Jak się buduje przełączniki Ethernet i dlaczego ma to znaczenie?

Łukasz Bromirski
lbromirski@cisco.com

PLNOG, Warszawa, marzec 2010

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Agenda

- Co to jest przełącznik Ethernet i jak działa?
- Co jest ważne i jak to policzyć?
- Co jest ważne oprócz tego co jest ważne?
- Q&A

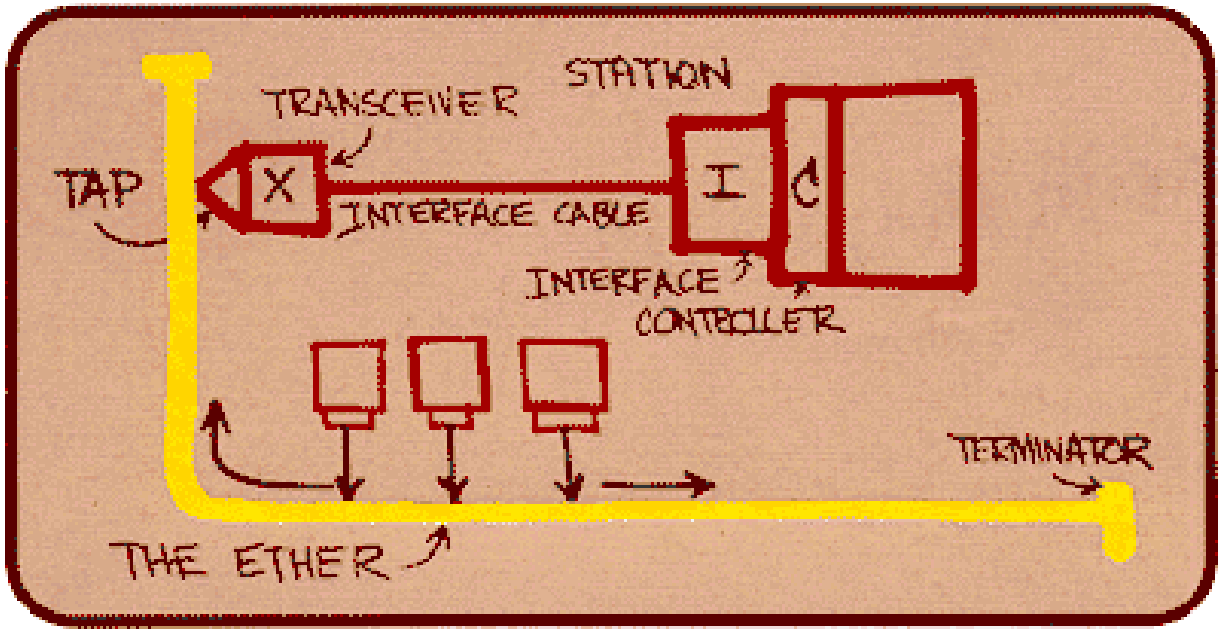
* agenda może ulec zmianie bez ostrzeżenia, nawet w trakcie prezentacji

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Przełącznik Ethernet czyli ballada o dupleksach

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

The Ethernet



- Ethernet znany dzisiaj określamy zwykle mianem medium 10Mbit/s, 100Mbit/s, 1Gbit/s, 10Gbit/s, wkrótce potencjalnie 40Gbit/s i 100Gbit/s
- **Patent #4,063,220 - Ethernet**
  „Multipoint data communication system with collision detection.”, 13 grudzień 1977 roku

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Ballada o 200Mbit/s FD

- Port Ethernet przesyła informacje z wydajnością 10, 100, 1Gbit/s lub 10Gbit/s w jednym kierunku
- Łącznie, w dwóch kierunkach, port przesyła zatem 20, 200, 2Gbit/s lub 20Gbit/s
- ...co wcale nie znaczy, że użytkownik ma nagle do dyspozycji dwa razy więcej pasma w jedną stronę – może jednak przetwarzać dwa razy (200%!!!!!!1111!!!!) informacji
- Chwyt marketingowy zastosowany we wczesnych latach 90'tych – przyjął się natychmiast (trudno walczyć z argumentacją że 100Mbit/s jest tak samo dobre jak 200Mbit/s)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Port dla użytkownika?

- Prędkość pracy – zakładamy symetryczną:

  10Mbit/s, 100Mbit/s, 1Gbit/s, 10Gbit/s

- Duplex – czy port pracuje w obie strony jednocześnie czy wymaga pracy jednostronnej

  half – RX i TX naprzemiennie

  full – RX i TX jednocześnie

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Autonegocjacja?

- Porty 1Gbit/s **wymagają** ustawionej autonegocjacji
- Brak takiej konfiguracji może powodować różnego rodzaju zakłócenia
- IEEE 802.3-2002 c40.5.1:

  All 1000BASE-T PHYs shall provide support for Auto-Negotiation (Clause 28) and shall be capable of operating as MASTER or SLAVE. Auto-Negotiation is performed as part of the initial set-up of the link, and allows the PHYs at each end to advertise their capabilities (speed, PHY type, half or full duplex) and to automatically select the operating mode for communication on the link. Auto-negotiation signaling is used for the following two primary purposes for 1000BASE-T:

  To negotiate that the PHY is capable of supporting 1000BASE-T half duplex or full duplex transmission.

  To determine the MASTER-SLAVE relationship between the PHYs at each end of the link.

  This relationship is **necessary for establishing the timing control of each PHY**. The 1000BASE-T MASTER PHY is clocked from a local source. The SLAVE PHY uses loop timing where the clock is recovered from the received data stream.

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co łączy porty ze sobą?

- Porty fizyczne ze sobą łączą układy realizujące switching/routing Ethernetu/IP – jest ich na płycie jeden lub więcej
- Rzadko można już spotkać w sprzedaży urządzenia realizujące switching Ethernetu na zwykłym, ogólno dostępnym CPU (x86 386/486, PowerPC) – najtańsze rozwiązania bardzo często jednak tak właśnie wyglądały

  ...wolno ale działa!

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Matryca przełączająca – co to w ogóle jest?!

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Matryca przełączająca

- Element realizujący obsługę przesyłania ruchu użytkownika pomiędzy zadanymi wejściami i wyjściami z bardzo dużą wydajnością

  Centralna – małe przełączniki i część większych

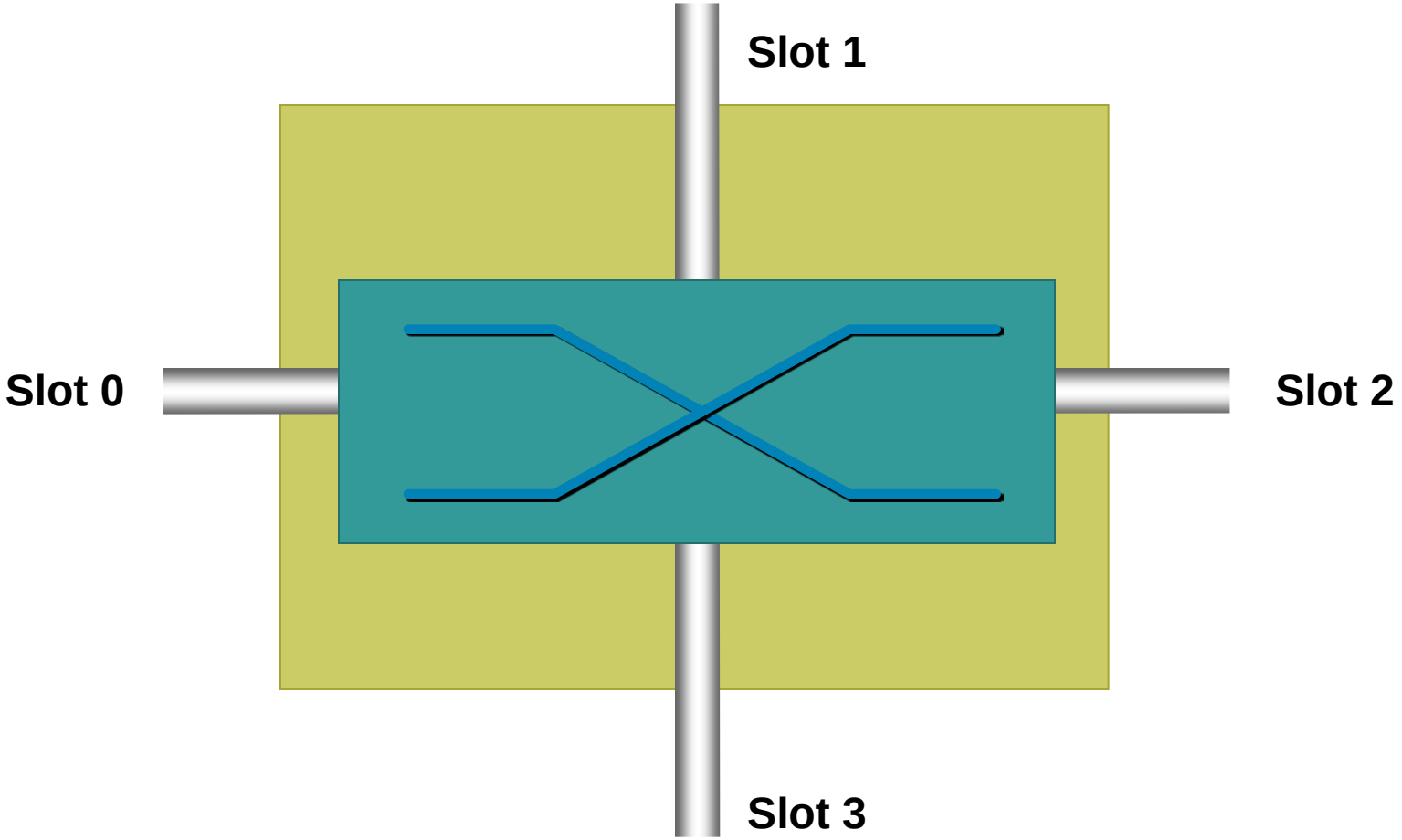
  Centralna, ale redundantna – urządzenia pracujące z podstawowym i zapasowym modułem przełączającym, zwykle przełączniki modularne

  Nadmiarowa – N+1, gdzie N>1 – zapewnia zapas przepustowości bez utraty wydajności w przypadku utraty jednej z matryc (np. 2+1, 3+1)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

