



**pasja-informatyki.pl**

**Sieci komputerowe**

**Konfiguracja przełącznika CISCO**

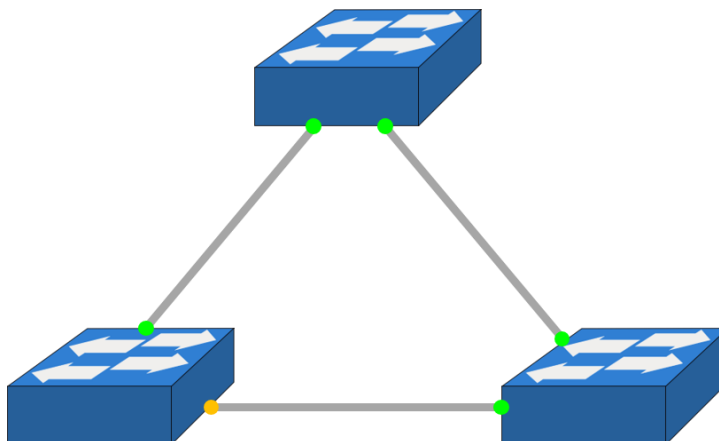
**STP**

Damian Stelmach

# Spis treści

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Po co STP? .....             | 3  |
| Most główny .....            | 4  |
| Rodzaje i stany portów ..... | 6  |
| Zbieżność sieci .....        | 8  |
| PortFAST .....               | 9  |
| Koszt trasy STP.....         | 10 |
| PVST i RapidPVST.....        | 11 |

STP (ang. Spanning Tree Protocol) to protokół sieciowy działający w oparciu o algorytm drzewa rozpinającego, implementowany i konfigurowany na przełącznikach sieciowych. Protokół STP pracuje w drugiej warstwie modelu OSI, a jego głównym zadaniem jest utrzymywanie tylko jednej, aktywnej ścieżki od nadawcy do odbiorcy w sieci lokalnej pomimo zastosowania nadmiarowych połączeń.

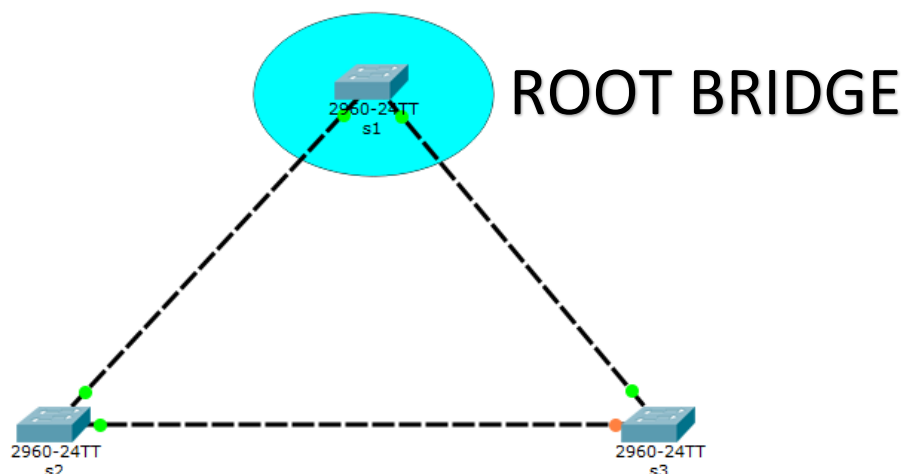


STP dezaktywuje jedno z nadmiarowych połączeń, dzięki temu w sieci lokalnej nie występują pętle ramek, które mogłyby sparaliżować działania sieci. Jeśli jedno z aktywnych łączy ulegnie awarii no to protokół STP uruchomi alternatywne połączenie i zachowana zostanie ciągłość pracy sieci ponieważ nadal pozostanie jedna aktywna ścieżka przekazywania ramek.

Protokół STP jest niezbędny w sieciach gdzie stosuje się nadmiarowość i na szczęście na wielu urządzeniach różnych producentów jest domyślnie włączony. Zapewnia jej poprawne działanie wykrywając potencjalne pętle ramek oraz dezaktywując nadmiarowe połączenia, a co za tym idzie zapewnia tylko jedną, aktywną ścieżkę połączeń pomiędzy dwoma hostami.

