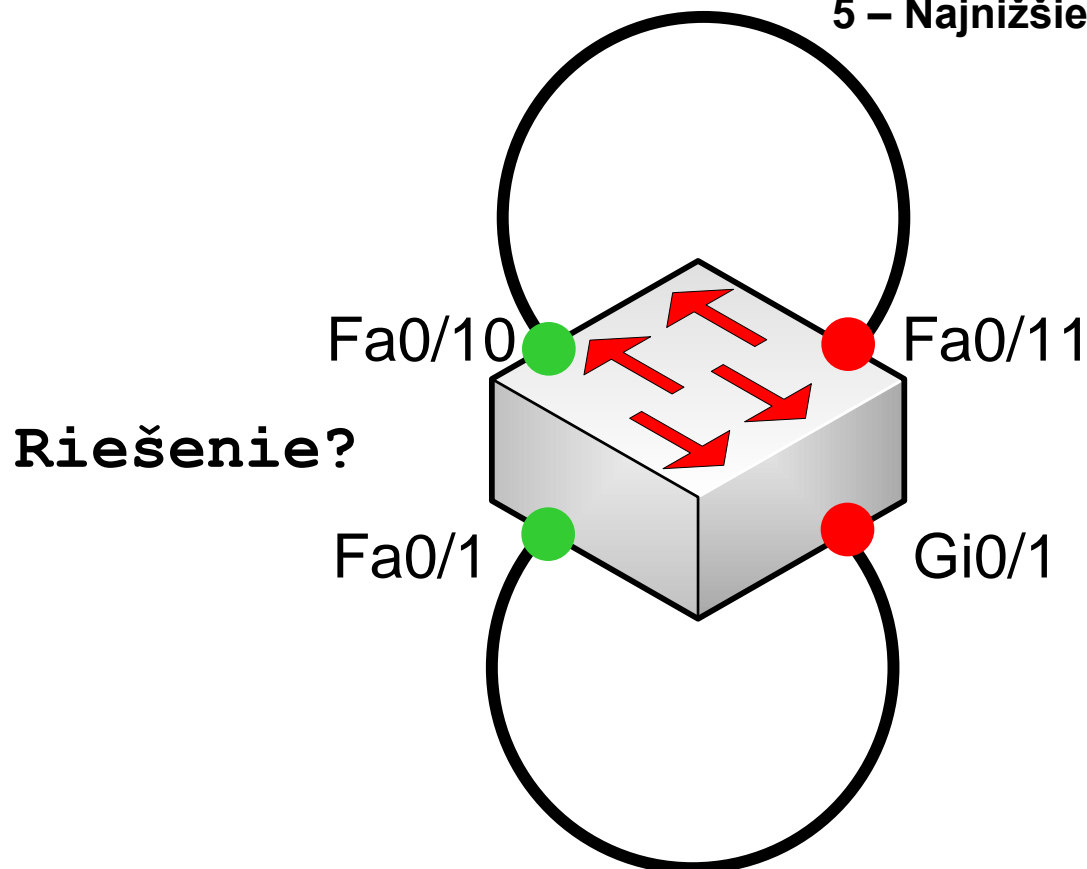
1 – Najnižšie Root BID

2 – Najnižšie RPC

3 – Najnižšie Sender BID

4 – Najnižšie Sender PID

5 – Najnižšie Receiver PID



**S1**

Priority: 32769

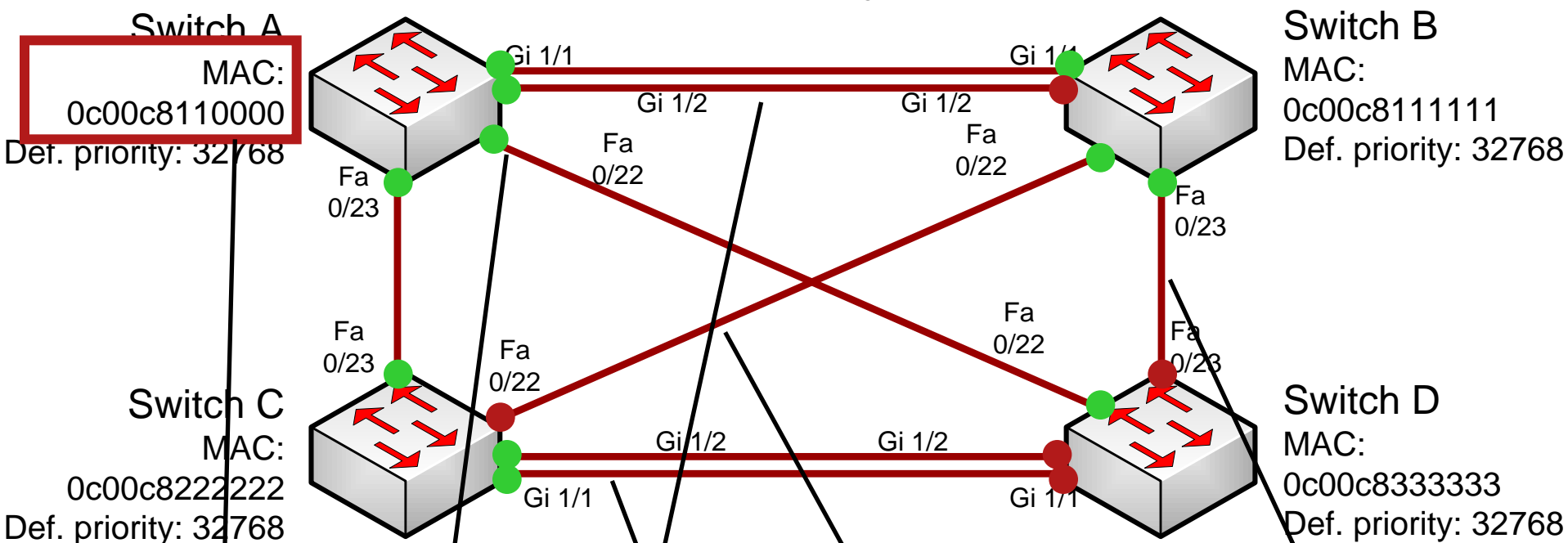
MAC: 000A00111111

# STP – činnosť 4

- Forwarding port
- Blocking port

## Postup pri rozhodovaní:

- 1 – Najnižšie Root BID
- 2 – Najnižšie RPC
- 3 – Najnižšie Sender BID
- 4 – Najnižšie Sender PID
- 5 – Najnižšie Receiver PID



SwitchA  
Root Bridge

Všetky  
porty RB  
sú  
Designated  
ports a FW

Počítanie  
best Root  
Path Cost  
(naj cesta  
k RB)

Počítanie  
designated  
prepínača  
per  
segment

Počítanie  
designated  
prepínača  
per  
segment

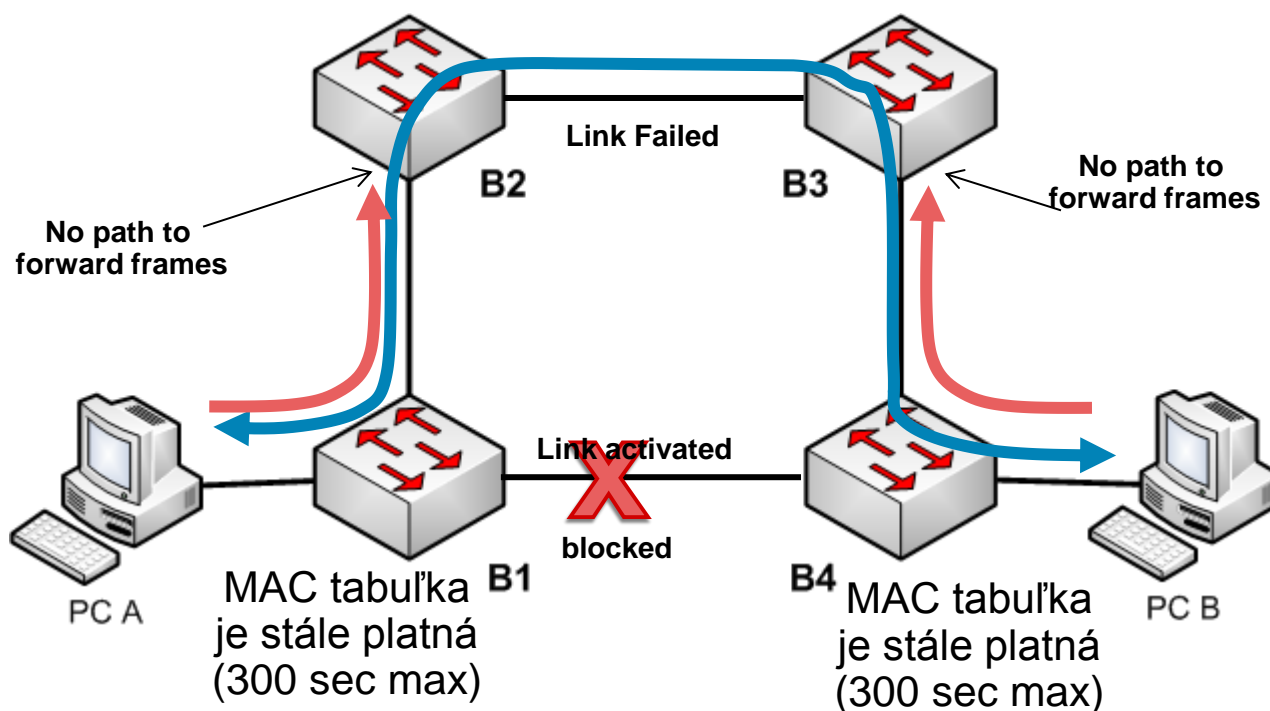
Počítanie  
designated  
prepínača  
per  
segment

# Sieť so skonvergovaným STP

- Sieť, v ktorej STP našlo kostru, má
  - Eliminované Layer2 slučky
  - Jeden Root Bridge na VLAN
  - Jeden root port na každý non-root switch
  - Jeden designated port na každý segment
  - Zablokované všetky ostatné porty
- STP algoritmus nikdy nekončí a vyhodnocuje sa pri prijatí každého BPDU

# Topologické zmeny

- V stabilnej topológii je cesta medzi PC A a B cez B1, B2, B3, B4
  - MAC tabuľka je takisto stabilná, položky expirujú po 300 s nečinnosti



Čo by mohlo byť riešenie?

Zrýchlená expirácia položiek z MAC tabuľky



# Šírenie informácií o zmenách v topo pri STP

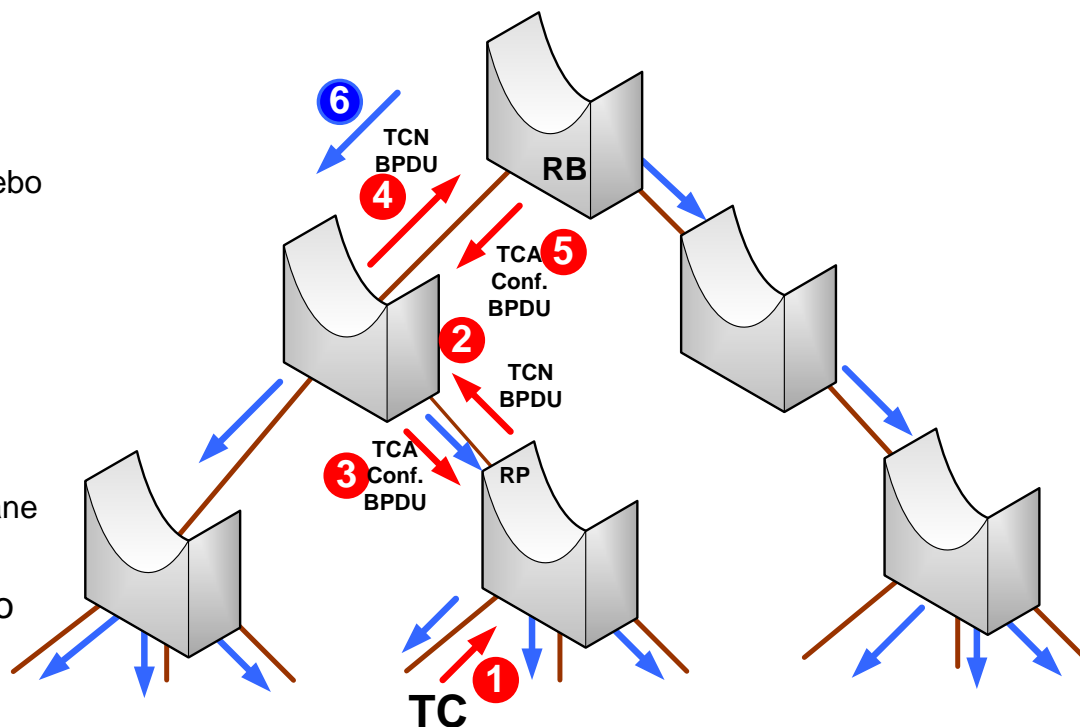
- 1) Most vytvára TCN BPDU v dvoch prípadoch:
  - Pri prechode portu do stavu Forwarding
  - Pri prechode portu zo stavu Forwarding alebo Learning do stavu Blocking.

- 2) Most vyššie prijme TCN BPDU cez svoj Designated Port.

- 3) Most vyššie nastaví Topology Change Acknowledgment Flag v nasledujúcej konfiguračnej BPDU a pošle ho späť

- Po prijatí TCA v Config. BPDU most prestane generovať TCN BPDU.

- 4) Most vyššie prepošle TCN BPDU cez jeho Root Port bližšie k Root Bridge-u.



- 5) Kroky 2 a 4 sa opakujú pokiaľ Root Bridge nedostane TCN BPDU.

- 6) Root Bridge spätne potvrdí TCA

- v nasledujúcej jeho BPDU nastaví TC Flag a rozpošle ho všetkým

- 7) Root Bridge posiela konfiguračné BPDU s TC flagom

- počas Forward Delay + Max Age sekúnd (35sek.)

- 8) Prijatie BPDU s nastaveným TC

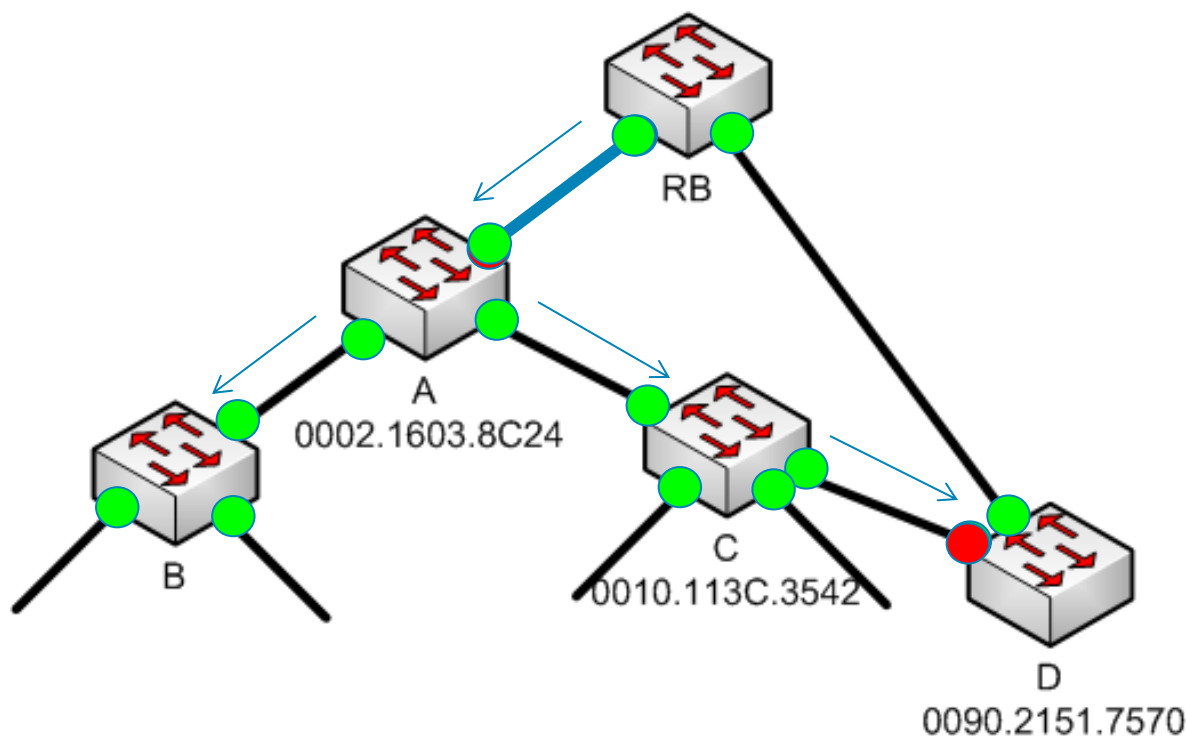
- inštruuje všetky mosty, aby skrátili ich časy držania informácie v Bridge table z prednastavenej hodnoty 300 na aktuálnu Forward Delay hodnotu (15 sekúnd).