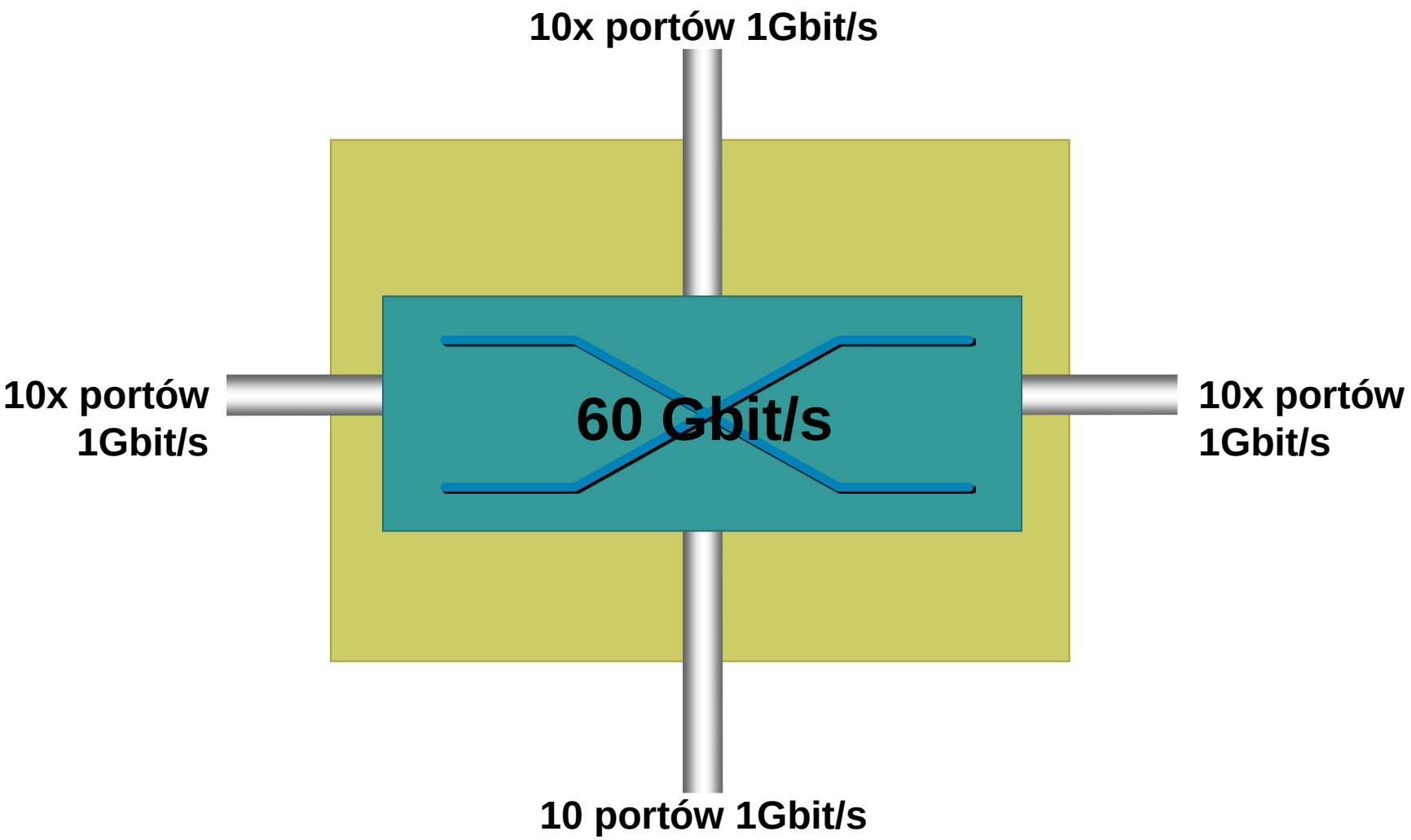
Matryca przełączająca

Połączenie pomiędzy portami/slotami w przełączniku



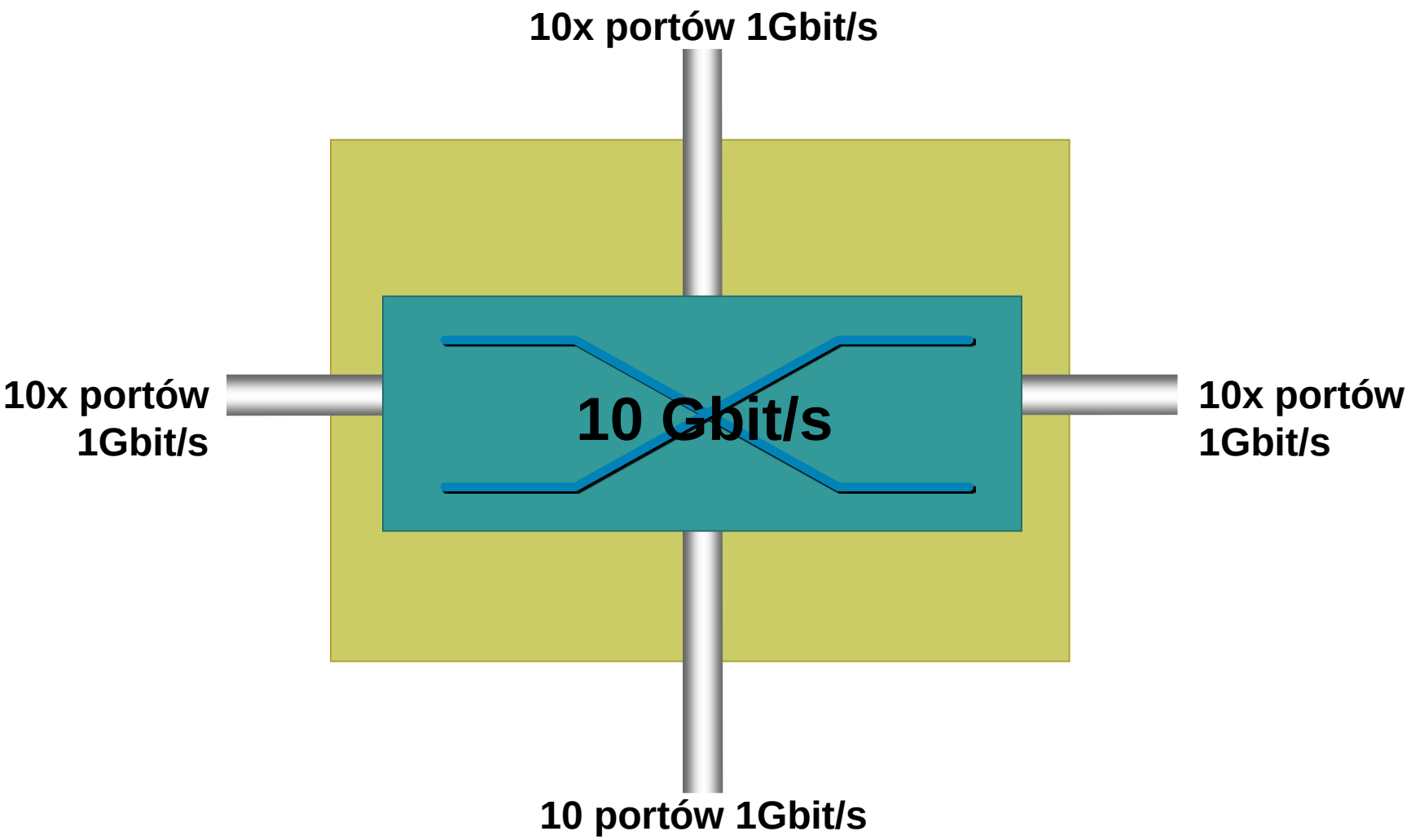
© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Nieblokująca matryca przełączająca



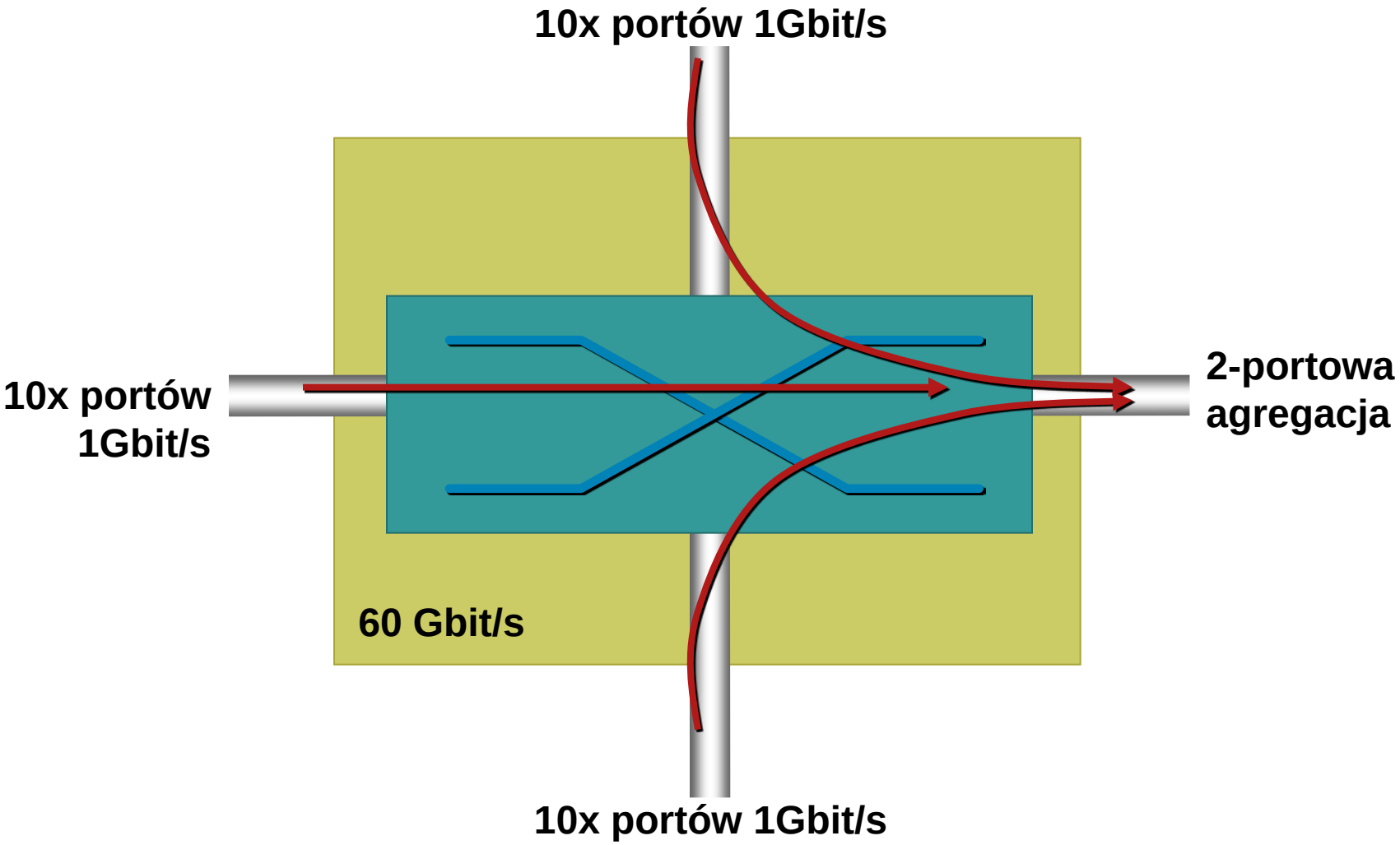
© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Blokująca matryca przełączająca