Działanie STP opiera się na algorytmie drzewa rozpinającego, którego zadaniem jest wyznaczenie ścieżki wolnej od pętli. Aby taką ścieżkę wyznaczyć algorytm musi najpierw wybrać główne urządzenie w sieci, które stanowić będzie punkt odniesienia do wykonywania obliczeń niezbędnych do wyznaczenia wolnej od pętli ścieżki połączeń. Urządzeniem (switch'em) głównym w STP jest **most główny** (ang. Root Bridge).

O wyborze mostu głównego w sieci decydują dwa czynniki: pierwszy to **identyfikator priorytetu**, a drugi to **adres MAC** urządzenia. Oba te parametry zawarte są w ramach **BPDU** (ang. **Bridge Protocol Data Unit**), rozsyłanych domyślnie co 2 sekundy pomiędzy urządzeniami w sieci. Urządzenia porównują dane zawarte w ramach BPDU i decydują, iż mostem głównym zostaje przełącznik, którego identyfikator priorytetu wraz z adresem MAC jest najniższy. Biorąc pod uwagę, że wszystkie przełączniki CISCO domyślnie mają ten sam identyfikator priorytetu, który wynosi **32768** plus identyfikator sieci VLAN to mostem głównym zostanie przełącznik o najniższym MACU.



Pojawia się pytanie czy takie przypadkowe wybranie mostu głównego jest właściwe? No i tak i nie. Domyślne ustanowienie mostu głównego może być dobre kiedy tworzymy sieć od zera, a wszystkie nasze przełączniki są nowe i tej samej wydajności. Jeśli natomiast mamy w sieci różnego typu i klasy urządzenia może się okazać, że mostem zostanie najstarsze i najmniej wydajne urządzenie, dlatego w takiej sytuacji najlepiej samodzielnie wskazać most główny. Jak to zrobić skoro wszystkie mają taki sam priorytet? Możemy zmienić identyfikator priorytetu dla przełącznika i to możemy zrobić na dwa sposoby. Pierwszy sposób to nadanie nowego identyfikatora, który zawierał się będzie w przedziale od 1 do 65536 z inkrementacją 4096, druga metoda to wskazanie niejako ręcznie roota i wówczas urządzenie automatycznie zmieni identyfikator na wartość 24576 lub też równą najmniejszemu

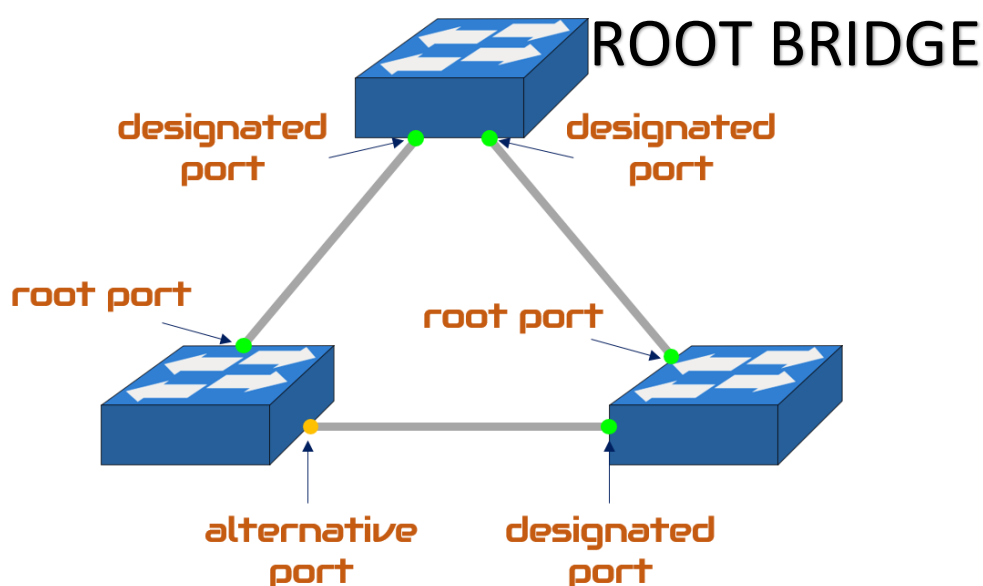
identyfikatorowi w sieci pomniejszoną o 4096. Ręczne wskazanie mostu głównego może być zrealizowane w taki sposób:

```
Switch> enable
Switch# conf t
Switch(config)# spanning tree vlan 1 root primary
```

Dzięki temu przełącznik, na którym wydaliśmy w/w polecenie stanie się mostem głowy dla sieci VLAN o identyfikatorze 1.