■ Cisco Document ID 12013:  
Understanding Spanning-Tree  
Protocol Topology Changes

# 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
    - Pridanie, odobratie linky v sieti
    - Zmena stavu portu up na down a naopak
      - Aj takého kde je PC!!!!!! => znižuje držanie položiek v CAM
    - Strata konektivity s root bridge
  - Časté prepočty STP môžu viesť k slučkám
- STP konvergencia
  - Trvá od **30 do 50 sekúnd**
    - Pre rádius 7 prepínačov
    - V niektorých prípadoch ťažko akceptovateľné

# Zmeny v topo príklad – pridanie linky



- Počiatočný stav
- Aktuálny stav portov
- Pridanie linky medzi RB a swA, port listening
- Poslanie BPDU
- Switch A zistí že je to lepšie BPDU ako mal, port pôjde do forward a bude Root portom
- Switch A preposiela BPDU ďalej
- Switch C dostáva dve BPDU z rôznych strán, musí si vybrať Root port – topo sa mení (nový RP)
- SwC predá BPDU ďalej, voľba designated switcha
- swC sa stáva pre tento segment designated, swD block
- Linka medzi Rb a swA, uplynutie 15sek. listening, 15 sek. learning, porty idú do forward
- Port na swA sa stáva Root portom po 30s
- Konvergencia 30 sekúnd



# Implementácia STP - Cisco



# Implementácie STP by Cisco

- **IEEE štandardy**
  - Spanning Tree - 802.1D
  - Rapid Spanning Tree - 802.1w
  - Multiple STP = MSTP - 802.1s
- **Cisco riešenia**
  - IEEE802.1D = Common STP (CST)
    - Jeden STP strom pre všetky VLAN
  - PVST (Per Vlan Spanning Tree)
    - Jeden STP strom pre každú VLAN
    - Cez ISL
    - + Cisco vylepšenia BackboneFast, UplinkFast, PortFast
  - PVST+ (Per Vlan Spanning Tree)
    - Jeden STP strom pre každú VLAN
    - Kompatibilita na 802.1D
  - Rapid PVST+
  - MST

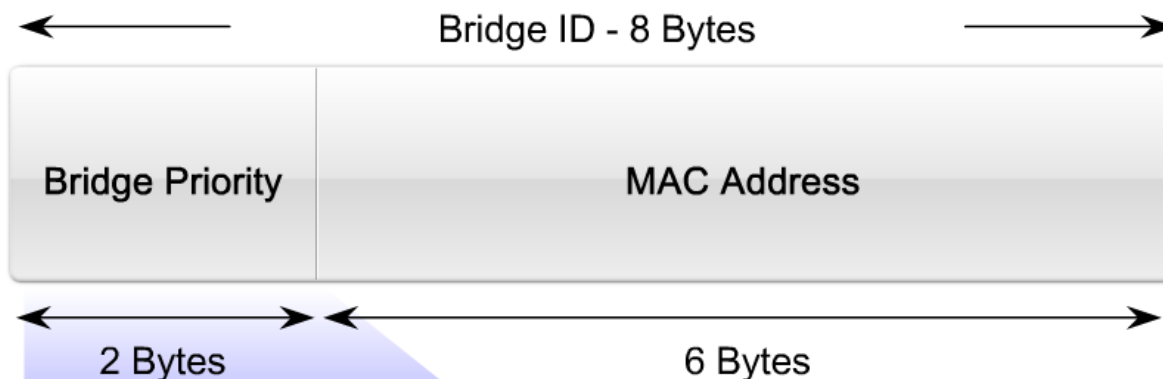
# Extended Bridge ID (1)

- Štandard 802.1D požaduje, aby BID každého switcha bolo jedinečné
  - V sieťach s VLAN a samostatnou inštanciou STP pre každú VLAN si splnenie tejto požiadavky vyžaduje, aby každý switch mal priradený priestor voľných MAC adries, ktoré môže použiť v BID
- Riešením je tzv. Extended BID podľa 802.1t
  - Priorita v BID (2B) sa rozdelila na dve polia
    - Konfigurovateľná časť v krokoch po 4096 (horné 4 bity)
    - VLAN ID označujúce VLAN, v ktorej STP beží (ďalších 12 bitov)
  - 802.1t je v súčasnosti integrované do štandardu 802.1D
  - šetrí spotrebu MAC adries
- Na starších switchoch sa použitie Extended BID dalo voliteľne zapnúť alebo vypnúť príkazom
  - `Switch(config)# spanning-tree extend system-id`
- Novšie switche tento príkaz zobrazujú v konfigurácii, ale reálne ho nie je možné zrušiť
  - Všetky nové switche teda používajú Extended BID

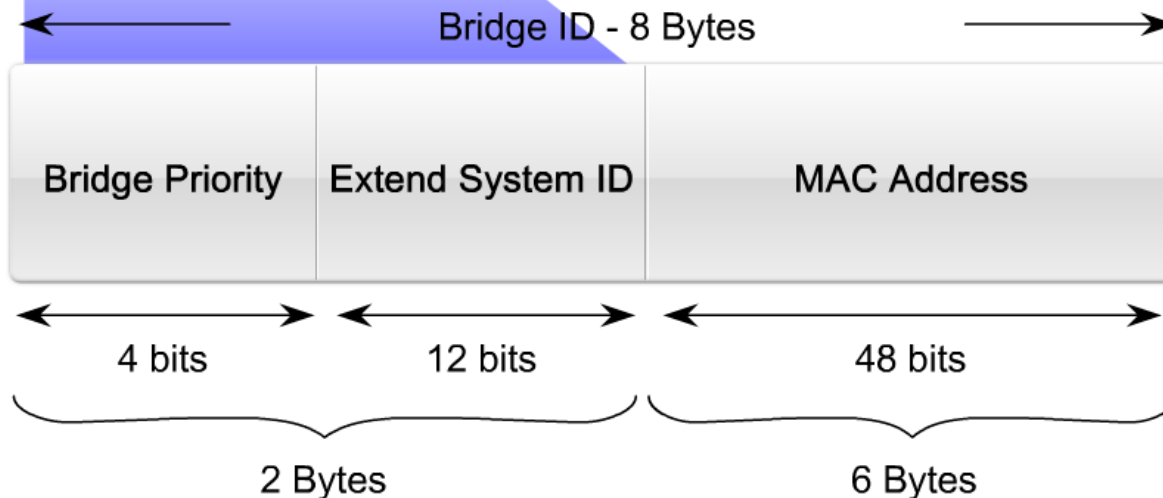
# Extended Bridge ID (2)

## BID Fields

Bridge ID Without the Extended System ID



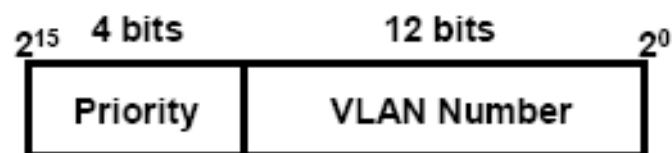
Bridge ID With the Extended System ID



System ID = VLAN

# Priority field with Extended System ID

- Only four high-order bits of the 16-bit Bridge Priority field carry actual priority.
- Therefore, priority can be incremented only in steps of 4096, onto which will be added the VLAN number.
- **Example:**  
For VLAN 11: If the priority is left at default, the 16-bit Priority field will hold  $32768 + 11 = 32779$ .



<u>Priority Values (Hex)</u>	<u>Priority Values (Dec)</u>
0	0
1	4096
2	8192
.	.
.	.
8 (default)	32768
.	.
.	.
F	61440



# Default nastavenie na Catalyst-e

Feature	Default Setting
Enable state	Enabled on VLAN 1
Spanning-tree mode	PVST+ (Rapid PVST+ and MSTP are disabled.)
Switch priority	32768
Spanning-tree port priority (configurable on a per-interface basis)	128
Spanning-tree port cost (configurable on a per-interface basis)	1000 Mb/s: 4, 100 Mb/s: 19, 10 Mb/s: 100
Spanning-tree VLAN port priority (configurable on a per-VLAN basis)	128
Spanning-tree VLAN port cost (configurable on a per-VLAN basis)	1000 Mb/s: 4, 100 Mb/s: 19, 10 Mb/s: 100
Spanning-tree timers	Hello time: 2 seconds Forward-delay time: 15 seconds Maximum-aging time: 20 seconds Transmit hold count: 6 BPDUs

# Cisco vylepšenia STP

## Port Fast

- Prechod portu priamo do stavu Forwarding
- Vhodné len na access porty
- Ak rozhranie s konfigurovaným PortFast prijme BPDU, port stratí svoj PortFast stav a STP ho začne obsluhovať ako bežný port
- Zapnutie/vypnutie PortFast portu nespôsobuje generovanie TCN

## UplinkFast

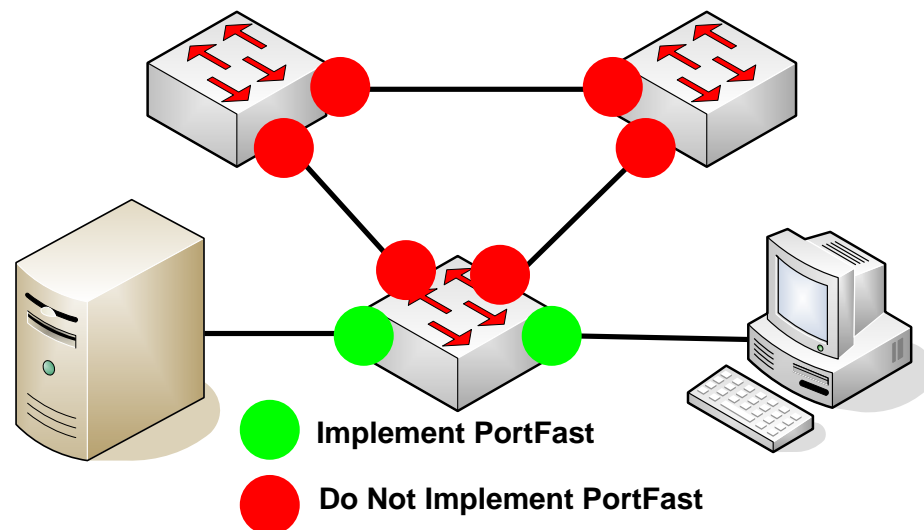
- Urýchľuje aktiváciu náhradného Root portu pri výpadku súčasného portu

## BackboneFast

- Urýchľuje konvergenciu v prípade zlyhania Root portu iného switcha

## PVST/PVST+

- Osobitná STP inštancia pre každú VLAN
- PVST BPDU sú inak enkapsulované ako obyčajné STP BPDU



## UplinkFast

- Document ID 10575
- Len na non-root switchoch

## BackboneFast

- Document ID 12014

Oba mechanizmy sú proprietárne

RSTP stavia na ich ideách, t.j. pri RSTP sa tieto mechanizmy nemajú aktivovať, lebo RSTP má vlastné



# Konfigurácia STP



# Konfigurácia STP

! Zistenie MAC adresy prepínača

```
Switch#show version
```

...

```
Base MAC address is 0002.4b21.3640 (bia
```

...

...

```
S2#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority    32769
```

```
Address      000A.0011.1111
```

```
Cost         19
```

```
Port         2 (FastEthernet0/2)
```

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

```
Bridge ID    Priority    32769
```

```
Address      000A.0022.2222
```

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

```
Aging Time   20
```

...

...

# Konfigurácia STP - Priorita

! Spustenie STP

```
Switch(config)#spanning-tree vlan vlan-id
```

! Vlan-id = Číslo VLAN, pre ktorú spúšťam STP

! Vypnutie STP

```
Switch(config)#no spanning-tree vlan vlan-id
```

! Nastavenie priority prepínaca per VLAN

```
Switch(config)#spanning-tree vlan vlan-id priority PRIORITY
```

! PRIORITY = priradená priorita v rámci STP per vlan s ID

% Allowed values are:

```
0 4096 8192 12288 16384 20480 24576 28672
32768 36864 40960 45056 49152 53248 57344 61440
```

# Konfigurácia STP - makrá

```
! MAKRO: Nastavenie root bridge  
! Ak aktual root ma hodnotu > 24576, nastavi local switch prioritu na 24576  
! Ak priorita root je < 24574, nastavi local switch priorotu o 4000 nizsiu
```

```
Switch(config)#spanning-tree vlan vlan-id root primary
```

```
! MAKRO: Nastavenie zalohy root bridge  
! Nastavi na predefinovanu hodnotu 28,672, nakoľko nie je možnosť zistiť  
! Druhu najnižšiu prioritu z BPDU
```

```
Switch(config)#spanning-tree vlan vlan-id root secondary
```

# Problém pri znižovaní BID cez makro

```
DLS1(config)# do sh span vlan 1
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      4097
```

```
Address      0017.9446.ad00
```

```
This bridge is the root
```

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

```
dls2(config)# span vlan 1 root primary
```

```
% Failed to make the bridge root for vlan 1
```

```
% It may be possible to make the bridge root by setting the priority
```

```
% for some (or all) of these instances to zero.
```

```
dls2(config)#span vlan 1 prio 1
```

```
% Bridge Priority must be in increments of 4096.
```

```
% Allowed values are:
```

```
0      4096  8192  12288  16384  20480  24576  28672
```

```
32768  36864  40960  45056  49152  53248  57344  61440
```

Pri použití extended system ID nejde nastaviť hodnotu na 1  
použitím makra (4097 - 4096)

# Ladenie STP – cena a priorita portu

**! zmena ceny portu na access porte**

```
Switch(config)# interface range fa 0/11 - 12
Switch(config-if-range)# spanning-tree cost 10
```

**! zmena ceny portu na trunk porte**

```
Switch(config)# interface fa 0/14
Switch(config-if-range)# spanning-tree vlan VLAN_ID cost COST
```

**! zmena priority portu, mozne hodnoty od 0 - 240, def. je 128**

```
Switch(config)# interface range f0/11 - 12
Switch(config-if-range)# spanning-tree port-priority 112
```

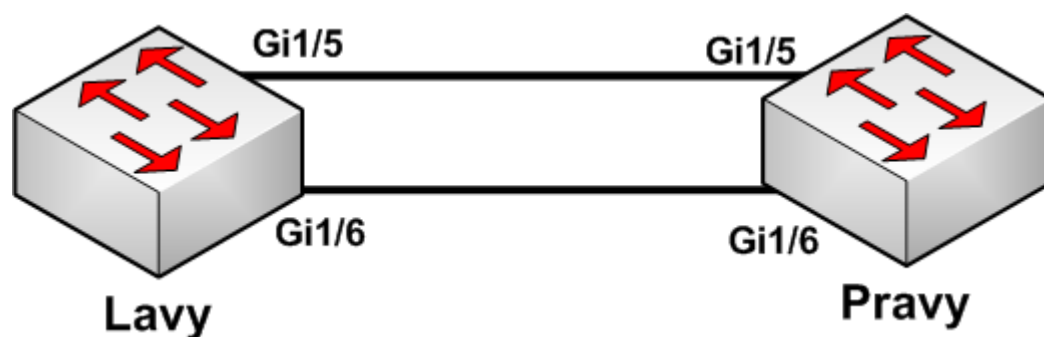
```
dls2(config-if)#span vlan 1 port-priority ?
<0-240> port priority in increments of 16
```

```
dls2(config-if)#span vlan 1 port-priority 112
dls2(config-if)#do sh span vlan 1 int fa 0/7
```