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

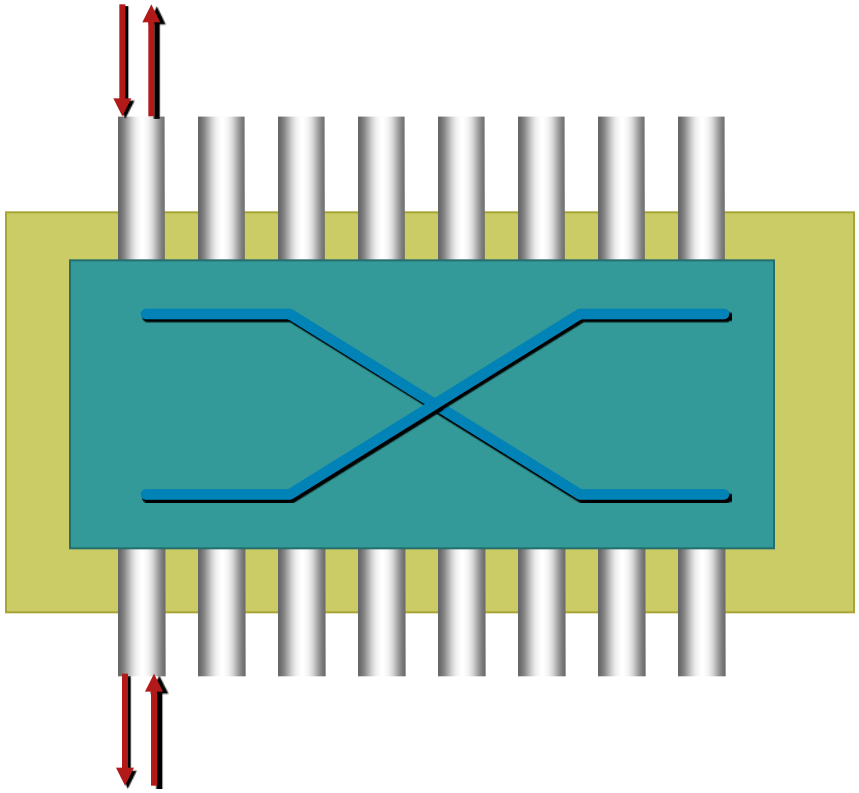
Jak ruch rozkłada się w sieciach?



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Zrozumieć ‘przepustowość’

- Przepustowość to możliwości przesyłania ruchu przez matrycę przełączającą – wyrażane w Gbit/s
- Każdy z „interfejsów” jest w stanie zrealizować ruch nadający i odbierający – dla połączeń 1Gbit/s oznacza to wydajność na poziomie 2Gbit/s
- Wszystkie tego typu wydajności podawane są zwykle jako full-dupleks

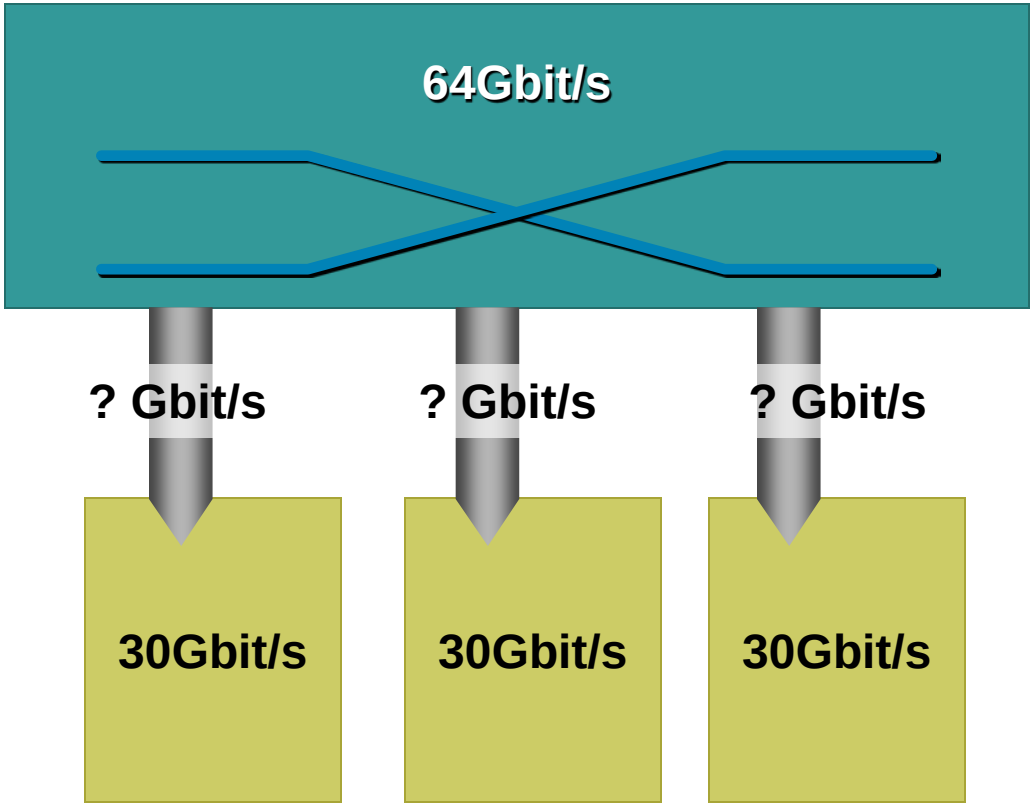


48x 1GE + 2x10GE = 48Gbit/s + 20Gbit/s
Przepustowość: 68Gbit/s (136Gbit/s FD)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

‘Marketingowa’ przepustowość...

- Lokalne przetwarzanie pakietów powoduje, że w teorii cały system ma większą wydajność
- Jednak nawet pojedynczy strumień ruchowy może zablokować całą matrycę jeśli nie jest ona odpowiednio wydajna
- Dodawanie/doliczanie wydajności poszczególnych kart pozwala osiągnąć atrakcyjnie wyglądające, ale mało rzeczywiste (zwykle) wartości

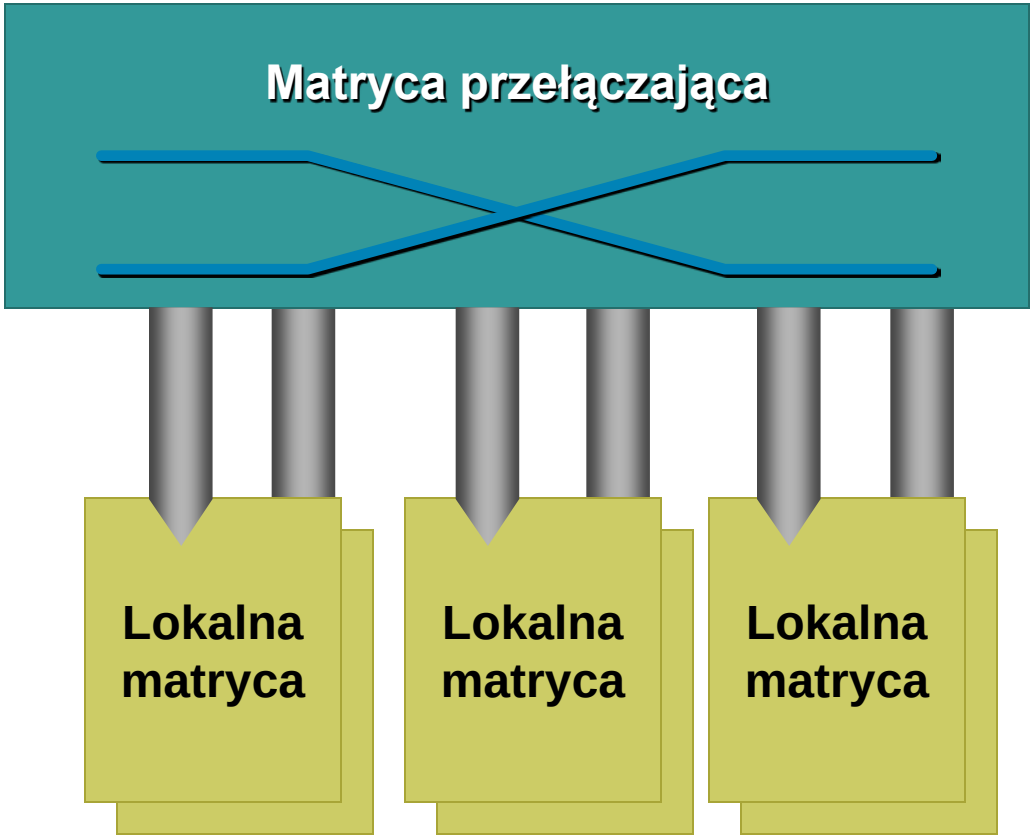


64Gbit/s + 3x30Gbit/s = 154 Gbit/s!

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

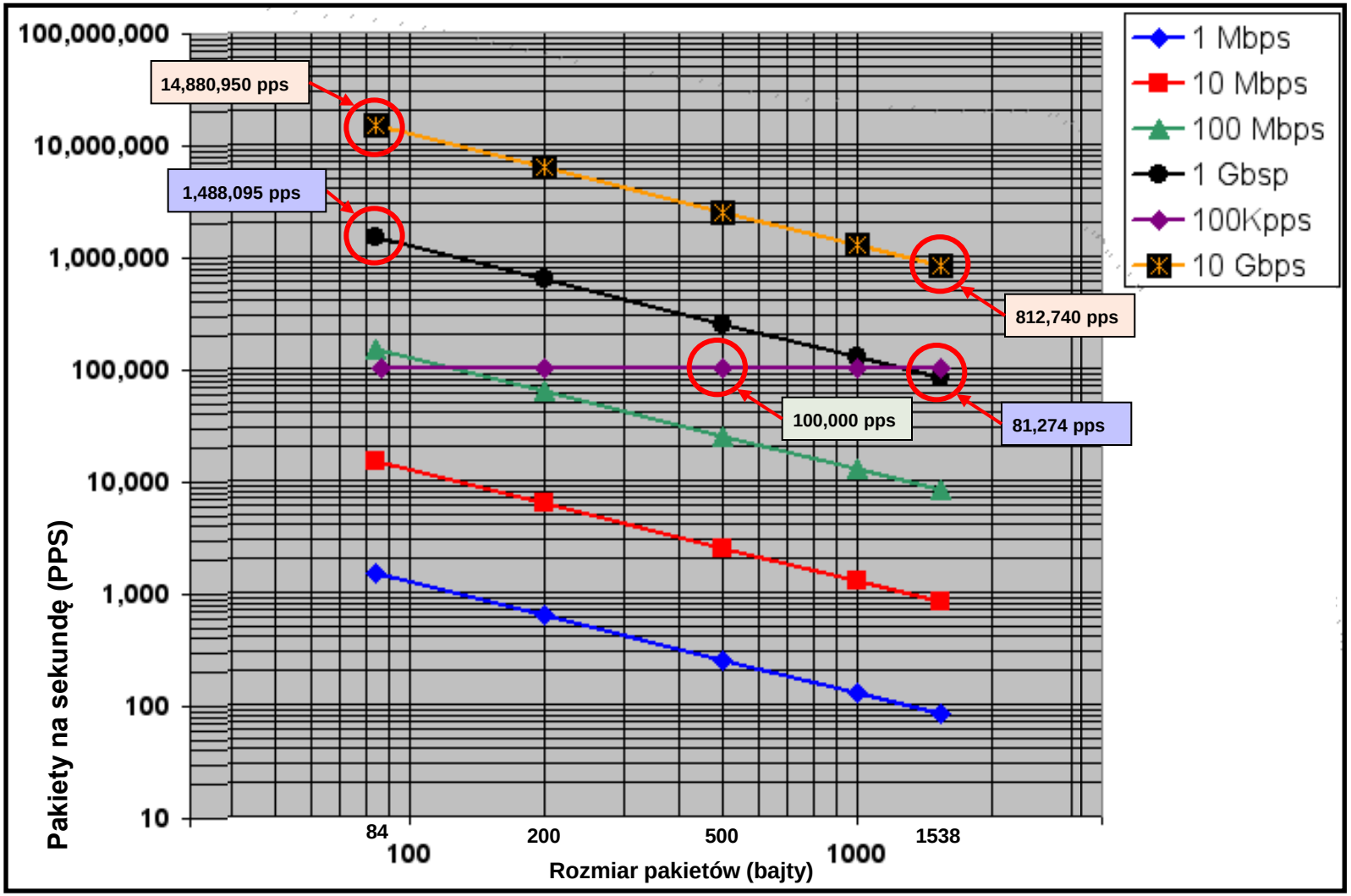
A wydajność?