Po wyborze mostu głównego, STP realizuje kolejny proces jakim jest wybór portów. W STP mamy tak naprawdę tylko trzy typy/rodzaje portów, są nimi:

- Port Desygnowany (ang. Designated port);
- Port Główny (ang. Root port);
- Port Alternatywny (ang. Alternative port).



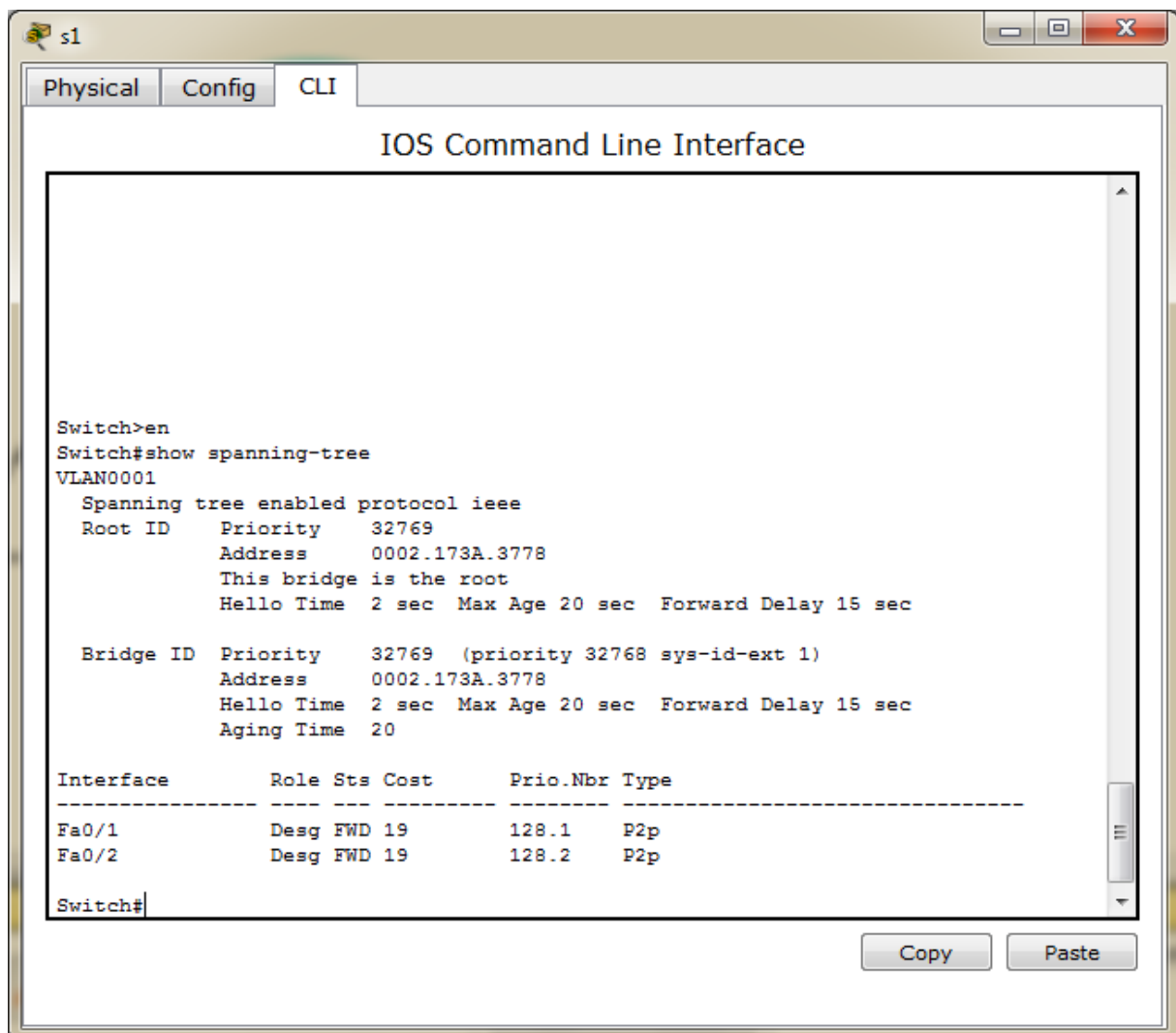
**Port desygnowany** to po prostu port, który przekazuje ramki, zarówno zwykłe ramki komunikacyjne, przesyłane od jednej stacji do drugiej, jak również ramki BPDU przekazywane przez protokół STP. Zasada jest prosta, jeśli przełącznik w sieci pełni rolę mostu głównego to jego wszystkie porty są desygnowane. **Root Port** to port, który znajduje się najbliżej mostu głównego, ale oczywiście do tego głównego mostu nie należy. Jest to po prostu port, który podłączony jest bezpośrednio do przełącznika będącego tym mostem. Podobnie jak port desygnowany przekazywać może zarówno ramki komunikacyjne jak i ramki sterujące STP. **Port alternatywny** jak sama nazwa wskazuje jest to alternatywne połączenie, które jeśli nie jest używane, działa w trybie blokowania, to znaczy nie może przekazywać ramek komunikacyjnych, chociaż może przekazywać ramki BPDU, dlatego też nie można powiedzieć, że jest to port wyłączony. Alternatywny port może zostać uruchomiony przez przełącznik np. kiedy STP wykryje zmianę topologii.