Vlan	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
VLAN0001	Desg	FWD	19	112.9	P2p



# Príklad použitia



- Lavy je root bridge
  - Máme naň prístup
- Pravy má root port Gi 1/5
  - Nemáme naň adm. prístup
- Ako zabezpečiť, aby sa používali porty Gi1/6?

```
Lavy(config)# interface gi1/6
Lavy(config-if)# spanning-tree port-priority 112
```

A keby sa jednalo o vlan30 a bol by to trunk?

```
Lavy(config)# interface gi1/6
Lavy(config-if)# spanning-tree vlan 30 port-priority 112
```

## Príklad použitia



- Pravy je root bridge
  - Nemáme naň prístup
- Lavy ma root port Gi 1/5
  - Máme naň prístup
- Ako zabezpečiť na prenos použitie portov Gi1/6?

```
Lavy(config)# interface gi1/6
Lavy(config-if)# spanning-tree cost 1
```

A keby sa jednalo o vlan30 a bol by to trunk?

```
Lavy(config)# interface gi1/6
Lavy(config-if)# spanning-tree vlan 30 cost 1
```

## Poznámka k manipulácii s parametrami STP

- Úlohy zadané na vyladenie STP manipuláciou priorít resp. cien portov je možné riešiť dvomi cestami
  - Znížením priority alebo ceny na preferovanom objekte
  - Zvýšením priority alebo ceny na neželanom objekte
- Najmä v prípade ceny portu je mnohokrát vhodnejšie znevýhodniť neželané porty
  - V opačnom prípade sa často stáva, že na želanom porte nie je priestor na zásadné vylepšenie ceny (nedá sa ísť pod 1)
- Výber vhodného spôsobu je vec praxe

# Ladenie STP - časovače

- Existujúce param. ladené pre diameter 7

```
! Konfigurácia timerov STP
Switch(config)# spanning-tree [vlan VLAN-ID] hello-time SECONDS
Switch(config)# spanning-tree [vlan VLAN-ID] forward-time SECONDS
Switch(config)# spanning-tree [vlan VLAN-ID] max-age SECONDS
```

- Automatická korekcia časovačov
  - Nastaví parametre STP podľa diametra a Hello timera
  - Def. pre hello sú 2 sekundy

```
Switch(config)# spanning-tree vlan VLAN-LIST root {primary
| secondary} [diameter DIAMETER [hello-time HELLO-TIME]]
```

- Cisco Document ID 19120: „Understanding and Tuning Spanning Tree Protocol Timers“

# Overenie STP - show

```
Switch# show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```

Root ID      Priority      32768
             Address      0c00c8110000
             Cost        19
             Port        1 (FastEthernet0/1)
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority      32768
             Address      0c00c8111111
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  300

```

```
<text omitted>
```

```
! Výpis len pre danú VLAN
```

```
Switch# show spanning-tree vlan VLAN_ID
```

```
! Zaujímavé pre trunk
```

```
Switch# show spanning-tree interface fastethernet 0/7
```

Vlan	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
VLAN0001	Altn	BLK	19	128.7	P2p
VLAN0100	Root	FWD	19	128.7	P2p
VLAN0110	Root	FWD	19	128.7	P2p
VLAN0120	Root	FWD	19	128.7	P2p

## Overenie STP – show (2)

! Detailný výpis.

```
Switch# show spanning-tree detail
```

```
DLS1# sh span detail
```

```
VLAN0001 is executing the ieee compatible Spanning Tree protocol
Bridge Identifier has priority 4096, sysid 1, address 0017.9446.ad00
Configured hello time 2, max age 20, forward delay 15
Current root has priority 1, address 0017.9460.3080
Root port is 13 (FastEthernet0/11), cost of root path is 19
Topology change flag not set, detected flag not set
Number of topology changes 15 last change occurred 00:35:32 ago
    from FastEthernet0/1
Times:   hold 1, topology change 35, notification 2
         hello 2, max age 20, forward delay 15
Timers:  hello 0, topology change 0, notification 0, aging 300

Port 9 (FastEthernet0/7) of VLAN0001 is designated forwarding
Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 128.9.
Designated root has priority 1, address 0017.9460.3080
Designated bridge has priority 4097, address 0017.9446.ad00
Designated port id is 128.9, designated path cost 19
Timers:  message age 0, forward delay 0, hold 0
Number of transitions to forwarding state: 1
Link type is point-to-point by default
BPDU:   sent 18544, received 25
```

# Overenie STP – show (3)

! Predchádzajúci výpis obmedzený iba na jedno rozhranie

```
Switch# show spanning-tree interface fastethernet 0/7 detail
```

! Vypíše Root Bridge ID, Root Port, a Root Path Cost.

```
Switch# show spanning-tree vlan vlan-id root
```

```
DLS1# sh spanning-tree vlan 1 root
```

Vlan	Root ID	Root Cost	Hello Time	Max Age	Fwd Dly	Root Port
VLAN0001	1 0017.9460.3080	19	2	20	15	Fa0/11

! Vypíše Bridge ID a časovače

```
Switch# show spanning-tree vlan vlan-id bridge
```

```
DLS1# sh span vlan 1 bridge
```

Vlan	Bridge ID	Hello Time	Max Age	Fwd Dly	Protocol
VLAN0001	4097 ( 4096, 1) 0017.9446.ad00	2	20	15	ieee

# Overenie STP – debug (1)

```
DLS1# debug spanning-tree ?
  all                All Spanning Tree debugging messages
  backbonefast      BackboneFast events
  bpdu               Spanning tree BPDU
  bpdu-opt           Optimized BPDU handling
  config             Spanning tree config changes
  csuf/csrt         STP CSUF/CSRT
  etherchannel       EtherChannel support
  events             Spanning tree topology events
  exceptions         Spanning tree exceptions
  general            Spanning tree general
  mstp               MSTP debug commands
  pvst+              PVST+ events
  root               Spanning tree root events
  snmp               Spanning Tree SNMP handling
  switch             Switch Shim debug commands
  synchronization   STP state sync events
  uplinkfast         UplinkFast events
```



# Overenie STP – debug (2)

```
Switch #debug spanning-tree events  
Spanning Tree event debugging is on  
22:32:23: set portid: VLAN0001 Fa0/6: new port id 800D  
22:32:23: STP: VLAN0001 Fa0/6 -> listening  
22:32:25: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/6, changed state to up  
22:32:26: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/6,  
changed state to up  
22:32:38: STP: VLAN0001 Fa0/6 -> learning  
22:32:53: STP: VLAN0001 Fa0/6 -> forwarding
```

## Overenie STP – debug (3)

```
dls2#debug spanning-tree switch ?
```

```
all           All STP Switch Shim debugging messages
errors        shim errors or exceptions
flush         shim flush operation
general       general events
helper        shim helper operation
pm            port manager events
rx            received bpdu handling
state         port state changes
tx            transmit bpdu handling
uplinkfast   uplinkfast packet transmission
```

# Overenie STP – debug (4)

```
debug spanning-tree switch state
```

```
*Mar 1 03:12:59.357: STP SW: Fa0/9 new blocking req for 1 vlans
*Mar 1 03:12:59.357: STP SW: Fa0/8 new blocking req for 1 vlans
*Mar 1 03:12:59.365: STP SW: Fa0/10 new blocking req for 1 vlans
*Mar 1 03:12:59.365: STP SW: Fa0/8 new listening req for 1 vlans
*Mar 1 03:12:59.365: STP SW: Fa0/9 new listening req for 1 vlans
*Mar 1 03:12:59.365: STP SW: Fa0/12 new blocking req for 1 vlans
*Mar 1 03:13:14.372: STP SW: Fa0/8 new learning req for 1 vlans
*Mar 1 03:13:14.372: STP SW: Fa0/9 new learning req for 1 vlans
*Mar 1 03:13:14.372: STP SW: Fa0/10 new learning req for 1 vlans
*Mar 1 03:13:29.380: STP SW: Fa0/8 new forwarding req for 1 vlans
*Mar 1 03:13:29.380: STP SW: Fa0/9 new forwarding req for 1 vlans
*Mar 1 03:13:29.380: STP SW: Fa0/10 new forwarding req for 1 vlans
```

# Konfigurácia Cisco STP – PortFast

! Spustí PortFast automaticky na všetkých access portoch

```
Pravy(config)# spanning-tree portfast default
```

! Konfigurácia Cisco PortFast na portoch fa 0/1 - 10

! príkazmi priamo na access rozhraniach (neplatí pre trunky)

```
Pravy(config)# int range fa 0/1 - 10
```

```
Pravy(config-if)# spanning-tree portfast
```

! Zrušenie Cisco PortFast na portoch fa 0/1 - 10, ak je

! aktivované na globálnej úrovni

```
Pravy(config)# int range fa 0/1 - 10
```

```
Pravy(config-if)# spanning-tree portfast disable
```

! Aktivácia PortFast na trunk porte

! Používať IBA K ROUTEROM A SERVEROM, NIKDY K SWITCHOM!!!

```
Pravy(config)# int fa0/24
```

```
Pravy(config-if)# spanning-tree portfast trunk
```

! Overenie stavu portu z pohľadu PortFast

```
ALS1# sh spanning-tree interface fa 0/1 portfast
VLAN0100                enabled
```

# Overenie PortFast stavu a jeho vlastností

```
Router# show spanning-tree summary
Root bridge for:VLAN0001
EtherChannel misconfiguration guard is enabled
Extended system ID      is disabled
Portfast                 is enabled by default
PortFast BPDU Guard     is disabled by default
Portfast BPDU Filter    is enabled by default
Loopguard                is disabled by default
UplinkFast              is disabled
BackboneFast             is disabled
Pathcost method used    is long
```

# Konfigurácia Cisco STP - PortFast

```
ALS1(config)#int ra fa 0/1 - 3
ALS1(config-if-range)#spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to a single
host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc... to this
interface when portfast is enabled, can cause temporary bridging loops.
Use with CAUTION

%Portfast will be configured in 3 interfaces due to the range command
but will only have effect when the interfaces are in a non-trunking mode.

ALS1(config-if-range)#

ALS1#debug span events
Spanning Tree event debugging is on
ALS1#terminal monitor
ALS1#
! Pripojené PC !
*Mar 1 04:35:54.296: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
FastEthernet0/1, changed state to down
*Mar 1 04:36:08.498: set portid: VLAN0100 Fa0/1: new port id 8001
*Mar 1 04:36:08.498: STP: VLAN0100 Fa0/1 ->jump to forwarding from blocking
*Mar 1 04:35:56.293: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state
to down
*Mar 1 04:36:10.495: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state
to up
*Mar 1 04:36:10.503: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
FastEthernet0/1, changed state to up
```

# Podpora single host per Port - makro

```
ALS1(config)#int fa 0/2  
ALS1(config-if)# switchport host
```

```
switchport mode will be set to access  
spanning-tree portfast will be enabled  
channel group will be disabled
```

# Konfigurácia Cisco STP - UplinkFast

- Vhodné pre Access prepínače, ktoré majú viac uplinkov na Distro vrstvu
  - Má jeden aktívny (primárny) Root port (FWD) a druhé si monitoruje ako záložné (BLOCK)
    - udržuje si zoznam potencionálnych záložných ciest
  - Keď primárny port ide DOWN, druhý záložný ide okamžite UP
    - Pri bežnom STP čakám 50 sek. Konverencie
- Konfigurácia len na Non Root Bridge prepínačoch
  - globálne pre všetky vlan a porty

```
! Spusti globalne UplinkFast na vsetkych portoch
Pravy (config) #spanning-tree uplinkfast [max-update-rate
pkts-per-second]
```



# Overenie UplinkFast

```
ALS1#sh spanning-tree uplinkfast
```

```
UplinkFast is enabled
```

```
Station update rate set to 150 packets/sec.
```

```
UplinkFast statistics
```

```
-----  
Number of transitions via uplinkFast (all VLANs)           : 0  
Number of proxy multicast addresses transmitted (all VLANs) : 0
```

```
Name                Interface List  
-----  
VLAN0001            Fa0/9(fwd) , Fa0/7, Fa0/8, Fa0/10,  
                   Fa0/11, Fa0/12  
VLAN0100            Fa0/7(fwd) , Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10  
VLAN0110            Fa0/7(fwd) , Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10  
VLAN0120            Fa0/7(fwd) , Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10
```

# Konfigurácia Cisco STP - BackboneFast

- Zrýchlenie konvergencie v Core Layer
- Monitorovanie alternatívnej cesty k RootBridge
  - Reaguje pri detekcii *indirect link failure*.
    - t.j. chyba na linke „po ceste“ k RB, nie na priamo pripojenej

```
! Spusti globalne BackboneFast na vsetkych portoch
ALS1(config)#spanning-tree backbonefast
ALS1(config)#^Z
```

```
! Overenie Backbone Fast
ALS1#sh spanning-tree backbonefast
BackboneFast is enabled
```

```
BackboneFast statistics
```

```
-----
Number of transition via backboneFast (all VLANs)           : 0
Number of inferior BPDUs received (all VLANs)               : 0
Number of RLQ request PDUs received (all VLANs)             : 0
Number of RLQ response PDUs received (all VLANs)            : 0
Number of RLQ request PDUs sent (all VLANs)                 : 0
Number of RLQ response PDUs sent (all VLANs)                : 0
```



## Rapid STP (RSTP)



# Rapid Spanning Tree (RSTP)

- RSTP je ďalší vývojový krok STP, ktorý zachováva jeho stabilitu a spoľahlivosť, avšak zásadne ho zrýchľuje
  - Reakčný čas pod 1 s, max. 15s pri shared portoch
  - Spätne kompatibilný s Legacy STP (na per-port báze)
  - Definovaný ako IEEE 802.1w
    - Dnes je zahrnutý do štandardu IEEE 802.1D-2004
  - Preferovaná voľba do full-duplex prepínaného prostredia
- Odlišnosti od klasického STP
  - Iná definícia stavov a funkcií portov
  - Definícia typov prepojení (liniek) a portov
  - Mechanizmus Proposal/Agreement – proaktívne správanie
  - Mechanizmy nahrádzajúce UplinkFast a BackboneFast
  - BPDU generuje každý switch sám za seba
    - ak má aspoň jeden designated port
- Cisco Document ID: 24062
  - Understanding Rapid Spanning Tree Protocol (802.1w)