- Ponieważ przepustowość daje się łatwo „zmanipulować”, wskaźniki wydajności mogą być bardziej rzeczywiste
- Wydajność to najwyższa częstotliwość z jaką można wysyłać ruch bez jego utraty
- Wydajność wskazuje na sprawność układu FE (forwarding engine)
- Wydajność mierzy się w pakietach na sekundę



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Forwarding engine – wydajność?



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Switch matrix? Forwarding engine?

- Switch matrix – matryca przełączająca – ma za zadanie transportować ruch między portem wejściowym a portem (portami) wyjściowymi
- Forwarding engine – ma zidentyfikować i podjąć skonfigurowane akcje na ruchu otrzymany z portu wejściowego:

  sklasyfikować

  odfiltrować

  nałożyć politykę QoS

  dodatkowo otagować lub zdjąć tag

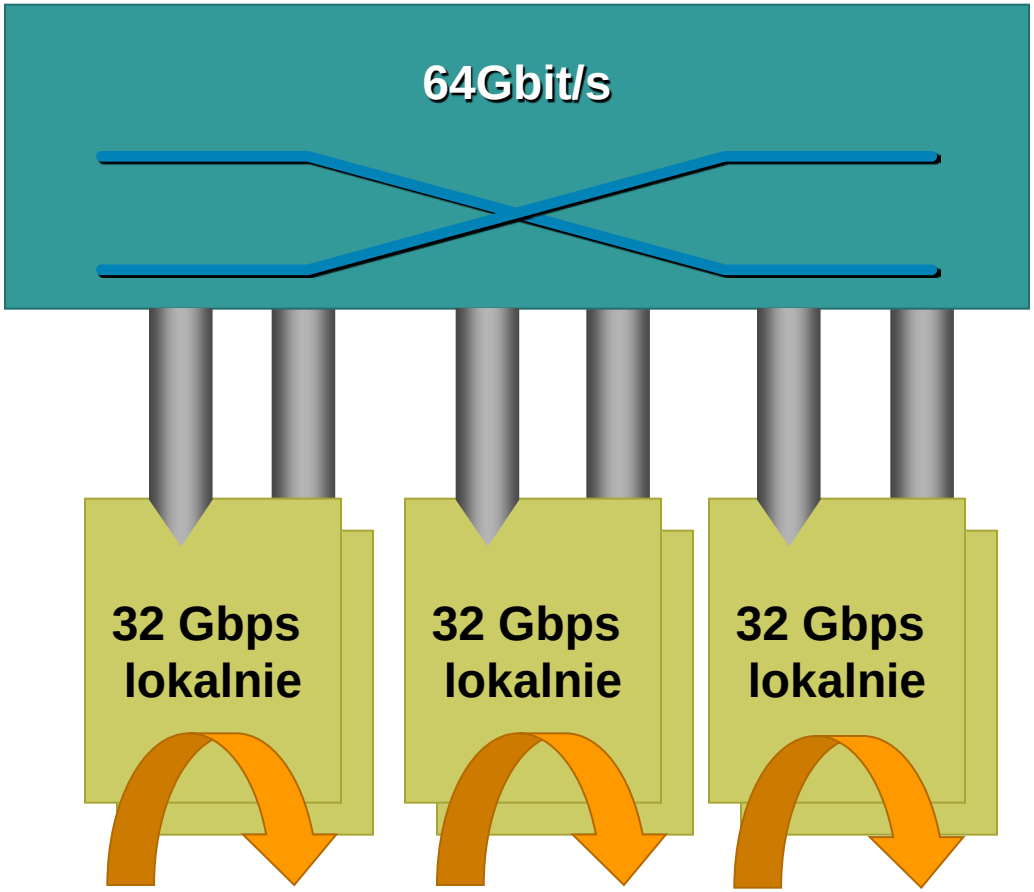
  zrealizować forwarding (L2) lub switching/routing (L3)

  ...

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

‘Marketingowa’ wydajność...

- Jeśli każda z kart potrafi obsługiwać/przekazywać ruch autonomicznie, wartości z kolejnych kart można dodać
  - czy na pewno obsługują jednak całą ścieżkę pakietu?
  - ACL?
  - QoS?
  - multicast?
- Tak zmierzona wydajność nie musi wcale oznaczać nieblokującej matrycy przełączającej



6 x (32 Gbps x 1.5 Mpps)
= 286 Mpps!

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Opóźnienie (latency)

- Opóźnienie systemu = wszystkich elementów po drodze:
  - PHY
  - forwarding engine
  - połączenie do matrycy przełączającej
  - matryca przełączająca
  - połączenie do portu wyjściowego
  - PHY

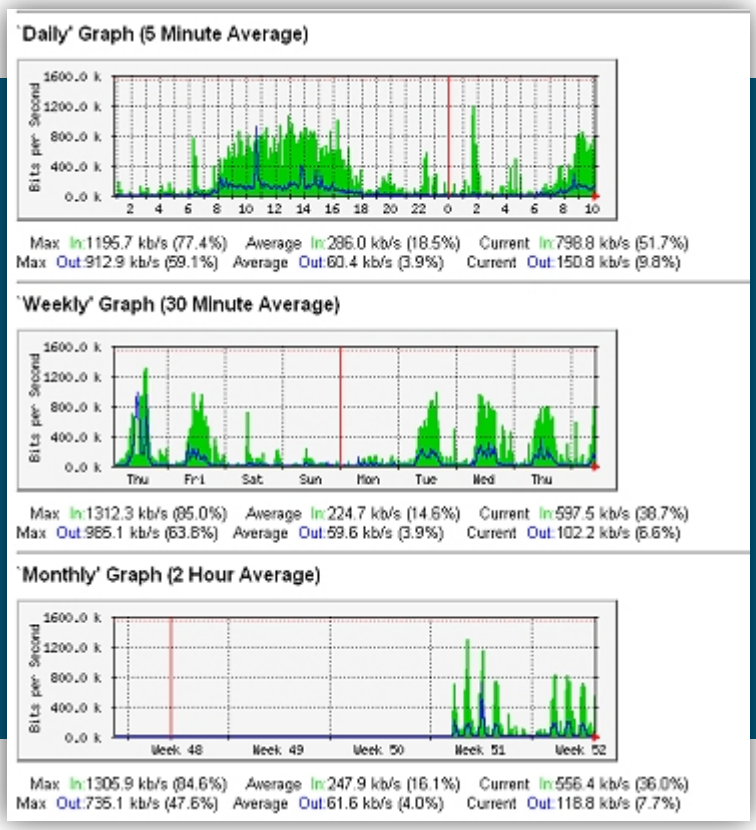
© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Opóźnienie (latency)

- Store & Forward – otrzymujemy ramkę w całości, obsługujemy funkcjonalność, wysyłamy ją do portu wyjściowego – wolniejsze
- Cut-Through – ramka jest wysyłana do portu/portów wyjściowych w momencie otrzymania adresu źródłowego
- Różnica dla portów 1GE – milisekundy, dla portów 10GE - mikrosekund

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

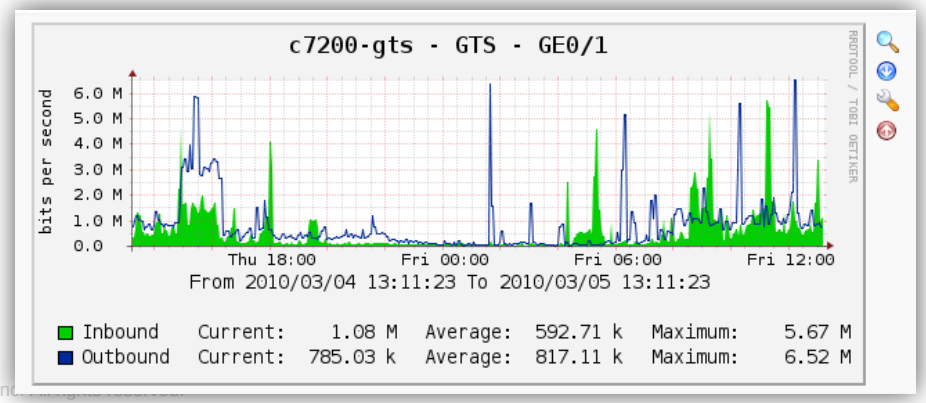
Monitoring?



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

SNMP

- Odczyt odbywa się co pewien interwał czasu – zwykle 5 minut
- Policzona jest różnica pomiędzy starą a nową wartością licznika
- Rysowany jest wykres będący pewnego rodzaju projekcją tego jak zmieniał się ruch w czasie
- Skracając czas odpytywania urządzeń można uzyskać większą „dokładność”



© 2006 Cisco Systems, Inc.

Alternatywy?

- NetFlow – v5, v9
- J-Flow (NetFlow v5/v8), sFlow
- IPFIX (NetFlow v9 inaczej)
- Monitoring per-flow, dokładniejszy, eksportowany dynamicznie lub na żądanie (konfigurowalne twarde czasy wygaszania)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Microburst?