Każdy port w STP posiada tak zwany **stan**. Stan portu wskazuje czy i jakie ramki port może przekazywać. Stany portów w STP to:

- Nasłuchiwanie (ang. listening) – port przesyła tylko ramki BPDU;
- Blokowanie (ang. blocking) – port nie przekazuje ramek komunikacyjnych, ale potrafi przekazywać ramki BPDU;
- Uczenie (ang. learning) – port uczy się adresów MAC podłączonych urządzeń;
- Przekazywanie (ang. forwarding) – port przekazuje ramki komunikacyjne i BPDU.

Rodzaje oraz stany portów STP możemy sprawdzić wyświetlając sobie podsumowanie STP na przełączniku:

```
Switch> enable
Switch# show spanning tree
```



```
Switch>en
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0002.173A.3778
             This bridge is the root
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0002.173A.3778
             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

Switch#
```

Zbieżność sieci w STP to proces, na który składa się:

- wybór mostu głównego;
- wybór portów głównych;
- wybór portów desygnowanych;
- wybór portów alternatywnych.

Proces osiągnięcia zbieżności sieci wykonuje się kiedy podłączymy i uruchomimy przełączniki, po zmianie konfiguracji STP, a także po zmianie topologii. Proces ten może trwać nawet kilkadziesiąt sekund. Po tym jak w sieci zostanie ustanowiony most główny, następuje proces wyboru portów. Zanim porty czy to desygnowane czy to root porty osiągną pełną sprawność do działania, to znaczy będą w stanie przekazywania ramek osiągną kilka stanów pośrednich (nasłuchiwanie, uczenie się). W procesie osiągnięcia zbieżności sieci najważniejszą rolę pełnią:

- **czas powitania** (ang. Hello time), oraz
- **opóźnienie przekazywania** (ang. Forward Delay).

O czasie powitania już wspominaliśmy, jest to czas pomiędzy wysłaniem ramek BPDU przez przełączniki. Domyślnie są to dwie sekundy, chociaż możemy ustawić ten czas w przedziale od 1 do 10 sekund. Parametr drugi czyli opóźnienie przekazywania to czas pozostawiania portów w stanach nasłuchiwania i uczenia się. Defaultowo jest to 15 sekund, ale istnieje możliwość ustawienia czasu na wartość od 4 do 30 sekund. Podsumowując proces osiągnięcia zbieżności sieci może wynieść grubo ponad 30 sekund.