Pozn. Def. stav po oživení portu je  
designated discarding

## RSTP stavy portov

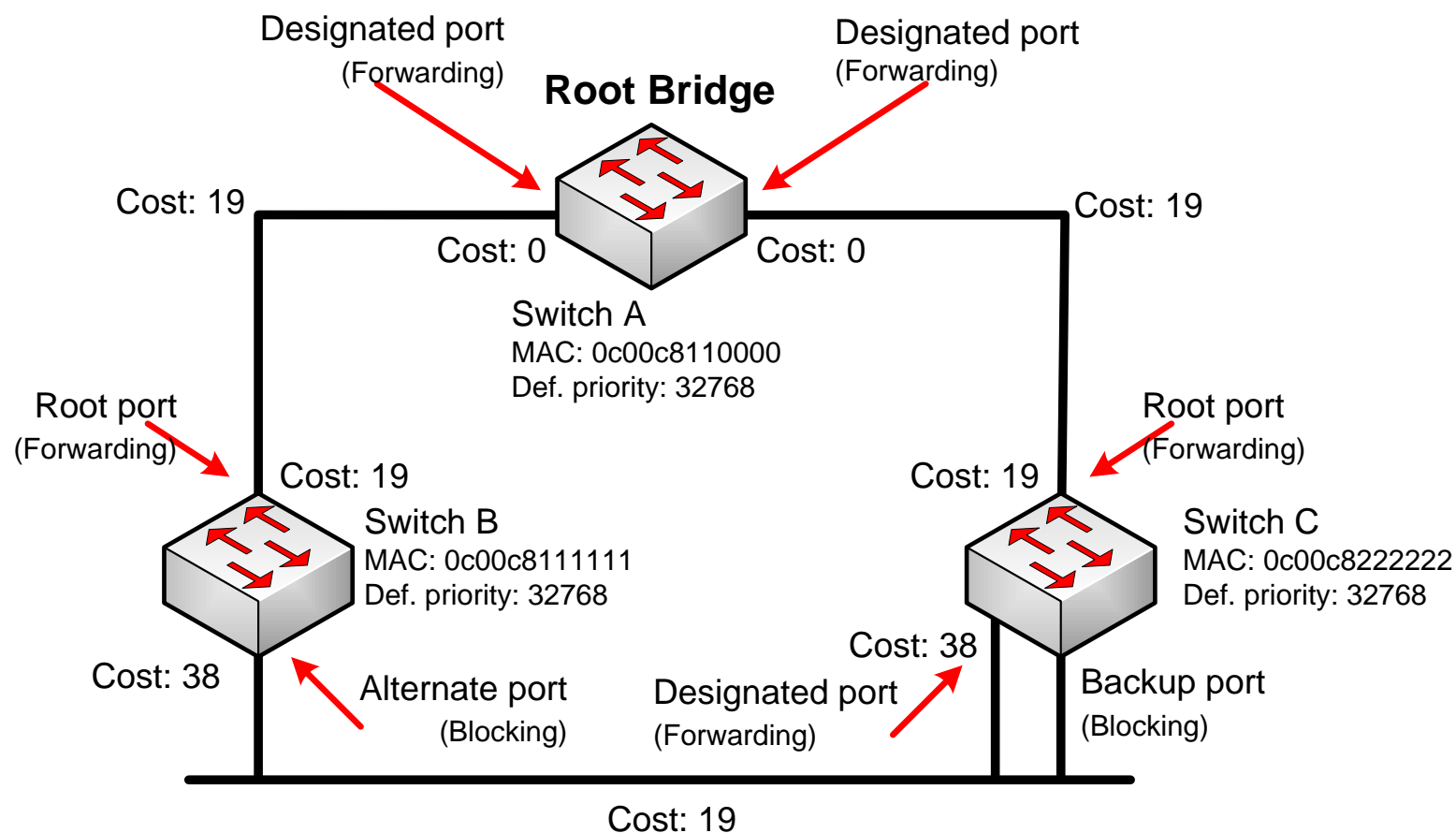
STP (802.1D) Port State	RSTP (802.1w) Port State	Is Port Included in Active Topology?	Is Port Learning MAC Addresses?
Disabled	Discarding	No	No
Blocking	Discarding	No	No
Listening	Discarding	Yes	No
Learning	Learning	Yes	Yes
Forwarding	Forwarding	Yes	Yes

- RSTP stavy portov
  - **Discarding (ako blocking/listening v STP)**
    - nepreosiela dátové rámce (15s)
  - **Learning (ako v STP)**
    - Buduje MAC tabuľky prepínača aby zbytočne nešíril neznáme unicastové rámce na všetky porty. (15s)
  - **Forwarding (ako v STP)**
    - Plne funkčný port

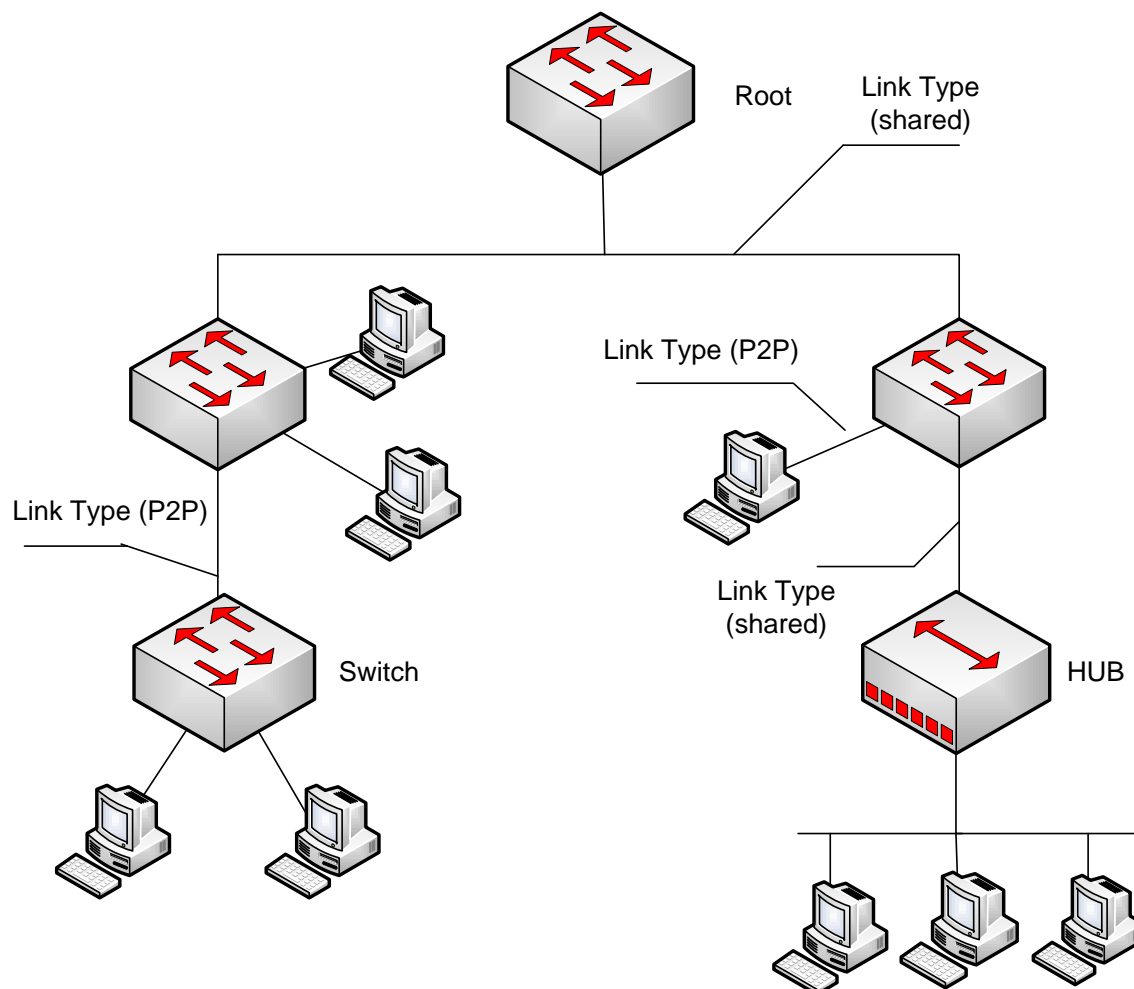
# RSTP – zmena definície rolí portov

Rola portu	Popis
<b>Root port</b>	Port na každom nonroot prepínači, ktorý je vybratý ako najbližšia cesta k Root Bridge (RB). Na každom nonroot prepínači môže byť len jeden root port. Root port je v stave Forwarding v ustálenej aktívnej topológii.
<b>Designated port</b>	Každý segment má aspoň jeden designated port. V ustálenej aktívnej topológii, prepínač s portom designated prijíma rámce na segmente, ktoré sú určené pre RB. Designated port pracuje v stave Forwarding. Na non-RB len jeden per segment, ak viac prepínačov musí byť voľba.
<b>Alternate port</b>	Port prepínača, ktorý je alternatívnou cestou k RB. Alternate port je v stave discarding v ustálenej aktívnej topológii. Alternate port je prítomný na nondesignated prepínačoch a dovoľuje prechod na root port ak aktuálny root port zlyhá.
<b>Backup port</b>	Port na designated prepínači s redundantnou linkou do segmentu, kde je prepínač <b>Designated</b> . Backup port ma vyššie port ID ako designated port na designated prepínači. Backup port je v stave blocking v ustálenej aktívnej topológii. Negarantuje dostupnosť RB.
<b>Edge port</b>	Port, na ktorom sa nepredpokladá pripojenie iného prepínača (len koncová stanica). Prechádza okamžite po aktivácii do Forward stavu. Odpovedá PortFast. Zmeny na ňom negenerujú Topo Changes. Objavenie PBDU – zmena na bežný port.

# RSTP – zmena definície rolí portov



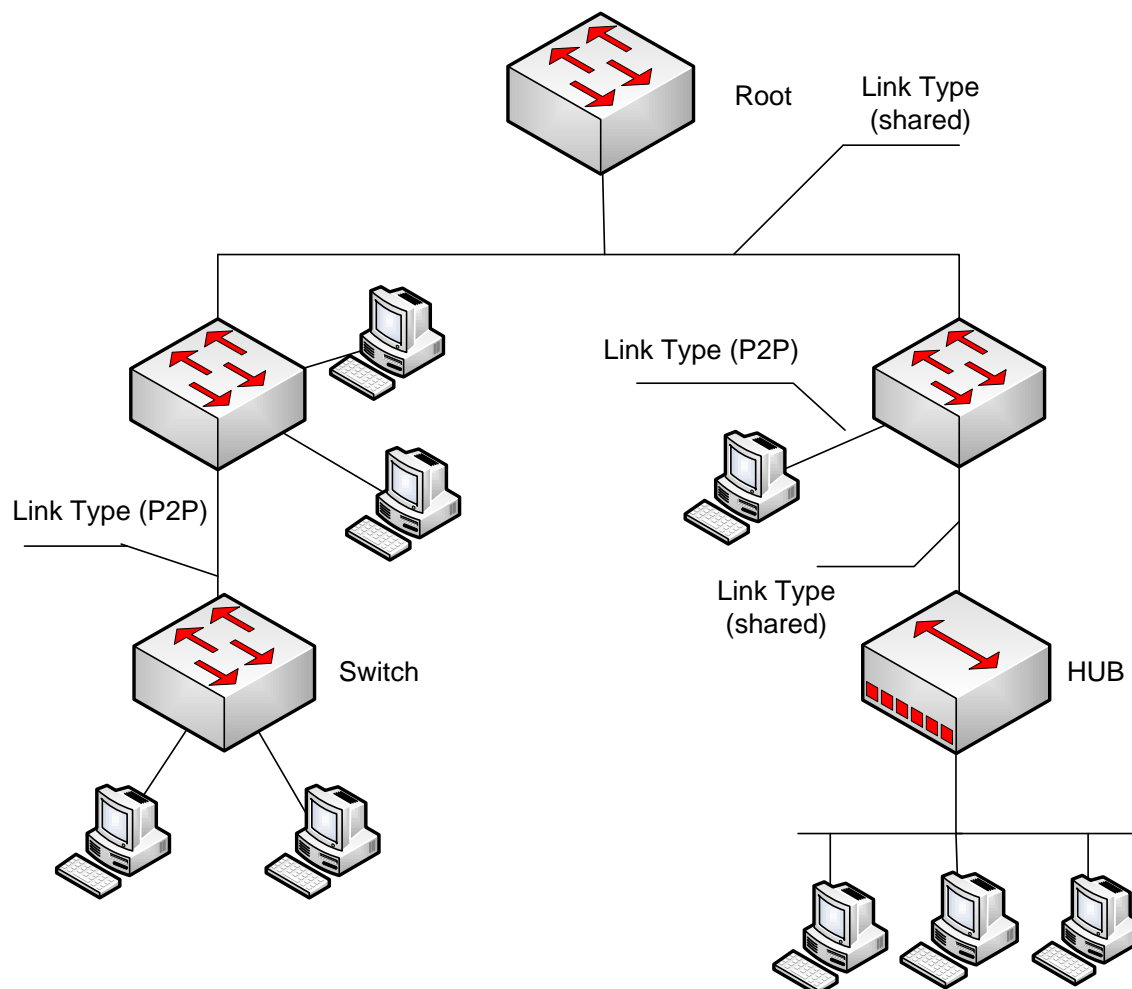
# RSTP typy portov



- Typ portu Edge Port
  - Vede ku koncovej stanici
  - Prechádza priamo do Forwarding stavu
  - Nevyvoláva topologické zmeny
  - Pri prijatí BPDU sa stáva *bežným RSTP portom*
  - Edge Port sa konfiguruje ako PortFast port (neexistuje možnosť automatickej detekcie)
- Typ portu Non-Edge port
  - Vnútrotný port, ktorým sa switche navzájom prepájajú
  - Implicitný typ portu