Jedna z możliwych definicji:

- Sytuacja w której skok ruchu na porcie wejściowym (włącznie do pełnej wartości przepustowości portu) nie może być obsłużona przez kolejne układy obsługujące ruch (styk do matrycy, forwarding engine, etc)
- Bardzo trudne do troubleshootingu – musimy mieć dostęp do fizycznych liczników poszczególnych ASICów

```
show controller x/y

show platform hardware interface x/y queueing
```

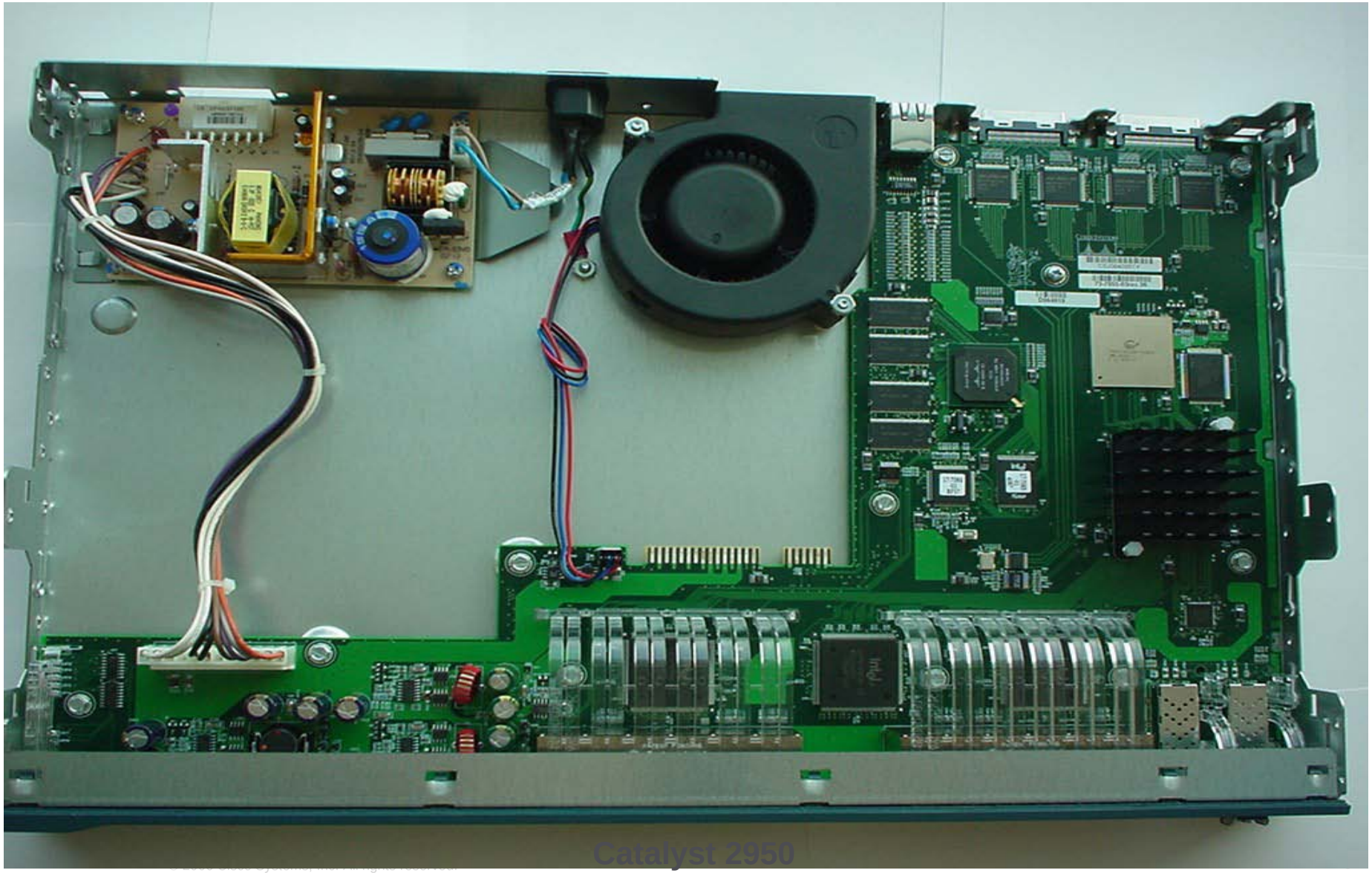
- Większość producentów układów OEM nie dostarcza API do tego typu liczników lub w ogóle ich nie posiada – a związku z tym nie są dostępne na platformach budowanych na ich podstawie

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

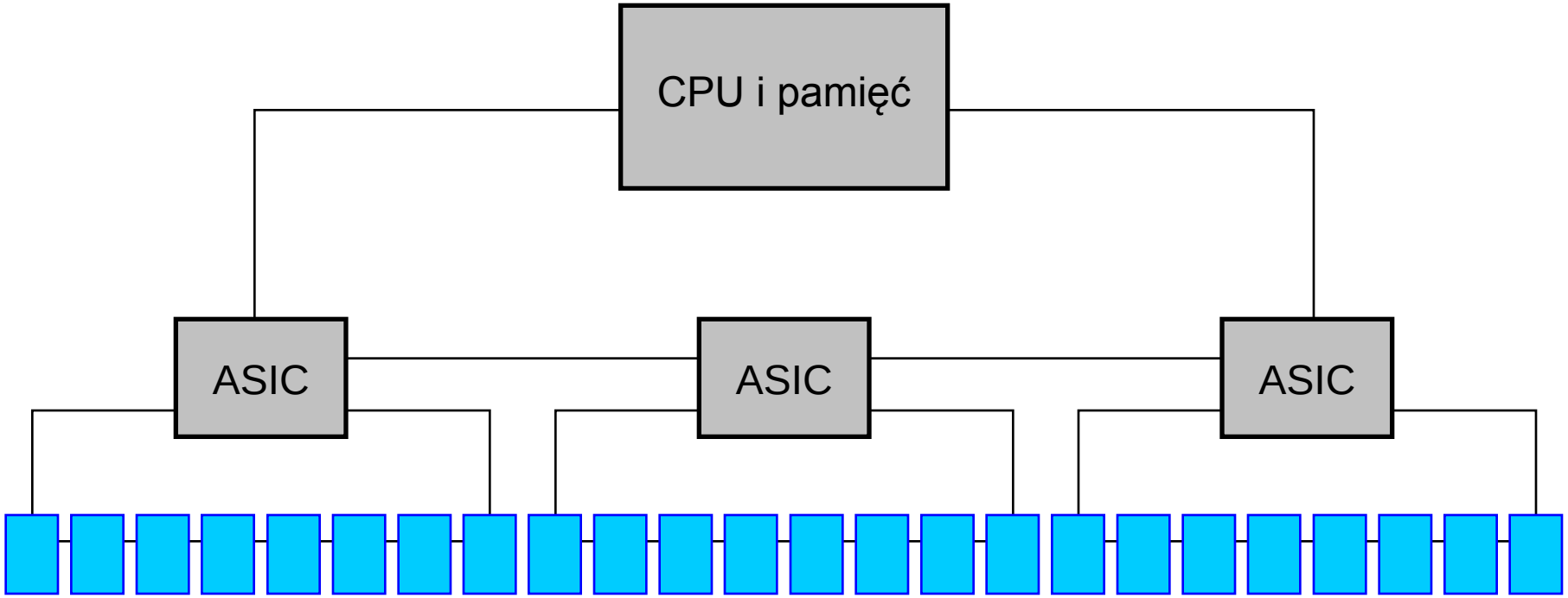
A możemy to zobaczyć?

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Jak wygląda przełącznik?



Jak wygląda przełącznik?



PHY
(fizyczne porty)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

„Stakowalne” przełączniki dostępowe?

- Matryca przełączająca przełącznika jest rozsunięta na połączenia/ring pomiędzy przełącznikami
- Teoretycznie powinna zatem zapewniać skalowalność bez zmian w funkcjonalności
  - oprócz wydajności na ringu pomiędzy przełącznikami
- Część rozwiązań ‘stakowalnych’ przełączników nie rozsuwa matrycy przełączającej w stos, a same matryce przełączające połączone są zwykłymi portami (inaczej zaterminowanymi)
  - Spanning Tree blokuje jeden z portów (ring) lub buduje się automatycznie agregacja portów – i to wszystko raczej słabo lub w ogóle nie udokumentowane

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

...a większy przełącznik?