Proces osiągnięcia zbieżności sieci dotyczy również portów dostępnych przełącznika (portów do których podłączamy komputery czy drukarki). Wiele sieci nie może akceptować tak długiego przestoju w pracy, dlatego też CISCO zaprojektowało technologię, dzięki której czas osiągnięcia gotowości do pracy przez port dostępowy jest zdecydowanie krótszy. Technologia o wdzięcznej nazwie PORTFAST pomija stan nasłuchiwanie oraz stan uczenia się i od razu po podłączeniu urządzenia pozwala na komunikację. Funkcjonalność PORTFAST konfiguruje się tylko dla portów dostępowych i realizuje się poprzez następujące komendy:

```
Switch> enable
Switch# conf t
Switch(config)# interface fastEthernet 0/4
Switch(config-if)# spanning-tree portfast
```

Powyższy przykład uruchamia PORTFAST dla czwartego portu przełącznika.

Na portach, dla których uruchomione zostało PORTFAST należy jeszcze wyłączyć możliwość odbierania ramek sterujących STP czy ramek BPDU. Aby to zrealizować należy wydać w trybie konfiguracji interfejsu polecenie:

```
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
```

W podsumowaniu STP widoczny jest parametr kosztu:

```
Switch#sh
Switch#show sp
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0002.173A.3778
            Cost      19
            Port      2(FastEthernet0/2)
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    0009.7C87.26B3
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
            Aging Time 20

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

Switch#
```

Koszt trasy to nic innego jak droga do osiągnięcia mostu głównego. Koszt ten obliczany jest na podstawie przepustowości łącza i tak dla 100Mb/s wynosi **19**, dla 1Gb/s **4**, a dla 10Gb/s **2**. Są to wartości stałe, których zmieniać nie możemy. Na podstawie kosztu wyznaczany jest **port root**, port główny i zostaje nim port o najniższym koszcie dotarcia do mostu głównego.

Jeśli przełączniki w sieci zepniemy za pomocą portów o wyższej przepustowości (np. 1Gb/s) to wówczas port przełącznika niebędący mostem głównym zostanie portem głównym ponieważ jego koszt będzie najniższy:

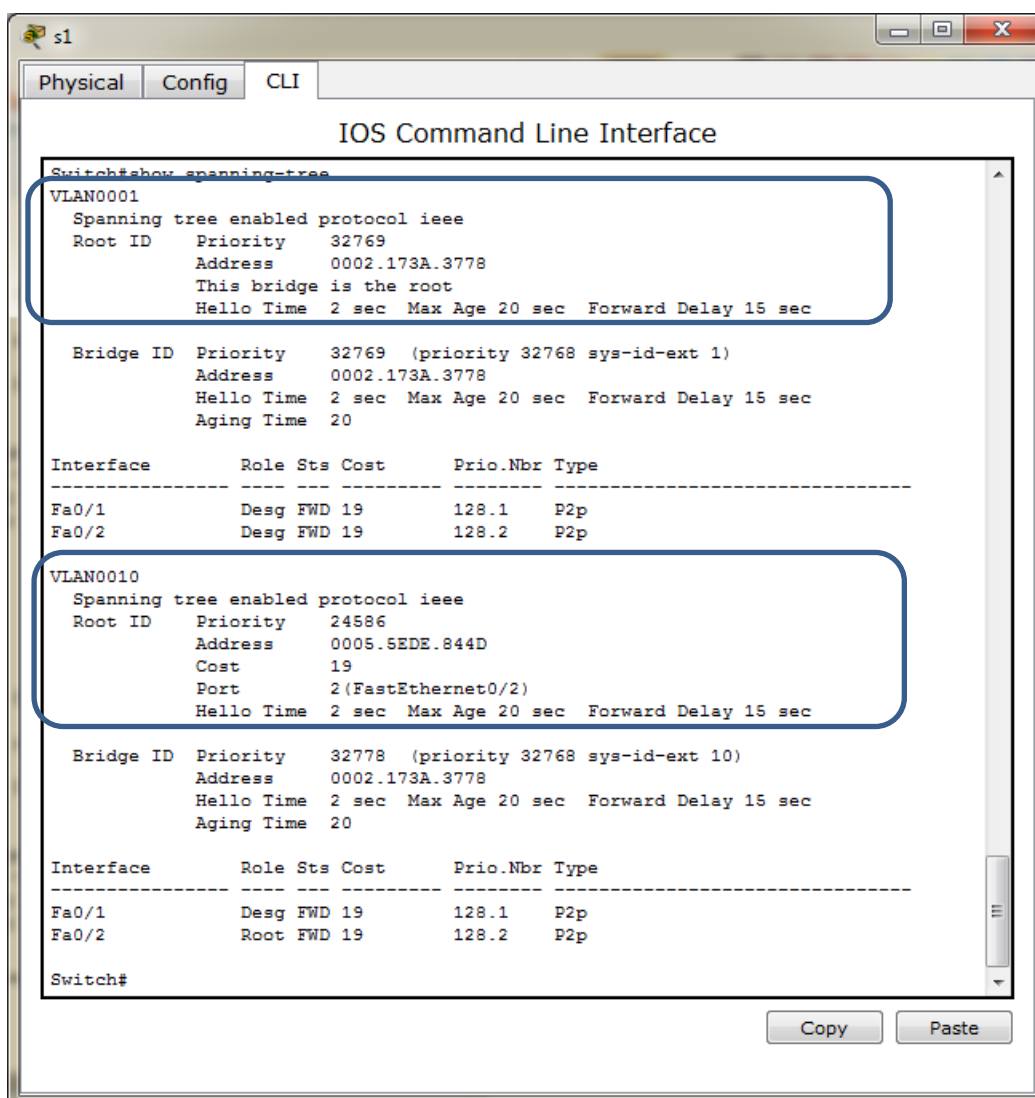
```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0002.173A.3778
            Cost      4
            Port      25(GigabitEthernet0/1)
            Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    0009.7C87.26B3
            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        Altn BLK 19        128.2    P2p
Gi0/1        Root FWD 4          128.25   P2p

Switch#
```