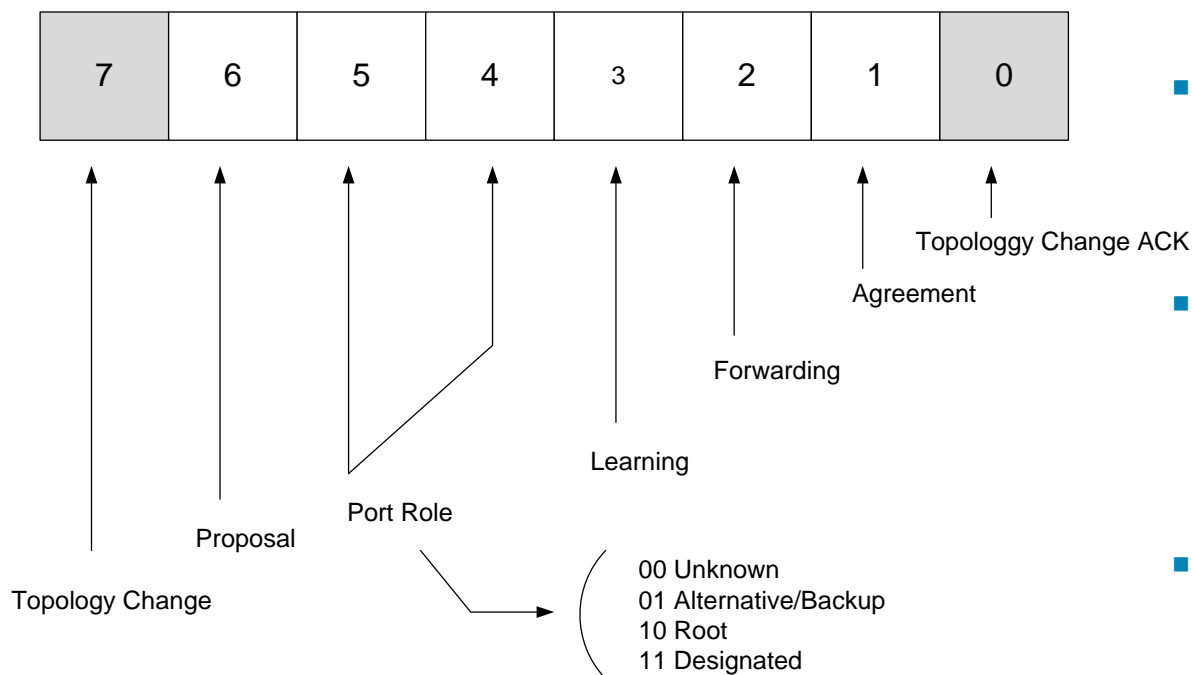


# RSTP typy liniek



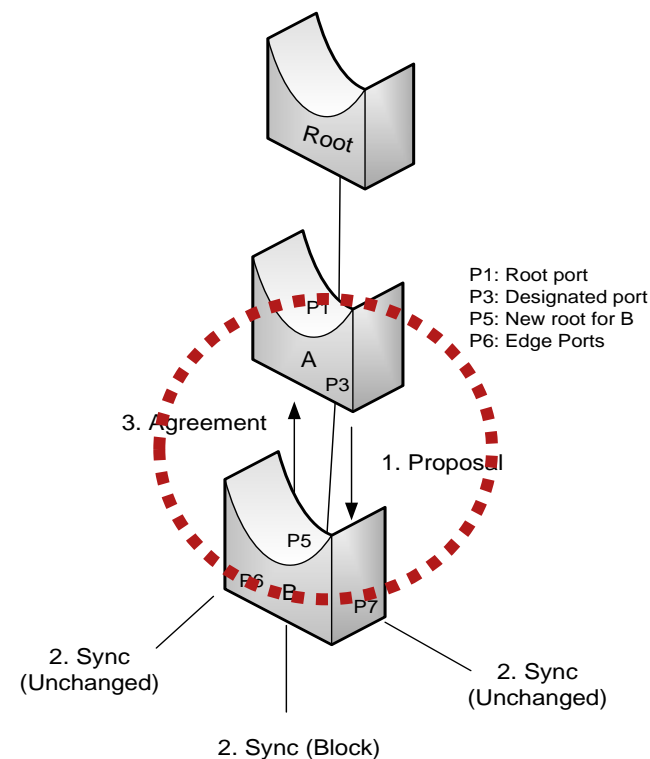
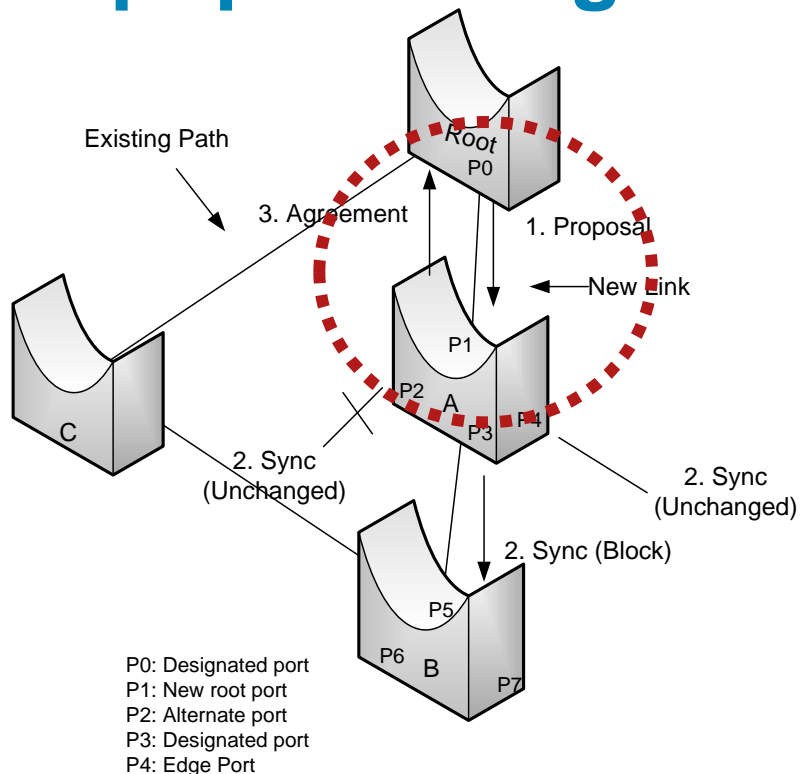
- Typ linky point-to-point
  - Prepája navzájom dva switche
  - Využíva mechanizmus Proposal/Agreement
  - Implicitne sa za p2p linku považuje taká, ktorá pracuje v režime **full duplex** (hrubý odhad)
- Typ linky shared
  - Prepája navzájom viac ako dva switche
  - Musí prejsť plnou postupnosťou stavov s využitím časovačov
  - Implicitne sa za shared linku považuje taká, ktorá pracuje v režime half duplex
- Typ linky je možné konfiguračne stanoviť

# BPDU v2 – Flag Byte využitie



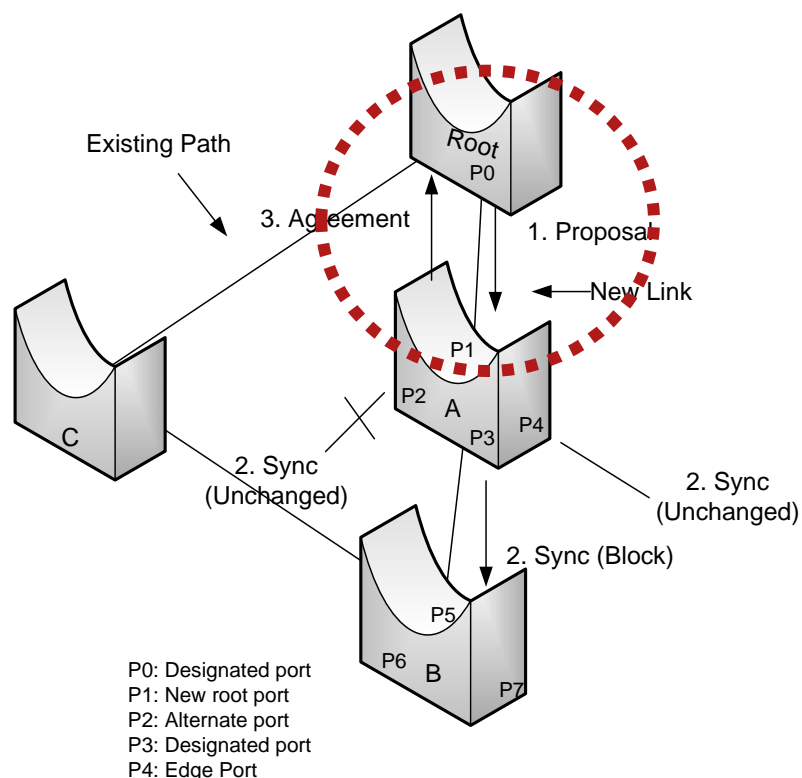
- Posielané každé 2s.
  - Posiela každý prepínač (aj keď je root stratený), nielen ROOT
- Používa sa ako keepalive mechanizmus:
  - Tri chýbajúce BPDU = aging MAC tab. + indikácia zmeny topológie
- Bity 0 a 7 sú použité na TCN a na acknowledgement (ACK), ako v 802.1D
- Bity 1 a 6 sú používané na **proposal / agreement proces**
  - Zrýchlenie konverencie**
- Bity 2-5 enkódujú úlohy a stavy portov, ktorým patrí BPDU

# Zrýchlenie konvergencie – Propposal / Agreement mechanismus



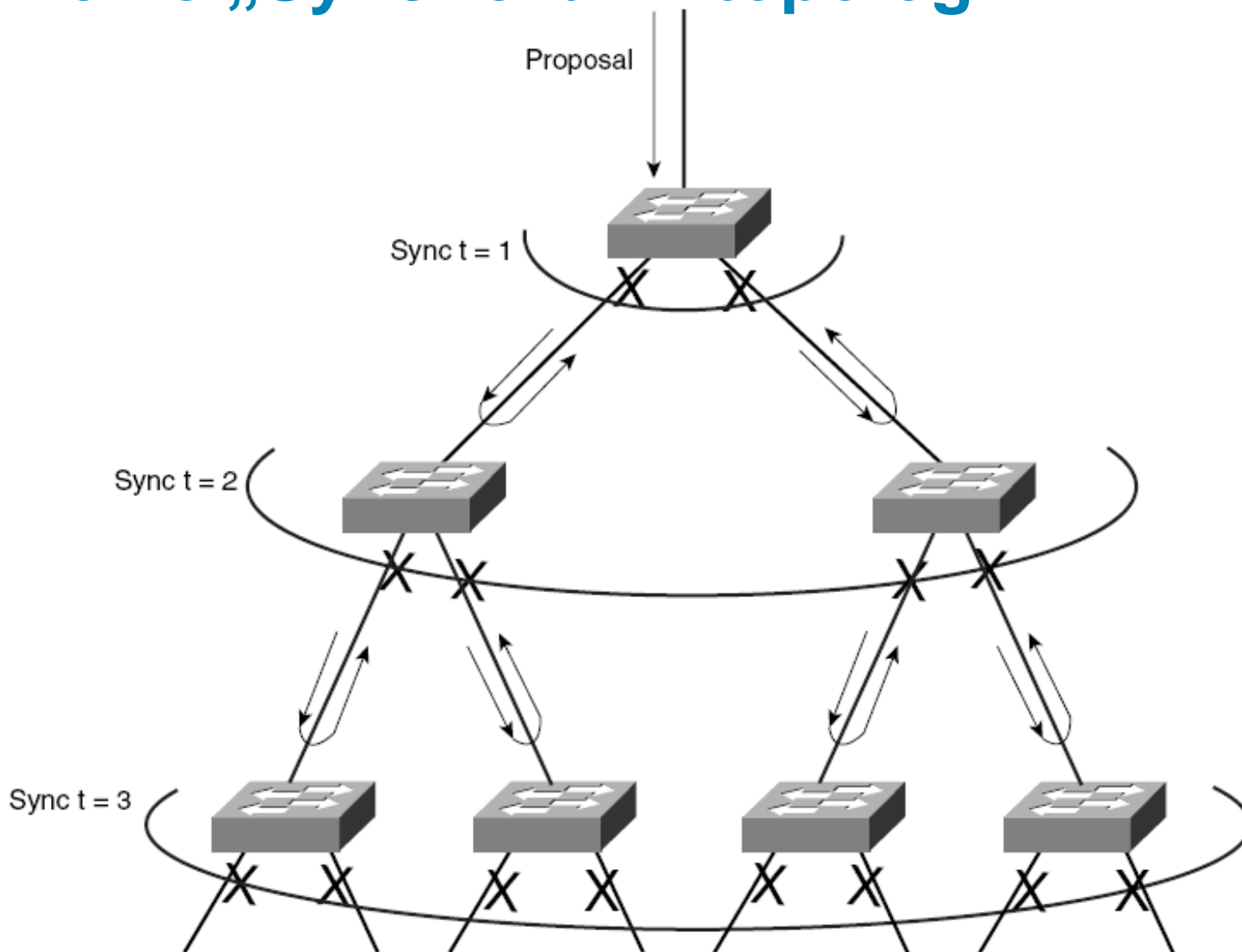
- Proposal / Agreement mechanismus urýchľuje sprevádzkovanie linky
  - Je použitý vo fáze, kedy je **designated port v stave** designated discarding (pri oživovaní)
  - Spôsobí urýchlenie konvergencie na link-by-link báze
- Možné len pre **point-to-point** linky
- **Sync stav**
  - bloknuté všetky non-edge porty, aby sa predišlo slučke

# RSTP Proposal / Agreement mechanismus



- Východzí stav a funkcia aktivovaného portu v RSTP je Designated Discarding
- Port Designated Discarding alebo Designated Learning posiela svoje BPDU s flagom Proposal
- Ak port na susednom switchi, ktorý prijal Proposal, bude novým Root portom, potom
  - Susedný switch uvedie všetky svoje non-edge designated porty do stavu Discarding (tzv. Sync)
  - Odošle novým root portom BPDU s flagom Agreement a uvedie ho do stavu Forwarding
  - Po prijatí Agreementu náš switch uvedie port do stavu Forwarding
- Dôsledkom Sync operácie na susednom switchi je, že jeho Designated porty sú v stave Discarding
  - Proposal/Agreement sa efektívne presunul o switch hlbšie dovnútra topológie
  - Proposal/Agreement bude teraz identicky pokračovať na ďalšom switchi

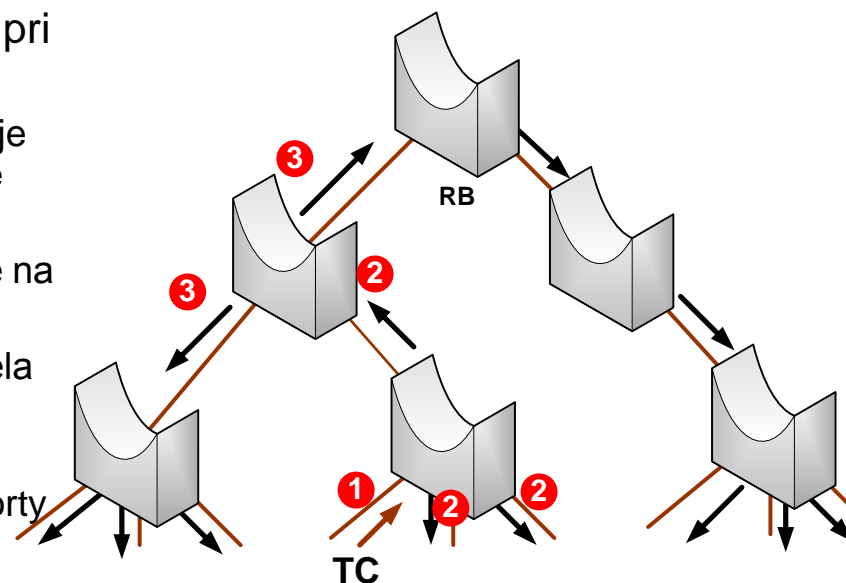
# Šírenie „Sync rezu“ v topológii



# Informovanie o topologickej zmene v RSTP

## 1) Informácia o topologickej zmene sa generuje iba pri prechode non-edge portu do stavu Forwarding

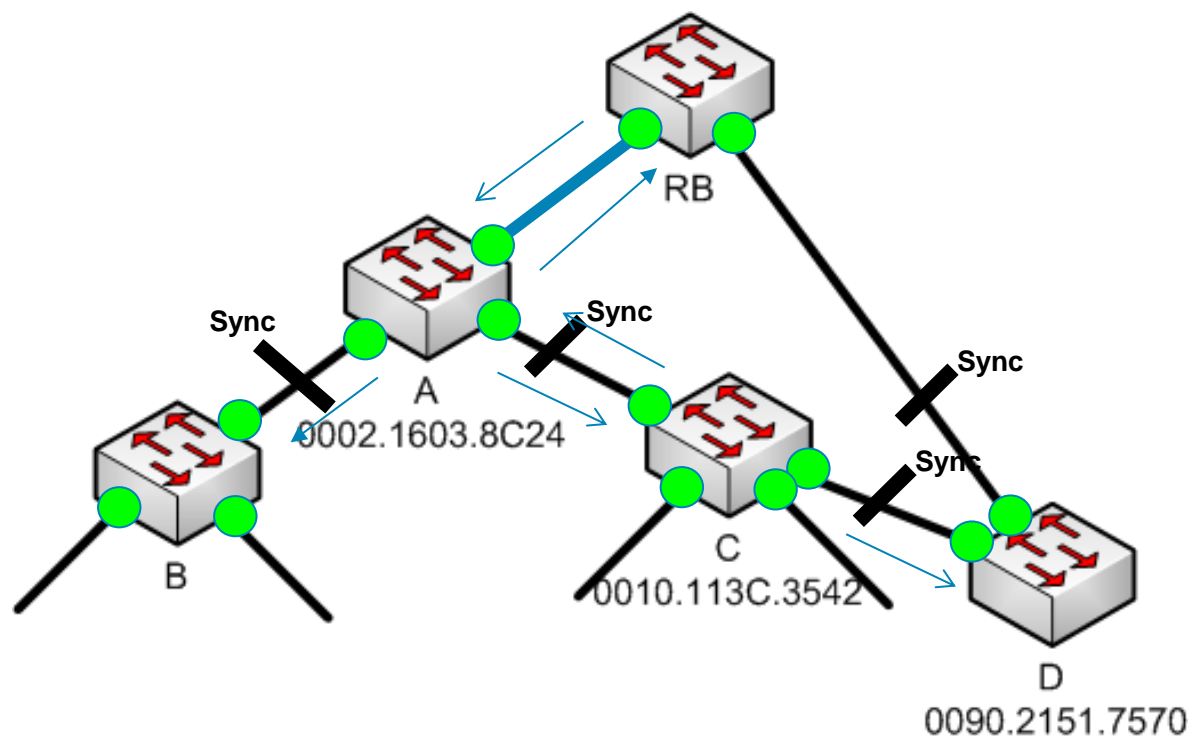
- Switch, na ktorom nastala topologická zmena, aktivuje na každom svojom non-edge designated a root porte tzv. TC-While časovač (2xHello)
- Z MAC tabuľky vymaže všetky MAC adresy naučené na týchto portoch
- Pokým je na porte aktívny TC-While časovač, odosiela ním BPDU s príznakom TC
- Prepínač zníži timer pre MAC adresy (bridge table aging) na forward delay pre daný port, designated porty a root port