Obudowa i chłodzenie

Moduł(y) zarządzające

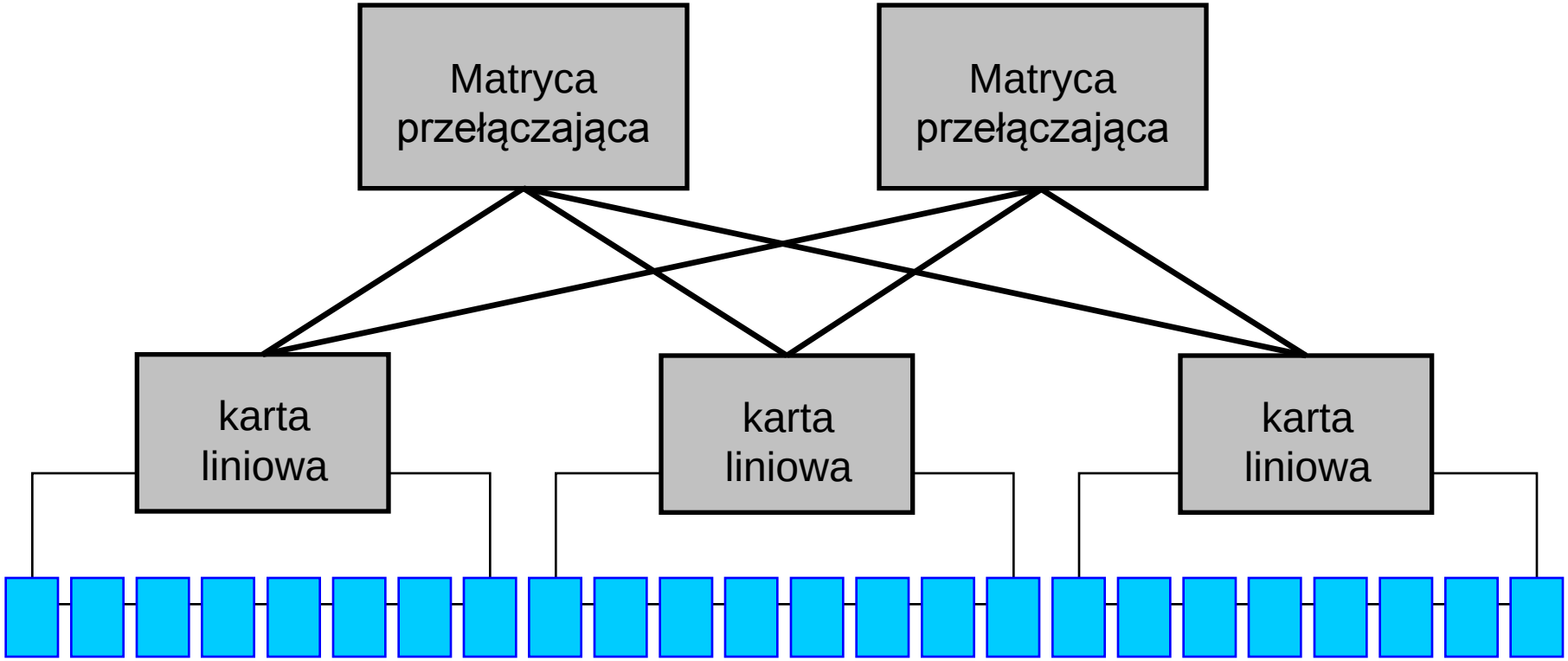
Karty interfejsów liniowych

Zasilacze

Catalyst 6500

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

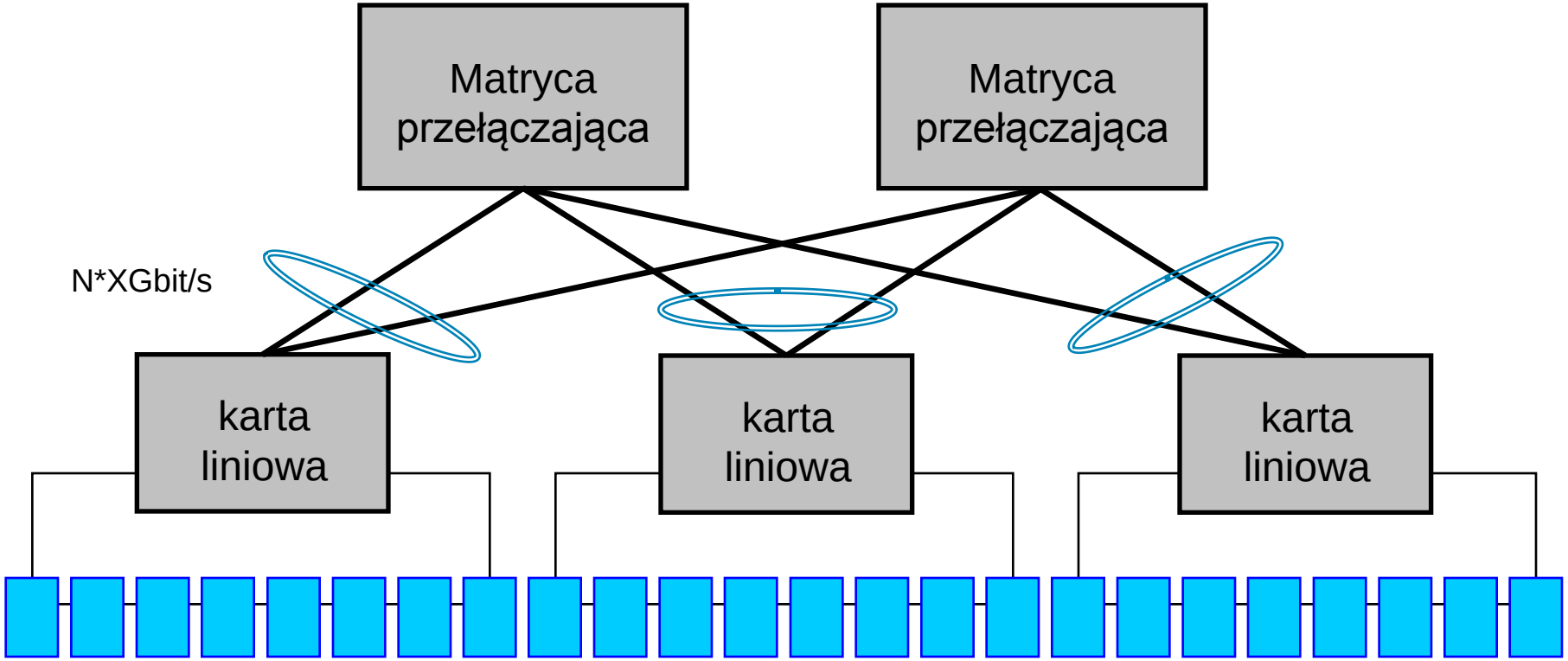
„Tradycyjny” przełącznik modularny



- Matryce mogą pracować w trybie active/standby, lub active/active

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

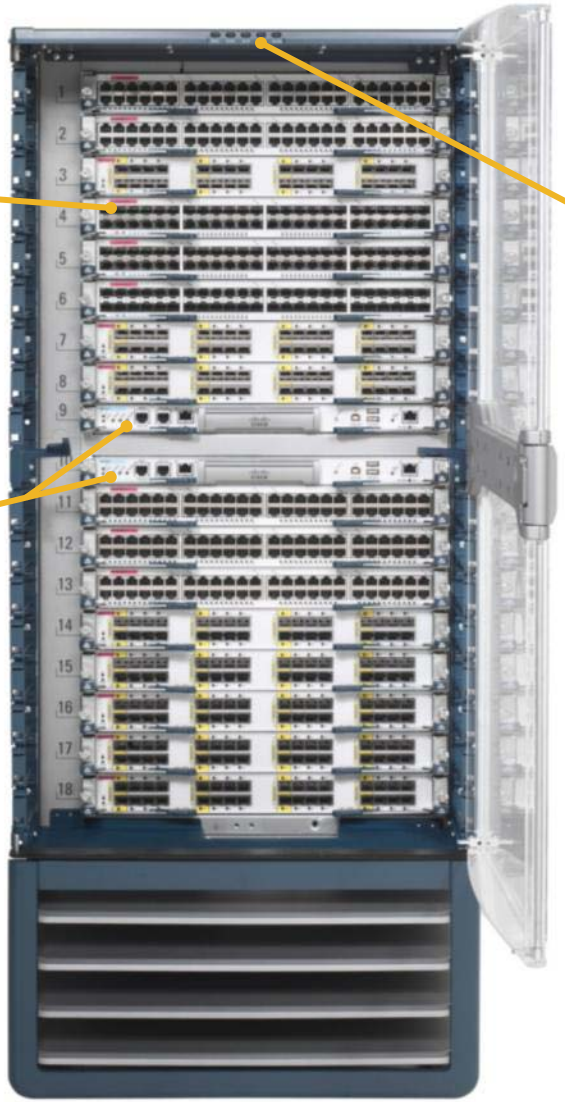
„Tradycyjny” przełącznik modularny



- Większość tego typu rozwiązań obecnie na rynku realizuje load-sharing na obie matryce, bez zachowania jakiejkolwiek „inteligencji” dotyczącej logiki konfiguracji (filtrowanie ruchu, QoS, multicasty); w przypadku utraty jednej z matryc – oprócz obniżenia wydajności per-slot o połowę pojawiają się inne problemy

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

...a jeszcze większy przełącznik?