Protokół STP posiada sporo wad. Podstawowa wada tego protokołu to czas zbieżności, który wynosi do kilkudziesięciu sekund. Kolejny, nie mniej ważny problem to brak wsparcia dla sieci VLAN. W STP mamy tylko jedną instancję, jedno wystąpienie, również dla wielu sieci VLAN. Ograniczenia te spowodowały ewolucję STP i powstanie jego kilku jego następców. W technologii CISCO najważniejsze ewolucje STP to protokół **PVST**, a także **Rapid PVST**. PVST (ang. **Per-VLAN Spanning Tree**) to odmiana STP, która pozwala skonfigurować osobno ten protokół dla każdej sieci VLAN, stąd nazwa. Rapid PVST to z kolei odmiana STP, która obsługuje wiele sieci VLAN, a także znacznie skraca czas uzyskiwania zbieżności sieci i nie dotyczy to tylko portów dostępowych tak jak było to w PORTFAST, ale wszystkich portów. Odmiany STP obsługujące wiele sieci VLAN pozwalają równoważyć obciążenie dla poszczególnych sieci VLAN, definiując dla każdej z nich inny most główny. Poniżej widać zrzut z konfiguracji jednego z przełączników pracujących w sieci lokalnej, gdzie dla sieci VLAN o identyfikatorze 1 jest on mostem głównym, ale dla sieci VLAN 10 już nie:



```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0002.173A.3778
            This bridge is the root
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    0002.173A.3778
            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

VLAN0010
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    24586
            Address    0005.5EDE.844D
            Cost      19
            Port      2 (FastEthernet0/2)
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

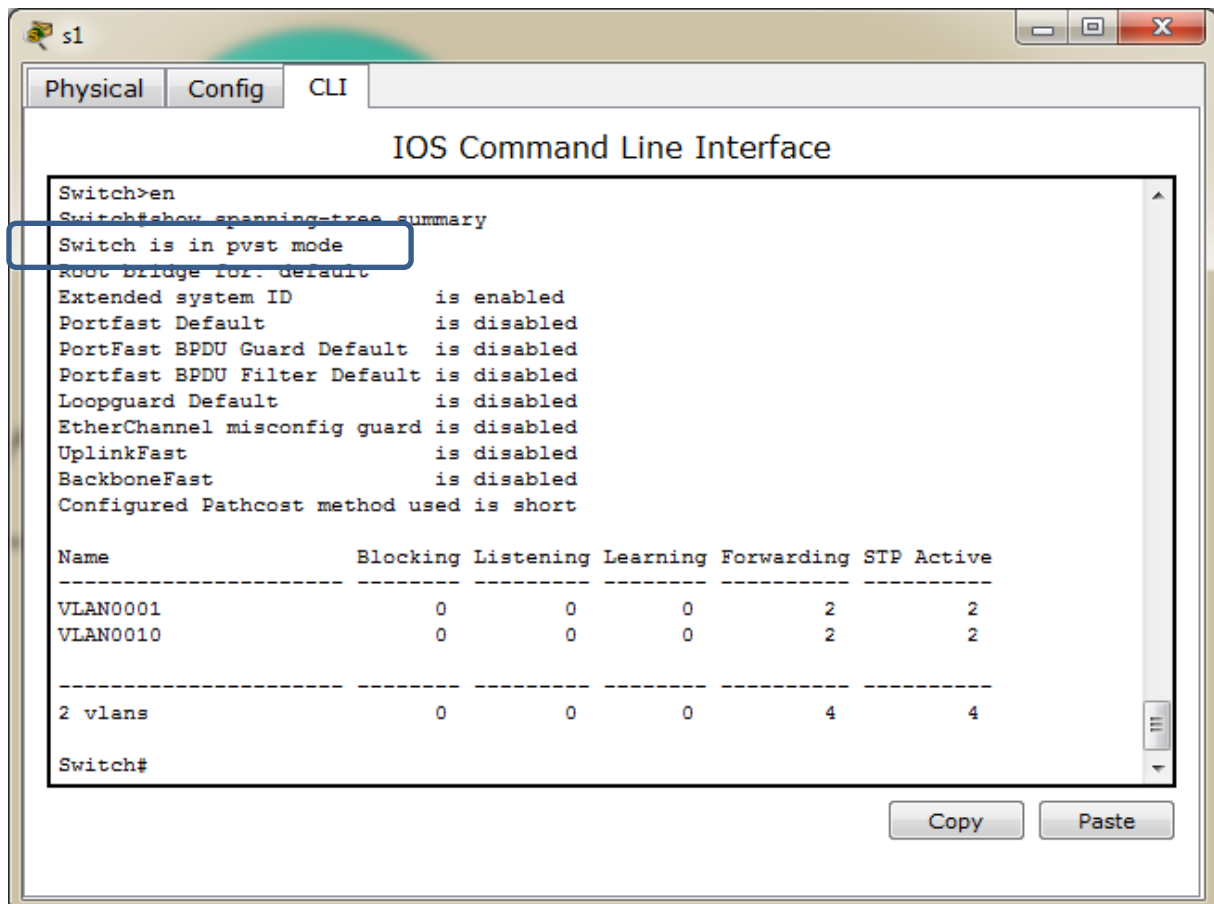
  Bridge ID  Priority    32778 (priority 32768 sys-id-ext 10)
            Address    0002.173A.3778
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time 20

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

Switch#
```