## 2) Prepínač, ktorý prijme BPDU s TC flagom

- Z MAC tabuľky vymaže všetky MAC adresy naučené na všetkých portoch okrem toho, ktorým vošlo TC BPDU
- Na všetkých portoch okrem toho, ktorým vošlo TC BPDU, nastaví TC-While časovač
- Pokým je na porte aktívny TC-While časovač, odosiela ním BPDU s príznakom TC

# Zmeny v topo príklad – pridanie linky



- Počiatočný stav
- Aktuálny stav portov
- Pridanie linky medzi RB a swA, port discarding
- RB pošle Proposal
- Switch A zablokuje všetky non Edge porty a odpovie na Proposal (Agreement)
  - Ak je BPDU lepšie tak kladne, ak horšie tak záporne
- swA opakuje proposal mechanismus pre svojich susedov
- swC odpovie na proposal swA kladne ak je BPDU lepšie, záporne ak je horšie
- swC zopakuje proposal na swD
- swD proposal zamietne lebo ponúkané BPDU je horšie ako má naučené

**Konvergencia oproti 802.1D je veľmi rýchla, nezávisí od žiadnych časovačov**



# Konfigurácia RSTP





# Konfigurácia Rapid STP (RPVST+)

```
! Spustenie Rapid PVST+
```

```
Switch(config)#spanning-tree mode rapid-pvst
```

```
! Spustenie spätne PVST+
```

```
Switch(config)#spanning-tree mode pvst
```

- Ostatné príkazy ako pri STP
  - Nastavenie priorít
    - Switch(config)#spanning-tree vlan *VLAN\_ID* priority NUMBER
    - Switch(config)#spanning-tree root primary
    - Switch(config)#spanning-tree root secondary
  - Show príkazy
    - Switch#show spanning-tree
    - Switch#show spanning-tree vlan *VLAN\_ID*
    - Switch#show spanning-tree detail
    - Switch#show spanning-tree active
    - Switch#show spanning-tree root
    - Switch#show spanning-tree bridge
    - Switch#show spanning-tree summary
  - Debug
    - Switch#debug spanning-tree
    - Switch#debug spanning-tree pvst+

# Overenie činnosti RSTP

```
Switch#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol rstp
```

```

Root ID      Priority      32768
             Address      0c00c8110000
             Cost        19
             Port        1 (FastEthernet0/1)
             Hello Time  2 sec      Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority      32768
             Address      0c00c8111111
             Hello Time  2 sec      Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  300

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.10	P2p Peer (STP)
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.11	P2p

Point 2  
Point  
RPVST port

Port  
pracujúci v  
režime STP,  
t.j. susedný  
prepínač  
používa STP

# Konfigurácia Edge portov a P2P liniek

! Edge porty sa konfigurujú ako PortFast porty

! Buď na globálnej úrovni...

```
Pravy(config)# spanning-tree portfast default
```

! ... alebo na individuálnych portoch

```
Pravy(config)# int range fa 0/1 - 10
```

```
Pravy(config-if)# spanning-tree portfast
```

! Prepínač automaticky rozhoduje, ktorý port bude P2P

! Štandardne je to port operujúci ako full-duplex

! Môžeme nastaviť aj manuálne

! Nastavenie typu linky P2P