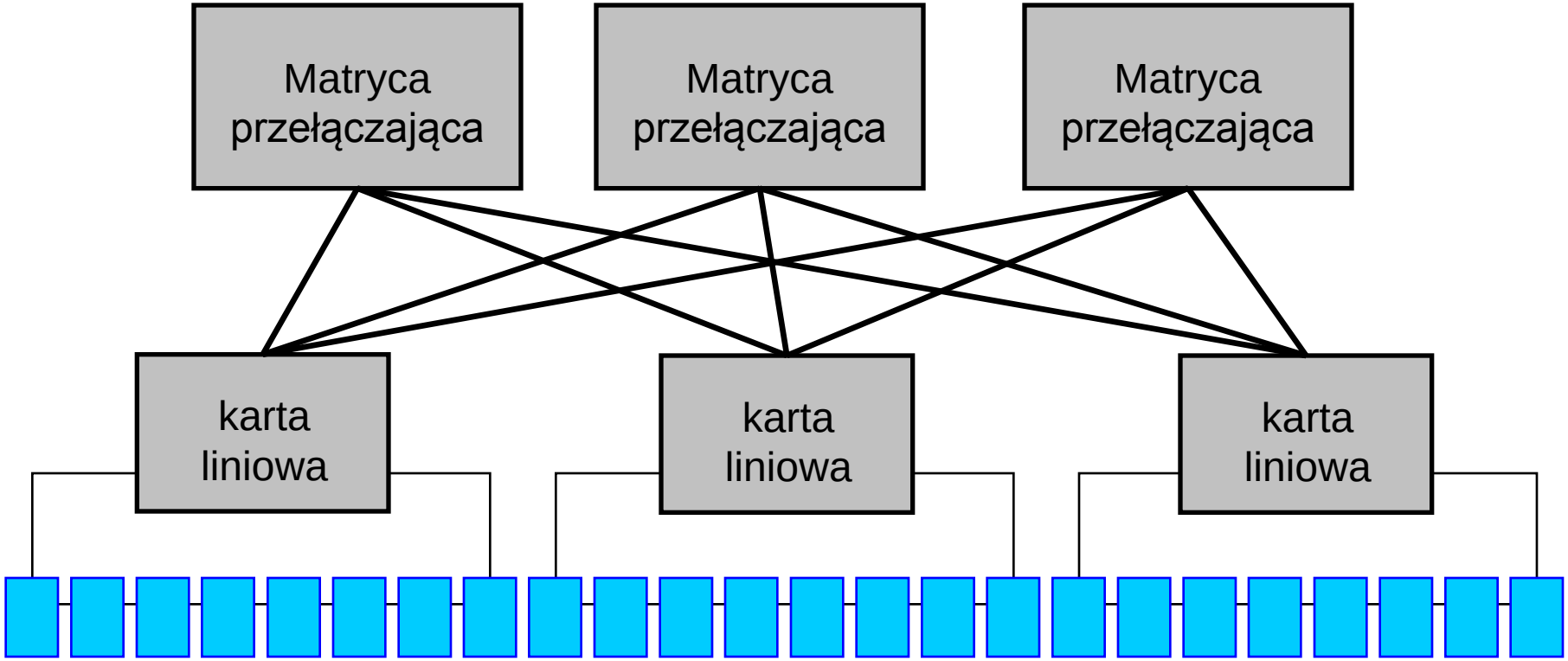
Przód

Tył

Nexus 7018

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

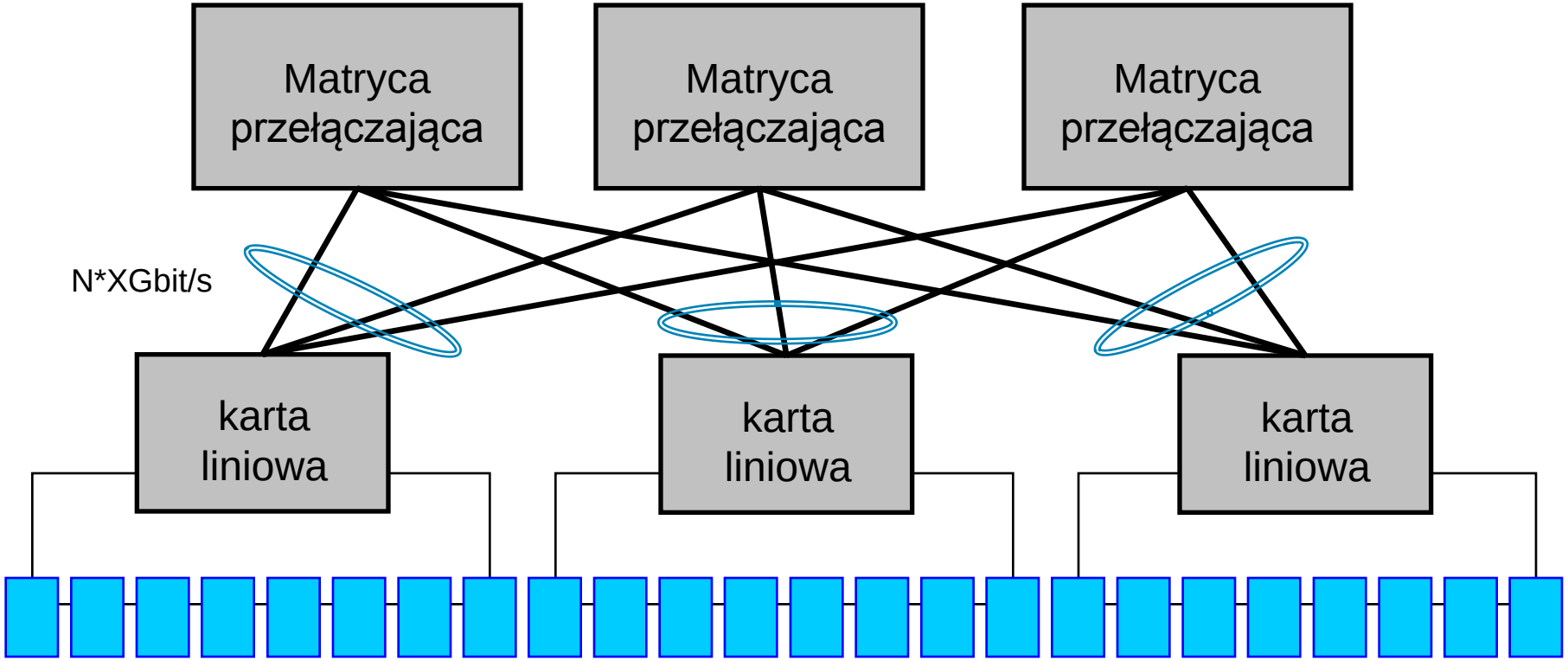
„Większy” przełącznik modularny



- Wszystkie matryce pracują w trybie active, zwykle z redundancją N+1

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

„Większy” przełącznik modularny



- 20Gbit/s do każdej matrycy = 3*20Gbit/s = 60Gbit/s = 120Gbit/s FD
- 40Gbit/s do każdej matrycy = 3*40Gbit/s = 120Gbit/s = 240Gbit/s FD

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

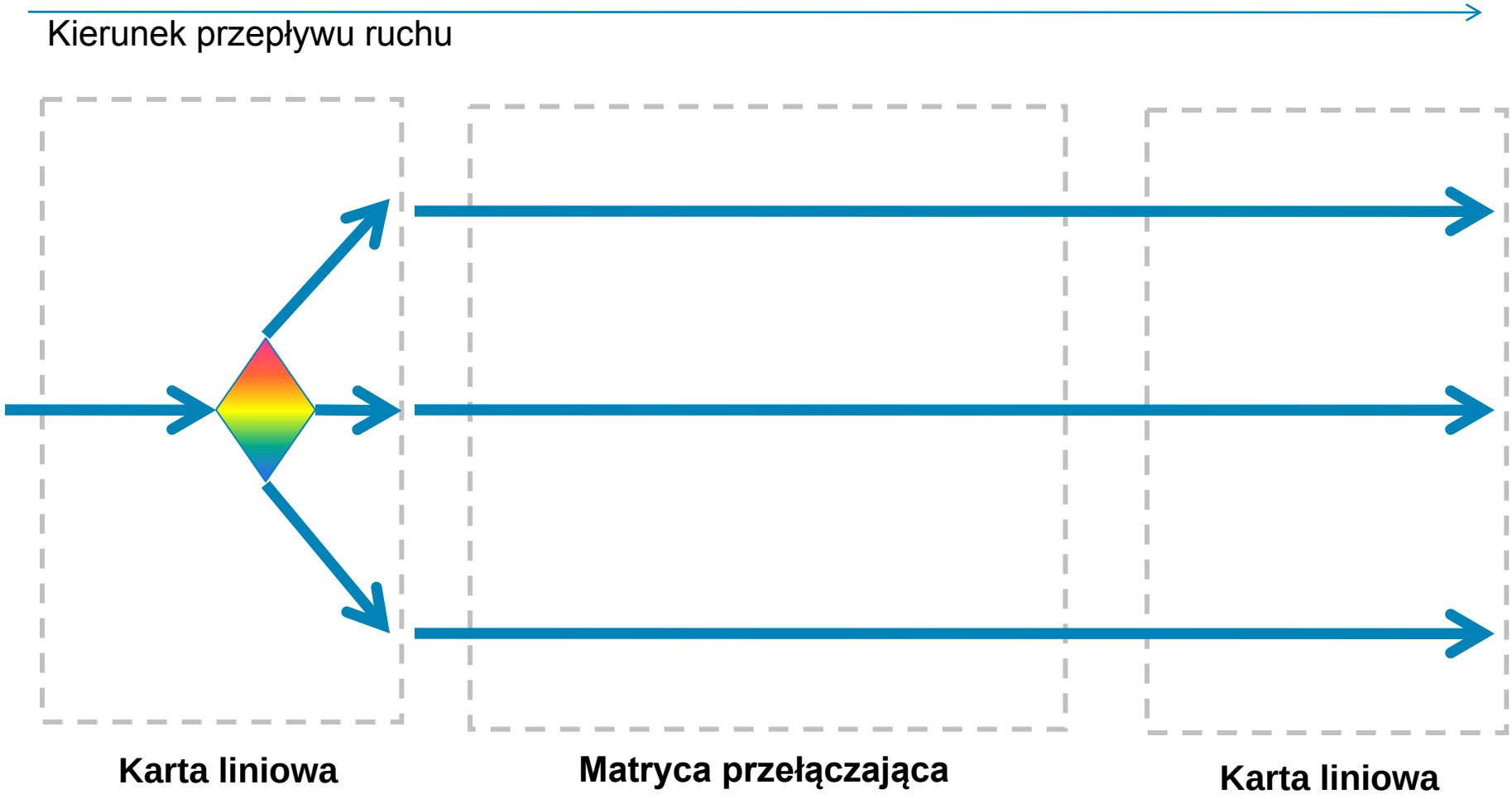
20? 40? 80? 230Gbit/s?

- Prędkość podawana przez producenta rzadko jest realizowania jako jedno połączenie szeregowe
- Najczęściej wiele równoległych łącz o wydawałoby się nietypowej przepustowości – np. 3.125Gbit/s czy 12.5Gbit/s, z nadmiarowym kodowaniem 8/10 (najczęściej)
- Do przepustowości teoretycznej należy jeszcze dodać nagłówki wewnętrzne – bardzo rzadko producent przyznaje się, że takowe są i wprowadzają dodatkowe ograniczenie efektywnego pasma platformy

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co może jeszcze matryca?

Replikacja ruchu multicast



Replikacja na karcie wejściowej

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Najgorsze możliwe rozwiązanie

- Replikacja ruchu na wejściowym porcie powoduje zużycie Nx pasma w ruchu do matrycy potencjalnie wysycając kolejki priorytetowe (jeśli ruch multicast do takowych należy*) oraz zajmując pasmo pomiędzy kartą liniową a matrycą
- Większość rozwiązań dostępnych na rynku realizuje ten model replikacji

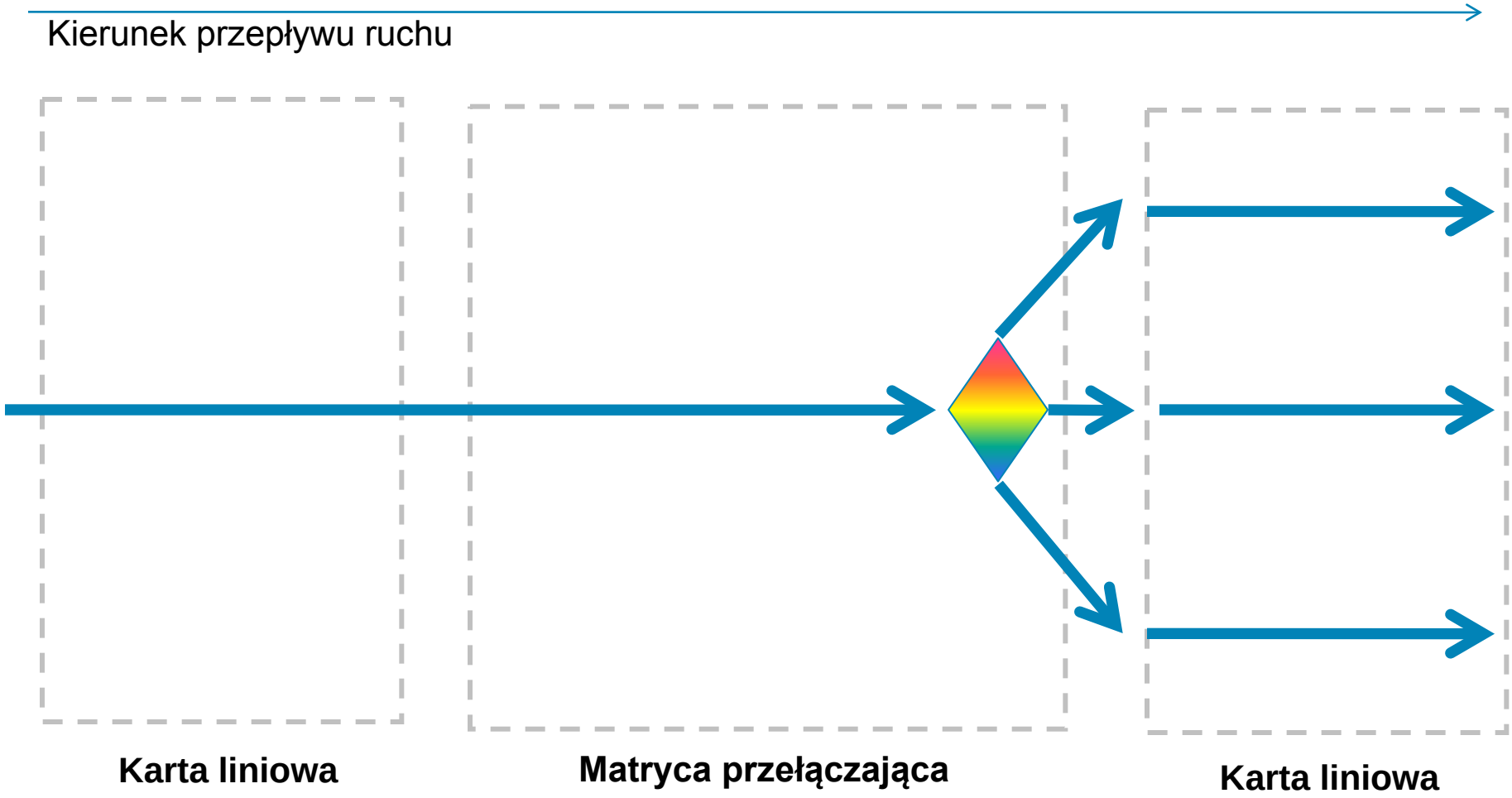
  „inteligencja” na wejściowym układzie ASIC/FPGA

* część produktów niejawnie zalicza multicastowy ruch użytkownika do kolejki priorytetowej (wewnętrznej, systemowej) lub w ogóle nie pozwala zrekonfigurować priorytetów w ruchu do matrycy

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co może jeszcze matryca?