**Rapid PVST** to protokół, który zdecydowanie przyspiesza osiągnięcie zbieżności sieci po zmianie topologii (stąd nazwa rapid – szybki). Na portach przełącznika, gdzie skonfigurowano RPVST pomijane są stany nasłuchiwania i uczenia się, a porty po zmianie topologii są gotowe do pracy w kilka sekund. Domyślnie na przełącznikach PVST jest uruchomiony, natomiast RPVST trzeba ręcznie aktywować. Aby sprawdzić stan danego protokołu wystarczy w trybie uprzywilejowanym wydać polecenie:

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



```
Switch>en
Switch#show spanning-tree summary
Switch is in pvst mode
Root Bridge for default
Extended system ID      is enabled
Portfast Default        is disabled
PortFast BPDU Guard Default is disabled
Portfast BPDU Filter Default is disabled
Loopguard Default       is disabled
EtherChannel misconfig guard is disabled
UplinkFast              is disabled
BackboneFast            is disabled
Configured Pathcost method used is short

Name                    Blocking Listening Learning Forwarding STP Active
-----
VLAN0001                0          0          0          2          2
VLAN0010                0          0          0          2          2
-----
2 vlans                  0          0          0          4          4

Switch#
```

Uruchomienie szybszej wersji PVST czyli Rapid PVST następuje po wydaniu w trybie konfiguracji polecenia:

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