```
Switch(config)#int fa 0/1
```

```
Switch(config-if)#spanning-tree link-type point-to-point
```

# UplinkFast a BackboneFast

- UplinkFast ani BackboneFast sa pri RSTP nemajú aktivovať, pretože sú jeho súčasťou
  - Idea UplinkFast mechanizmu je využitá v obsluhu Alternate portu
  - RSTP rutinne okamžite akceptuje horšie (inferior) BPDU prijaté od Designated suseda bez čakania na MaxAge expiráciu, čím implementuje ideu BackboneFast

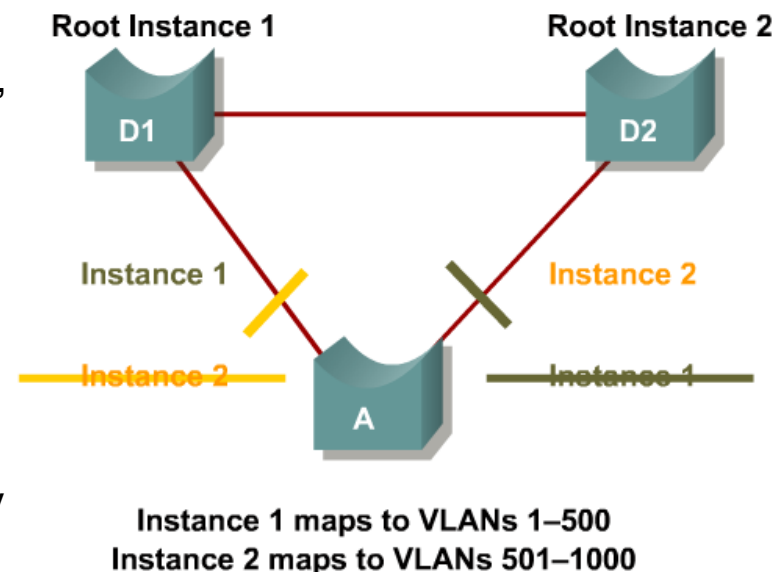


# Multiple STP



- Pri sieťach s VLAN je problém, koľko STP inštancií má existovať
  - 802.1D: Jeden STP strom pre všetky VLAN
  - Cisco (R)PVST+: Jeden strom pre každú VLAN
    - V reáli môže byť až 4096 inštancií STP stromu, každý s vlastnou BPDU konverzáciou, voľbou RB a výberu ciest
- Hlavná idea MSTP
  - Možnosť nechať v sieti bežať niekoľko inštancií, ktoré samy osebe nemajú vzťah k nijakým VLAN
  - Následne „mapovať“ VLAN na tieto inštancie
  - Niekoľko VLAN bude zdieľať tú istú inštanciu, a teda tú istú kostru
- MSTP vychádza z RSTP (802.1s)
  - Interne používa RSTP a má všetky jeho výhody
  - Je spätne kompatibilný s 802.1D STP, 802.1w RSTP a s Cisco PVST+ architektúrou
  - Môžeme využiť pre Load Balancing
- Cisco Document ID: 24248
  - Understanding Multiple Spanning Tree Protocol (802.1s)

## MSTP

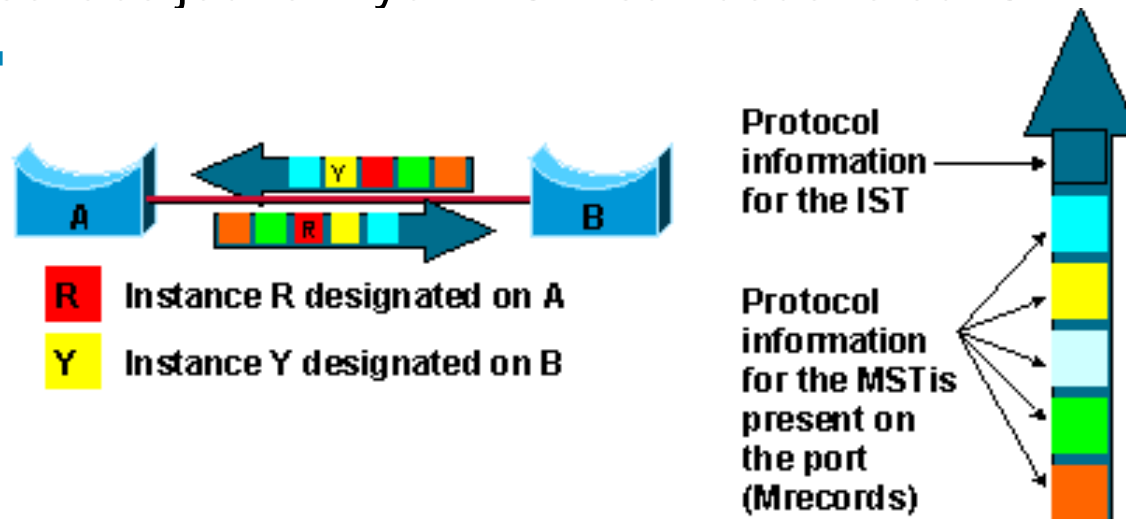


# MSTP región

- Pri konfigurácii MSTP musíme stanoviť:
  - koľko inštancií MSTP má bežať a ktoré VLAN k nim budú pridružené
  - ktoré VLAN budú zdieľať ktorú inštanciu STP (asociovať VLAN k STP)
- Táto konfigurácia v MSTP pozostáva z niekoľkých komponentov
  1. Textové meno MST regiónu (32 bajtov)
  2. Číslo konfiguračnej revízie (2 bajty)
  3. Zoznam inštancií a k nim pridružené VLAN
    - Mapovanie sa neposiela v BPDU celé, posiela sa len MD5 hash z tohto mapovania
- Konfigurácia musí byť na všetkých prepínačoch regiónu **rovnaká**
- Prepínače s rovnakou konfiguráciou MST tvoria jeden región
  - Región sa navonok chová ako jeden nerozdelený switch
    - Potrebné kvôli kompatibilite s (R)STP switchmi a pre komunikáciu s inými regiónmi
  - Hranica regiónu je na porte prepínača, ktorý prijíma BPDU z iného regiónu alebo STP/RSTP/PVST/RPVST BPDU

# MSTP BPDUs

- V MSTP sa posiela len jedno BPDUs (MSTI 0), ktoré obsahuje
  - Configuration name, revision number a hash
    - Hash je počítaný cez vlan to instance mapping
  - Potrebné informácie o IST a všetkých MSTI
    - Jednotlivé záznamy o MSTI sa nazývajú M-records
  - Časovače jednotlivých MSTI sú zdedené od IST





No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	Cisco_05:a8:92	Spanning-tree-(for-br	STP	155	MST. Root =
2	1.670021	Cisco_b5:8c:8f	Spanning-tree-(for-br	STP	151	MST. Root =
3	2.016302	Cisco_05:a8:92	Spanning-tree-(for-br	STP	155	MST. Root =

### Spanning Tree Protocol

Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)

Protocol Version Identifier: Multiple Spanning Tree (3)

BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)

BPDU flags: 0x7c (Agreement, Forwarding, Learning, Port Role: Designated)

Root Identifier: 0 / 0 / 00:1f:27:b4:7d:80

Root Path Cost: 200000

Bridge Identifier: 32768 / 0 / 00:16:46:b5:8c:80

Port identifier: 0x800f

Message Age: 1

Max Age: 20

Hello Time: 2

Forward Delay: 15

Version 1 Length: 0

Version 3 Length: 96

### MST Extension

MST Config ID format selector: 0

MST Config name: Brewery

MST Config revision: 0

MST Config digest: 9357ebb7a8d74dd5fef4f2bab50531aa

CIST Internal Root Path Cost: 0

CIST Bridge Identifier: 32768 / 0 / 00:16:46:b5:8c:80

CIST Bridge Priority: 32768

CIST Bridge Identifier System ID Extension: 0

CIST Bridge Identifier System ID: Cisco\_b5:8c:80 (00:16:46:b5:8c:80)

CIST Remaining hops: 20

MSTID 1, Regional Root Identifier 24576 / 00:1e:f7:05:a8:80

MSTI flags: 0xf8 (Master, Agreement, Forwarding, Learning, Port Role: Root)

MSTID 1, priority 24576 Root Identifier 00:1e:f7:05:a8:80

Internal root path cost: 200000

Bridge Identifier Priority: 8

Port identifier priority: 8

Remaining hops: 20

# Pojmy pre stromy v MSTP

- MSTP zavádza pomerne mäťúcu terminológiu s ohľadom na jednotlivé stromy, ktoré spravuje
  - **MSTI – MST Instance**: názov pre jednu inštanciu MSTP. MSTI beží vo vnútri regiónu, avšak nikdy nepresahuje za jeho hranice
    - Môže ich byť max. 64, Cisco 16
  - **IST – Internal Spanning Tree**: názov pre MSTI 0. Inštancia IST prenáša MSTP BPDU a spolupracuje pri interakcii so switchmi mimo náš MSTP región
    - má jedného root-a = **CIST REGIONAL ROOT**
  - **CST – Common Spanning Tree**: Kostra prepájajúca regióny. Pre CST je vnútorná štruktúra regiónov skrytá, CST vidí každý región iba ako jeden veľký switch
  - **CIST – Common and Internal Spanning Tree**: Kostra celej prepínanej siete „v detailnom pohľade“ – je kombináciou CST a IST každého regiónu
    - má jedného root-a = **CIST ROOT**

# Pojmy

## ■ CIST REGIONAL ROOT

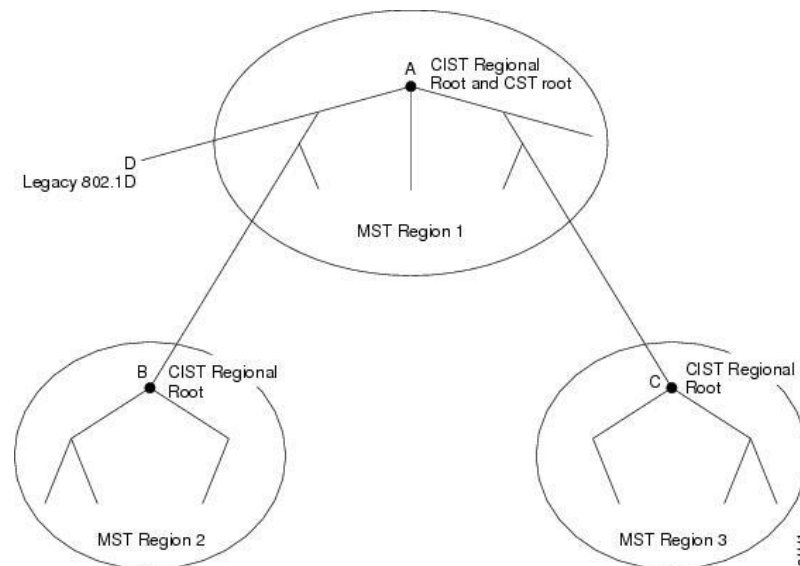
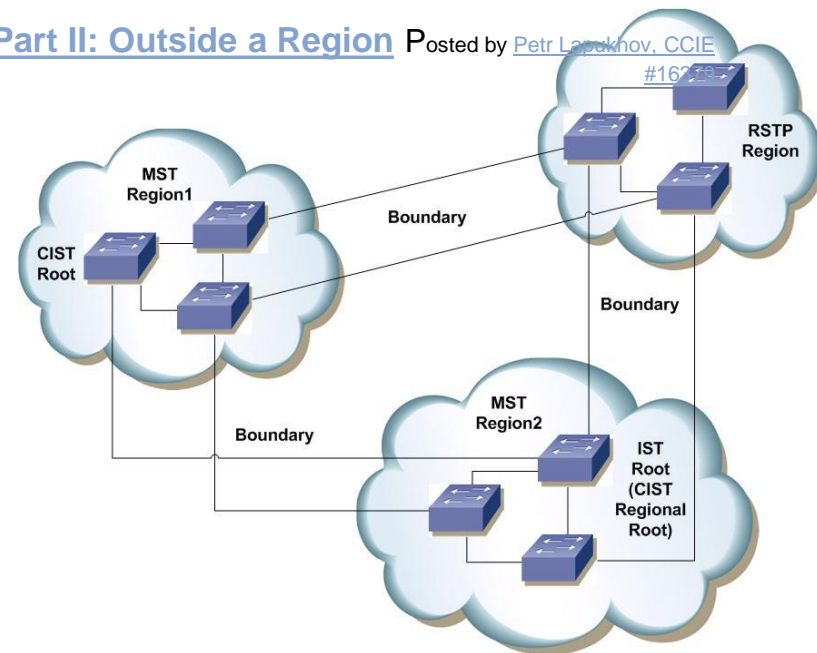
- Root interného IST stromu
- Volí sa na základe CIST internal root path cost
- Týka sa len MSTI 0 (IST) daného regiónu

## ■ CIST ROOT

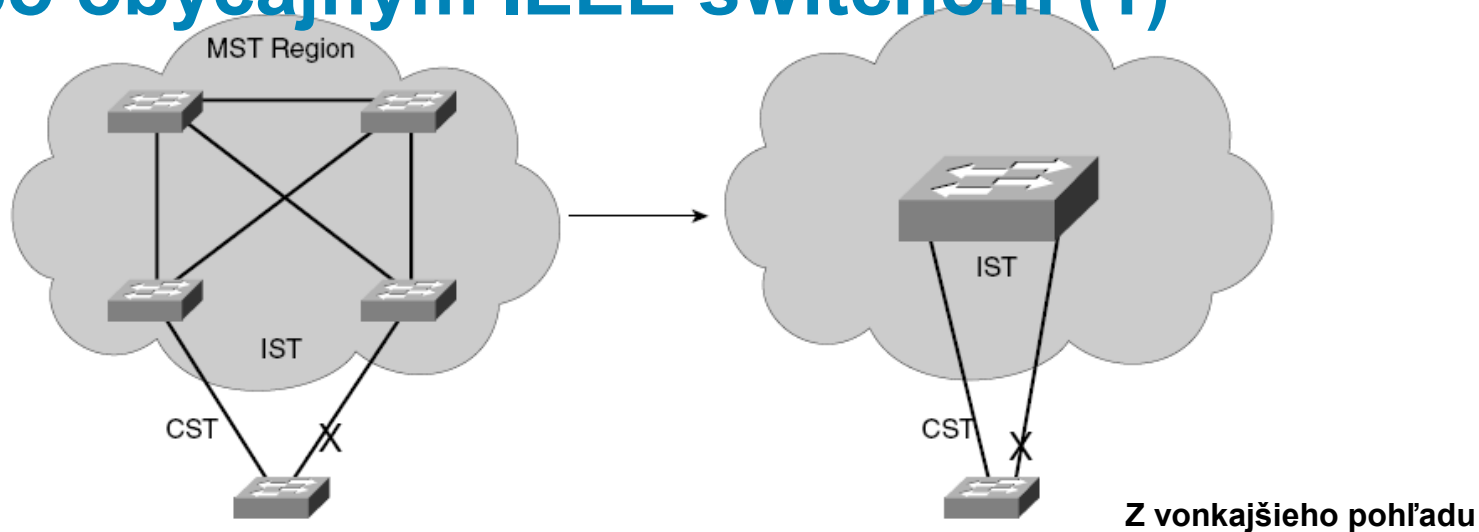
- Root celého CIST stromu pre celú sieť (regióny + sw. mimo región)
- Ak je CIST Root v danom regióne, je zároveň aj jeho CIST REGIONAL ROOT-om
- Volí sa na základe CIST external root path cost
  - Je to cena k CIST root-ovy
  - Nemení sa prechodom cez región (tuneluje sa), ale len prechodom cez boundary links (ports) medzi regiónmi

## ■ Región, ktorý nemá CIST Root

- Za CIST regional root je zvolený okrajový prepínač, ktorý je najbližšie k CIST ROOT
  - Jeho port = tzv. Master port
- Vnútorne prepínače dorátajú strom k CIST RR
  - Na základe CIST Internal Root Path Cost



# Spolupráca medzi MSTP regiónmi alebo obyčajným IEEE switchom (1)

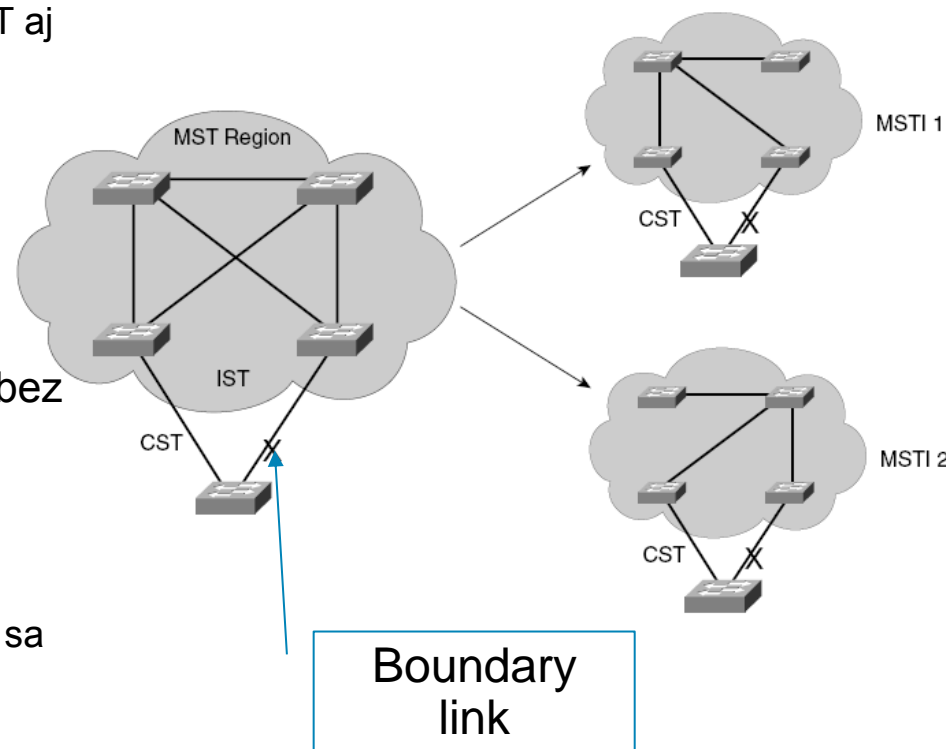


Z vonkajšieho pohľadu

- Dvojúrovňový koncept
- MSTP región sa navonok správa ako veľký switch
  - Najprv sa buduje CST medzi regiónmi (pseudo-bridges)
    - Každý boundary prepínač sa vyhlási za CIST Root
    - Potom prebehne voľba jedného CIST roota pre všetky regióny na základe BID, ...
    - Následne tvorba stromu na základe CIST external root path cost
  - Legacy switch dostáva len CST BPDU (STP/RSTP) a pripojí sa k STP stromu normálnou cestou
- Dôsledkom je, že pri detekcii slučiek sa blokujú porty na hraniciach regiónu
- S vonkajším svetom interaguje výlučne IST
  - Ostatné MSTI inštancie zostávajú uzatvorené v regióne
  - Ak je hraničný port blokovaný pre IST, je zároveň blokovaný pre všetky inštancie MSTI
- Okrajový prepínač prenáša len CST BPDU
  - Smerom von je detail IST a MSTI skrytý
  - Smerom do vnútra prenáša aj info o CST, avšak tá sa vo vnútri regiónu nemení

# Spolupráca medzi MSTP regiónmi a obyčajným IEEE switchom (2)

- Druhá úroveň – interný IST strom regiónu
  - Po inicializácii sa prepínač vyhlási za CIST ROOT aj CIST RR
  - Ďalej klasika - inferior/superior BPDU
- Všetky prepínače regiónu sa musia zhodnúť na jednom CIST RR
  - Až potom prebehne MSTI konvergencia
- IST vo vnútri regiónu prenáša informácie o CST bez zmeny
  - Nezvyšuje External RPC
  - Nemodifikuje Message Age
  - Tuneluje externé informácie, a to je dôvod, prečo sa región zvonku javí ako jeden switch
- Interné inštancie MSTI v regióne majú vlastné nezávislé topológie
- Avšak na hranici regiónu sa všetky MSTI riadia stavom určeným IST na tzv. MASTER PORT-e
  - Blok/Forward
  - Nakoľko MSTI o koncepte CSTI nemajú tušenie

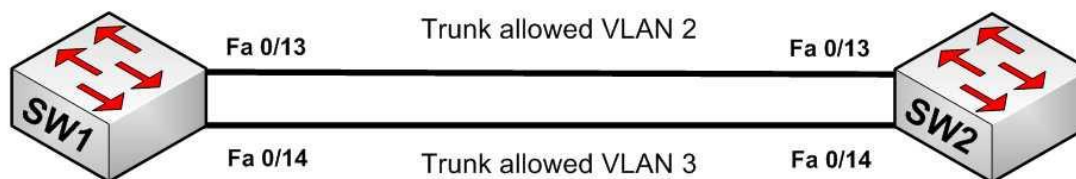


# Na uváženie pri MSTP (zdroj [www.ine.com](http://www.ine.com))

- MSTP nie je zviazané s VLAN-ami

## Physical Topology

VLANs 2 and 3 map to **MSTI1**  
VLANs are manually pruned from trunks to achieve load-balancing



## Logical Topology for MSTI1

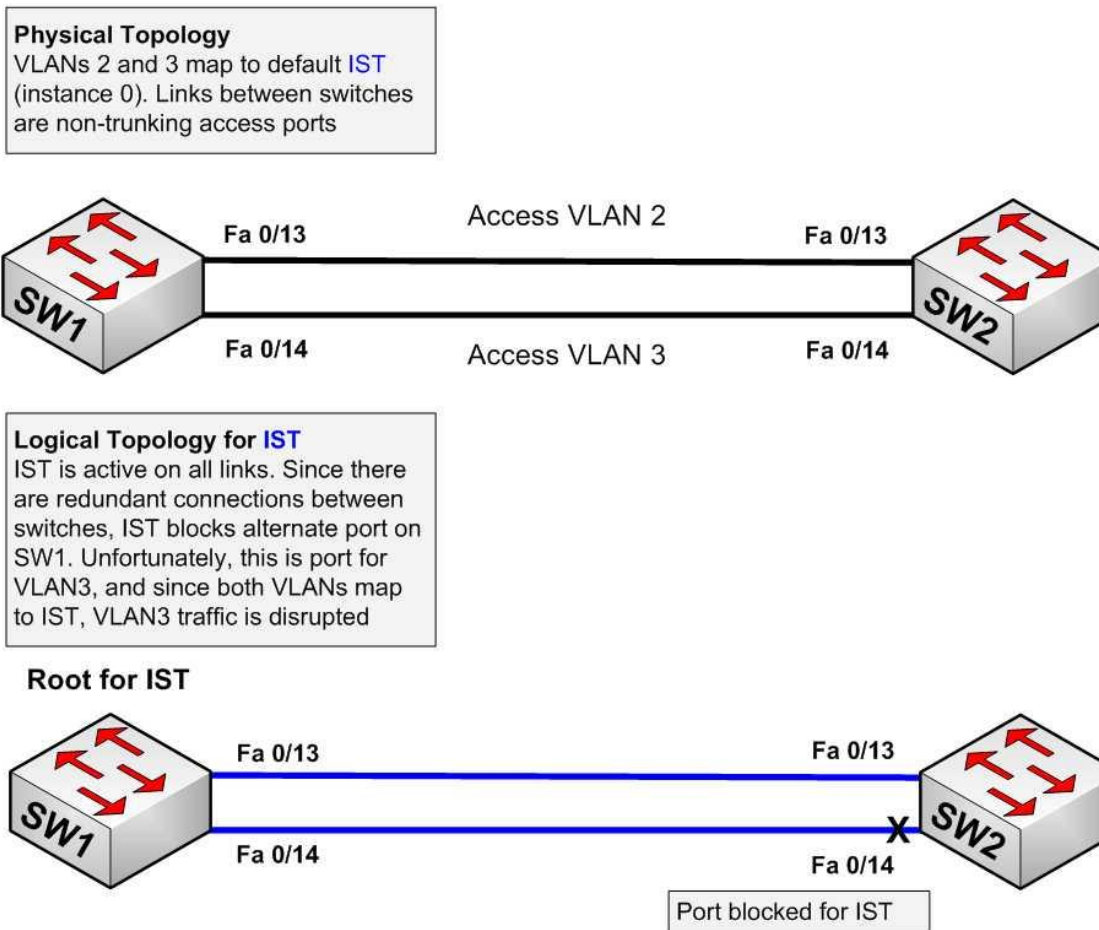
Due to the priorities configuration on the root bridge, SW2 blocks Fa 0/13 and forwards only on Fa 0/14 for MSTI1. Since VLAN2 is only allowed on Fa0/13, this blackholes VLAN2 traffic between switches.

## Root for MSTI 1



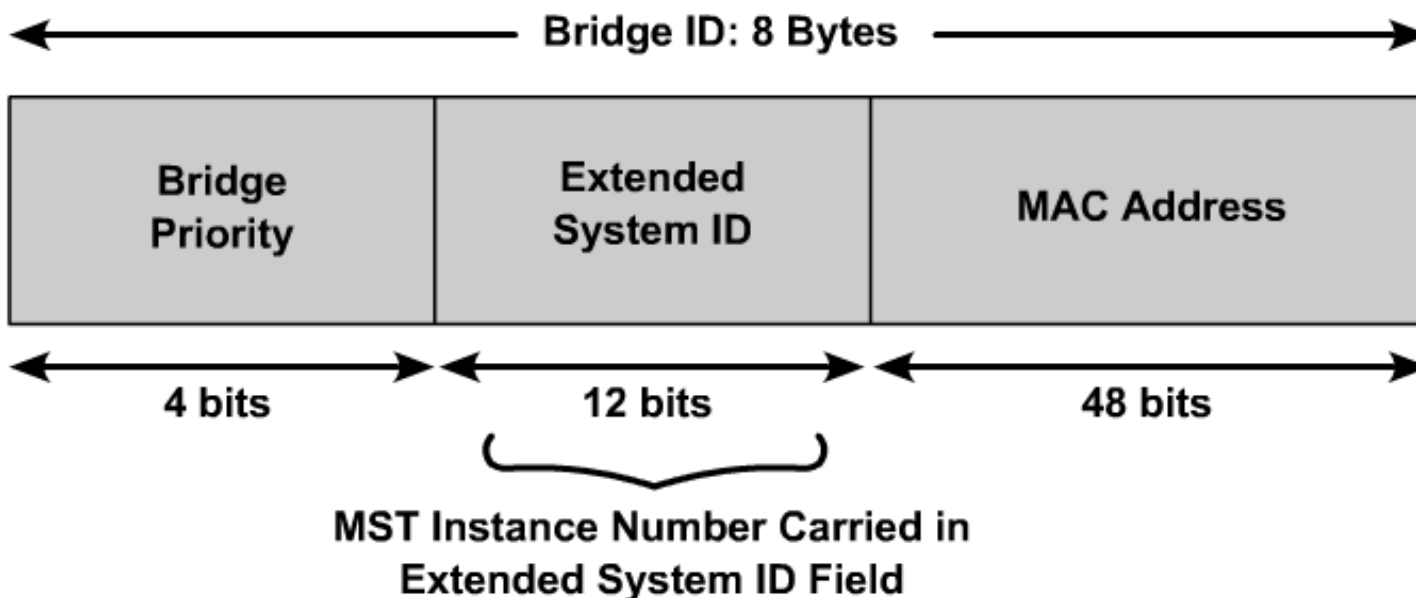
# Na uváženie pri MSTP (zdroj [www.ine.com](http://www.ine.com))

- MSTP nie je zviazané s VLAN-ami



## Extended system ID

- Použité na identifikáciu Bridge pre MSTP procesy
- 12 bitové extended ID nesie číslo MSTP inštancie





# Konfigurácia MSTP

```
! Spusti MST na prepínači  
Switch(config)# spanning-tree mode mst
```

```
! Vstúp do MST konfiguračného režimu  
Switch(config)# spanning-tree mst configuration
```

```
! Pridel' meno regiónu (do 32 znakov), znakovo citlive  
Switch(config-mst)# name NAME
```

```
! Pridel' revízne číslo regiónu  
! Za účelom vedenia zmien. Zmena v konfigurácii, zmeň  
! číslo, na všetky prepínačoch regiónu  
Switch(config-mst)# revision VERSION
```

```
! Vykonaj mapovania VLAN do MST inštancie  
! Defaultne všetky VLAN mapované do IST  
Switch(config-mst)# instance INSTANCE_ID vlan VLAN-LIST
```

```
! Zobraz nespracované  
Switch(config-mst)# show pending  
Switch(config-mst)# exit
```

# Configuring MSTP

```
Switch(config)# spanning-tree mst configuration
Switch(config-mst)# instance 1 vlan 10-20
Switch(config-mst)# name region1
Switch(config-mst)# revision 1
Switch(config-mst)# show pending
Pending MST configuration
Name [region1]
Revision 1
Instance  Vlans Mapped
-----
0 1-9,21-4094
1 10-20
-----

Switch(config-mst)# exit
```

# Konfigurácia MSTP

```
! Configuring switch priority
Switch(config)# spanning-tree mst INSTANCE-ID priority PRIORITY

! Configuring the Root Switch
Switch(config)# spanning-tree mst INSTANCE-ID root primary

! Configuring Secondary Root Switch
Switch(config)# spanning-tree mst INSTANCE-ID root secondary

! Configuring port priority and port cost
Switch(config)# interface interface-id
Switch(config-if)# spanning-tree mst INSTANCE-ID port-priority
PRIORITY
Switch(config-if)# spanning-tree mst INSTANCE-ID cost COST
```

```
! Nastav časovače
Switch(config)# spanning-tree mst hello-time seconds
Switch(config)# spanning-tree mst forward-time seconds
Switch(config)# spanning-tree mst max-age seconds
```

# Overenie MSTP

! Show VLAN to instance mapping

Switch# **sh spanning-tree**

! Show VLAN to instance mapping

Switch# **sh spanning-tree mst configuration**

! show general MSTP information

Switch# **show spanning-tree mst**

! show MSTP information for a specific instance

Switch# **show spanning-tree mst *MST\_#***

! show detailed MSTP information for a specific instance 1

Switch# **show spanning-tree mst *MST\_#* detail**

# Overenie MSTP

```
dls2#sh spanning-tree
```

## MST0

```
Spanning tree enabled protocol mstp
```

```
Root ID      Priority    32768
             Address    0017.9446.ad00
             Cost        0
             Port        13 (FastEthernet0/11)
             Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID   Priority    32768 (priority 32768 sys-id-ext 0)
             Address    0017.9460.3080
             Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Desg	FWD	200000	128.9	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	200000	128.10	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	200000	128.11	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	200000	128.12	P2p
Fa0/11	Root	FWD	200000	128.13	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	200000	128.14	P2p

## MST1

```
Spanning tree enabled protocol mstp
```

```
Root ID      Priority    32769
```

```
...
...
```

# Overenie MSTP

```
! Show VLAN to instance mapping  
Switch# sh spanning-tree mst configuration
```

```
DLS1#sh span mst configuration  
Name      [cisco]  
Revision  1      Instances configured 3
```

```
Instance  Vlans mapped
```

```
-----  
0         1-19,51-79,81-99,101-4094  
1         20-50  
2         80,100  
-----
```

# Overenie MSTP

```
! show general MSTP information
Switch# show spanning-tree mst
##### MST0      vlans mapped: 1-19,51-79,81-99,101-4094
Bridge          address 0017.9446.ad00  priority      32768 (32768 sysid 0)
Root            address 0017.9460.3080  priority      1         (0 sysid 1)
                port      Fa0/11          path cost     200000

Regional Root  this switch
Operational    hello time 2 , forward delay 15, max age 20, txholdcount 6
Configured     hello time 2 , forward delay 15, max age 20, max hops 20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Altn	BLK	200000	128.9	P2p Bound (PVST)
Fa0/8	Altn	BLK	200000	128.10	P2p Bound (PVST)
Fa0/9	Altn	BLK	200000	128.11	P2p Bound (PVST)
Fa0/10	Altn	BLK	200000	128.12	P2p Bound (PVST)
Fa0/11	Root	BKN*	200000	128.13	P2p Bound (PVST) *PVST_Inc
Fa0/12	Altn	BLK	200000	128.14	P2p Bound (PVST)

```
##### MST1      vlans mapped: 20-50
Bridge          address 0017.9446.ad00  priority      32769 (32768 sysid 1)
Root            this switch for MST1
```

```
Interface          Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
--More--
```

# Overenie MSTP

```
dls2(config)#do sh spanning-tree mst 2
```

```
##### MST2      vlans mapped:    80,100
Bridge          address 0017.9460.3080  priority      24578 (24576 sysid 2)
Root            this switch for MST2
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Desg	FWD	200000	128.9	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	200000	128.10	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	200000	128.11	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	200000	128.12	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	200000	128.13	P2p
Fa0/12	Desg	BLK	200000	128.14	P2p Dispute



# Overenie MSTP

```
DLS1#sh spanning-tree mst 1 int fa 0/7
```

```
FastEthernet0/7 of MST1 is designated forwarding
```

```
Edge port: no (default) port guard : none (default)
```

```
Link type: point-to-point (auto) bpdu filter: disable (default)
```

```
Boundary : internal bpdu guard : disable (default)
```

```
Bpdus (MRecords) sent 1069, received 6
```

```
Instance Role Sts Cost Prio.Nbr Vlans mapped
```

```
-----
```

Instance	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Vlans mapped
1	Desg	FWD	200000	128.9	20-50

```
-----
```

# Overenie MSTP

```
sh spanning-tree mst 1 detail
```

```
##### MST1      vlans mapped:    20-50
Bridge          address 0017.9446.ad00  priority          32769 (32768 sysid 1)
Root            this switch for MST1

FastEthernet0/7 of MST1 is designated forwarding
Port info          port id      128.9  priority    128  cost      200000
Designated root    address 0017.9446.ad00  priority  32769  cost      0
Designated bridge  address 0017.9446.ad00  priority  32769  port id   128.9
Timers: message expires in 0 sec, forward delay 0, forward transitions 3
Bpdus (MRecords) sent 1101, received 6

FastEthernet0/8 of MST1 is designated forwarding
Port info          port id      128.10  priority    128  cost      200000
Designated root    address 0017.9446.ad00  priority  32769  cost      0
Designated bridge  address 0017.9446.ad00  priority  32769  port id   128.10
Timers: message expires in 0 sec, forward delay 0, forward transitions 1
Bpdus (MRecords) sent 1069, received 4

FastEthernet0/9 of MST1 is designated forwarding
Port info          port id      128.11  priority    128  cost      200000
Designated root    address 0017.9446.ad00  priority  32769  cost      0
Designated bridge  address 0017.9446.ad00  priority  32769  port id   128.11
--More--
```

# VTPv3 a synchronizácia MST konfigurácie

- VTPv3 umožňuje prenášať vo VTP doméne obsah konfigurácie MSTP regiónu
  - VTP doména musí teda pokrývať práve tie switche, ktoré majú byť v jednom MSTP regióne
  - Všetky switche musia podporovať VTPv3
- Zmeny konfigurácie MSTP regiónu sa budú realizovať iba na primárnom VTP serveri pre databázu MST
  - Na ostatné switche sa konfigurácia doručí cez VTP
- Vďaka VTPv3 je nielen zjednodušená správa MSTP nad prepínanou sieťou, ale minimalizujú sa aj prechodné výpadky konektivity
  - Switch, ktorý má inú konfiguráciu regiónu než jeho susedia, tvorí samostatný región, na okraji ktorého môže dochádzať k zablokovaniu hraničných portov
  - Pri postupnej manuálnej zmene konfigurácie MSTP regiónu na switchoch sa vznikom týchto neželaných regiónov nedá zabrániť
  - Takmer okamžitá zmena konfigurácie regiónu vďaka VTPv3 minimalizuje existenciu týchto prechodných regiónov

# Konfigurácia VTPv3 pre prenos MSTP konfigurácie

! Na každom switchi vo VTP doméne je potrebné ručne zadať:

```
Switch(config)# vtp version 3  
Switch(config)# vtp domain MENO_DOMENY  
Switch(config)# vtp mode server mst
```

! Namiesto posledného príkazu môže byť aj klient:

```
Switch(config)# vtp mode client mst
```

=====

! Na switchi, ktorý je konfigurovaný ako server a má sa stať  
! primárnym serverom pre VTP databázu MST, je potrebné zadať

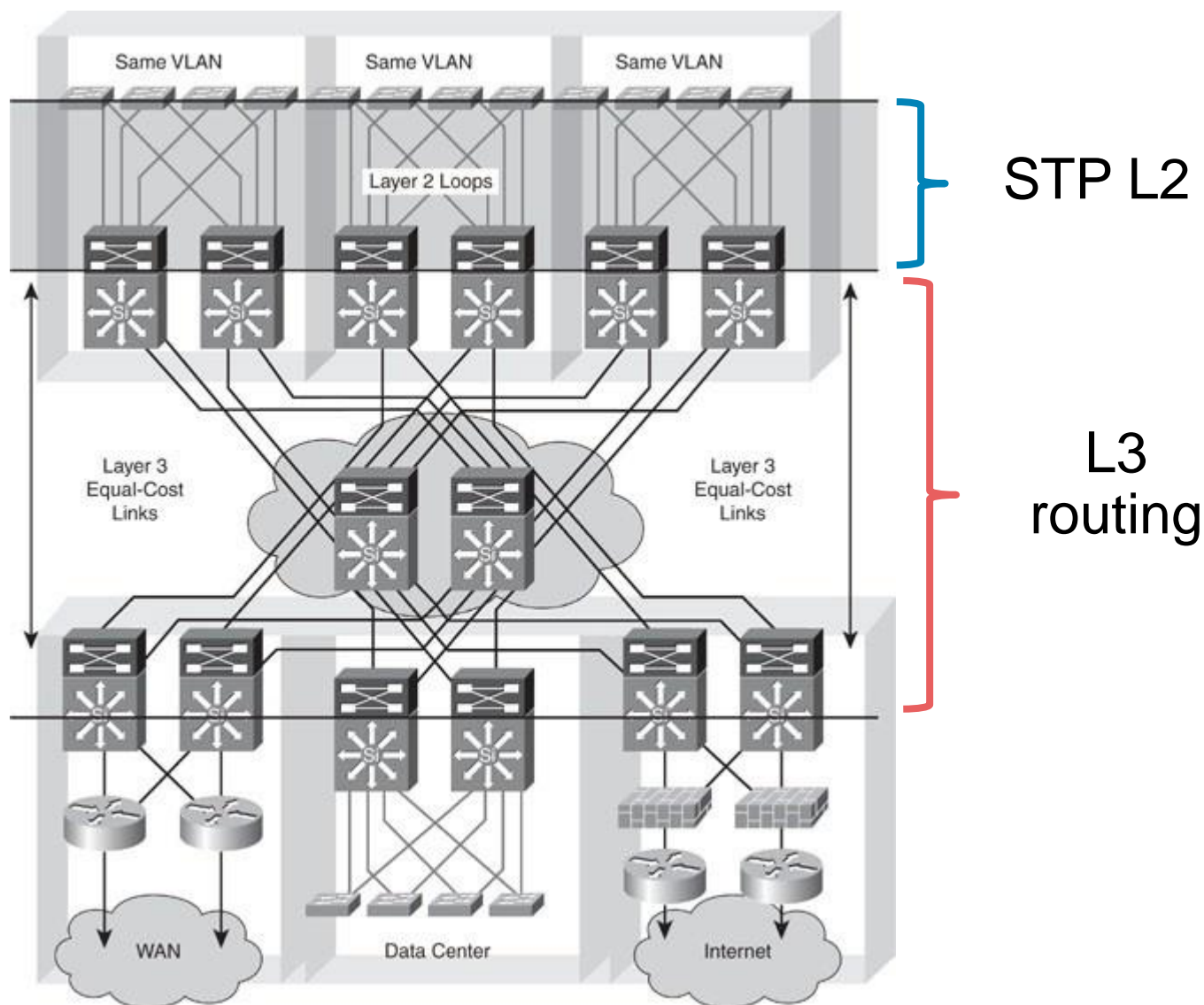
```
Switch# vtp primary mst
```

! Po prechode switcha do režimu primárneho servera pre MST  
! databázu je možné na ňom začať upravovať konfiguráciu  
! MSTP regiónu. Každá úprava MSTP regiónu sa odteraz pomocou VTP  
! preniesie na všetky switchy vo VTP doméne automaticky

# Odporúčania pre siete s STP

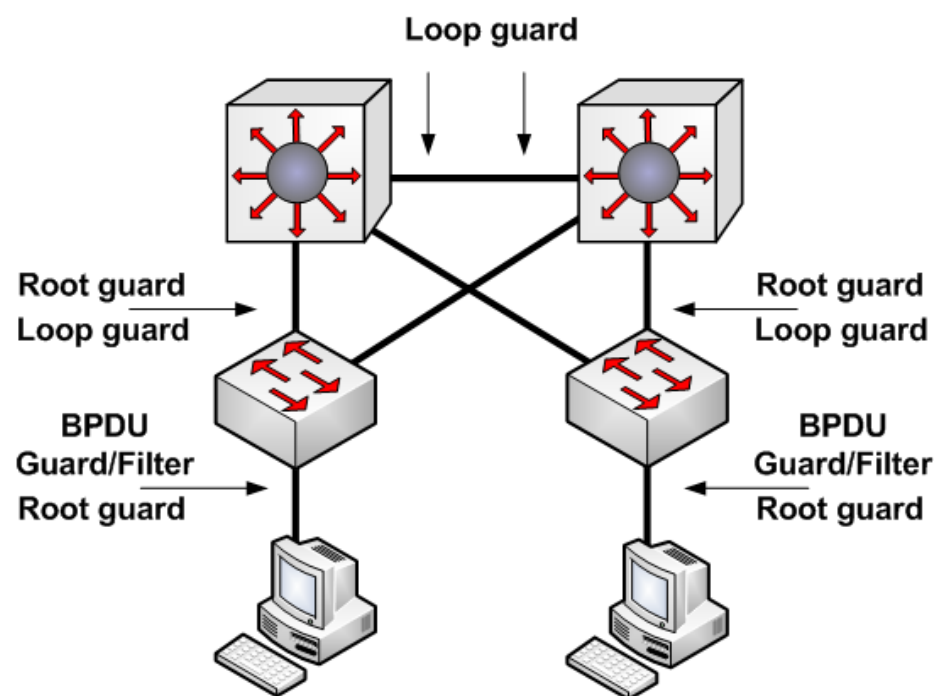
- Problém s STP
  - Rozsiahla „failure“ doména
    - Jeden zdroj môže poslať prevádzku, ktorá je šírená všade v rámci L2 siete
    - Pri chybových podmienkach, Ethernet nemá TTL, takže prevádzka cykluje do „nekonečna“
  - STP nemá multipath
    - Ak by sme mali aj N redundatných liniek, STP vyberie do aktívneho stromu len jednu
- Odporúčanie
  - Nechaj STP na access vrstve (pokiaľ sa dá)
  - Medzi distro a core použi L3 linky so smerovaním
    - výhoda multipath (Equal Cost Multipathing)

# Avoid STP in an Enterprise



# Odporúčania pre STP

- Použi RSTP namiesto legacy STP or PVST+
- Umiestni vhodne Root Bridge
- Zabezpeč jeho pozíciu cez Root guard
- Použi Loop guard na uplinkoch Access na distro a medzi distro prepínačmi
- BPDU filter, BPDU a root guard na linkách ku koncovým uzlom
- UplinkFast na uplinkoch access prepínačov
- UDLD na ochranu L1 médií



# Diagnostika problémov pri STP

- Duplex mismatch
  - otvorenie slučiek
  - Koriguj nastavenia
- Unidirectional link failure
  - otvorenie slučiek
  - Použi UDLD aggressive
- Frame corruption
  - Veľká L1 chybovosť môže vplývať na činnosť STP
    - Straty BPDU
  - Problém najmä pri agresívne ladených STP časovačoch
- Resource errors
  - CPU zaťaženie vplýva na BPDU processing
    - DoS?
- Konfig. chyby pri PortFast
- Nevhodné ladenie parametrov diametra STP



# Troubleshooting Methodology [cisco foundation guide]

- **Step 1. Develop a plan.**
  - Topology of the bridged network
  - Location of the root bridge
  - Location of the blocked ports and, therefore, the redundant links
- **Step 2. Isolate the cause and correct an STP problem.**
  - Identify a bridging loop.
    - Sniffing, debugging, logging
  - Restore connectivity.
    - break the loop
  - Check the port status.
    - Blocked ports, duplex mismatch, port utilization, Frame corruption
  - Check for resource errors.
  - Disable unneeded features.
- **Step 3. Document findings.**