Replikacja ruchu multicast



Replikacja w matrycy

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Lepsze rozwiązanie

- Wymaga inteligencji i potencjalnie buforów w matrycy
- Bardzo drogie

  producentów matryc na świecie jest bardzo mało i są to produkty bardzo specjalizowane
- Lepsze niż replikacja na karcie wejściowej, ale można pójść jeszcze dalej:

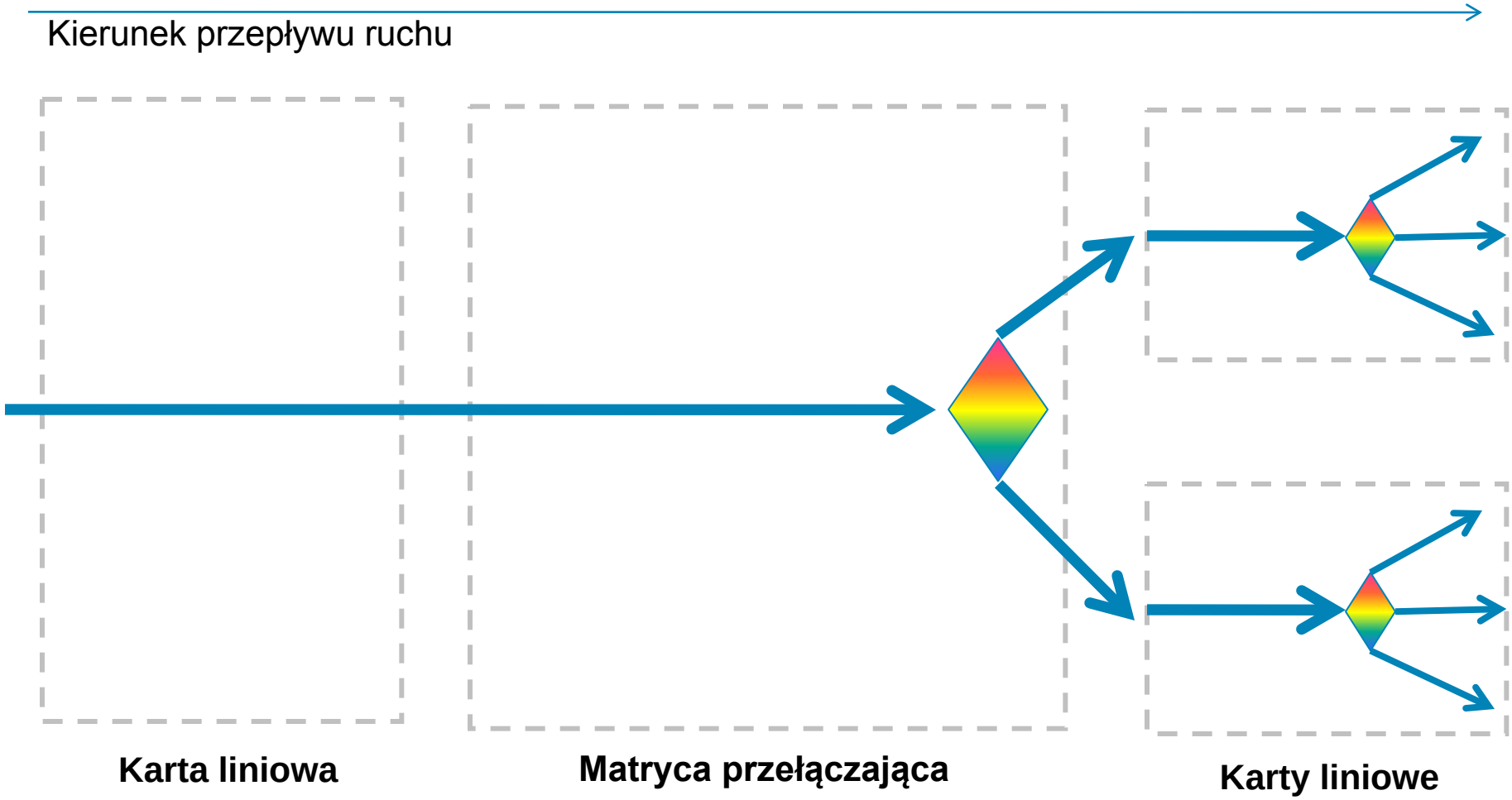
  replikacja w matrycy per-karta liniowa (jeden pakiet na każdą kartę liniową z odbiorcami)

  ...a na docelowej karcie liniowej replikacja per-port:

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co może jeszcze matryca?

Replikacja ruchu multicast



Replikacja w matrycy i na karcie wyjściowej

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

„Potrafimy wszystko i nawet jeszcze więcej”

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Połączenie elektryczne to jedno...

- ...co dzieje się z ruchem użytkownika?
- Control Plane = konfiguracja funkcjonalności, zaprogramowanie Forwarding Engine
- Data Plane = przekazywanie ruchu przez matrycę przełączającą z użyciem Forwarding Engine

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co robi Control Plane (Route Processor)?

Wersja bardzo skrócona

- Obsługa konsoli i interakcji przez wirtualne terminale z klientem (dzisiaj jest to już zwykle osobny CPU)
- Obsługa protokołów L2: Spanning Tree, IGMP/MLD snooping, PAgP/LACP, UDLD, itp. itd.
- Obsługa protokołów L3 (logika): protokoły routingu dynamicznego unicastowe (RIP/OSPF/EIGRP/IS-IS/BGP) i multicastowe (PIM), BFD
- Obsługa protokołów warstw wyższych – np. kontrolnych dla 802.1x, współpracy z serwerami AAA, etc.
- W rozwiązaniach których Forwarding Engine nie jest w stanie obsługiwać interakcji ze sprzętem – dodatkowo RP zajmuje się np. uczeniem się adresów MAC, etc.

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co robi Control Plane (Route Processor)?

400Mpps -> 100kpps

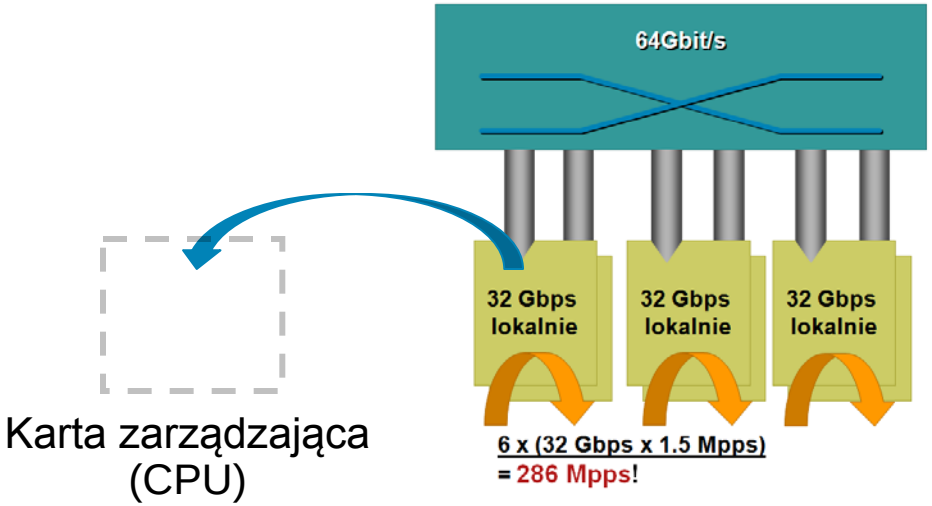
- Control Plane to miejsce gdzie najczęściej kończy ruch, który nie może zostać obsłużony w sprzęcie

  „nowo wprowadzone” IPv6

  „w zasadzie to obsługujemy multicasty, ale czasem jednak nie”

  „tylko pierwsze 15 wpisów w ACLkach”

  „tylko pierwsze 300 tras routingu IPv4”



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co robi Forwarding Engine?

Wersja bardzo skrócona

- Filtrowanie ruchu wejściowego, wyjściowego – L2-L4
- Nakładanie polityk QoS, w tym buforowanie ruchu gdy przepustowość w stronę matrycy przełączającej jest niewystarczająca dla obsługi aktualnego ruchu
  - 802.1p, IP DSCP, WFQ, PQ, shaping, sharing, policing, etc
- Dodaje etykiety 802.1q, wymienia je (1:1, 2:1, 1:2, etc), lub usuwa przed przekazaniem ramki dalej
- Może zajmować się replikacją ruchu multicastowego
  - ...lub robi to inteligentna matryca przełączająca
- ...i wszystko to co powinno się dziać bardzo, bardzo szybko

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co robi Forwarding Engine?

offdeszelf czy kastomajzd?

- Istnieje bardzo dużo producentów gotowych układów FE oferujących swoje elementy wszystkim zainteresowanym:
  - Broadcom (kupił w grudniu 2009 Dune)
  - SwitchCore
  - IBM
  - Marvell
  - Vitesse
  - Agere
  - Realtek

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co robi Forwarding Engine?

offdeszelf czy kastomajzd?

- Producenci sprzętu sieciowego kierują się jednak zwykle w stronę własnych rozwiązań tam gdzie potrzebna jest własna inteligencja, lepsza integracja z oprogramowaniem, przewidywalna skalowalność i konkretne, specyficzne dla producenta funkcjonalności
  - Cisco (najszersze portfolio własnych ASICów, FPGA)
  - Juniper
  - HP (ProVision)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Co robi Forwarding Engine?

offdeszelf czy kastomajzd?

- Problemy z ASICami ‘offdeszelf’:

  brak pewności długości życia produktu, kolejne wersje mogą ‘delikatnie’ zmieniać charakterystyki wyjściowe układu

  ograniczona skalowalność funkcjonalna (zwykle producent dostarcza gotowy SDK lub wręcz gotowy system operacyjny), pojemności (miejsce na ACL, polityki QoS, tablice MAC i routingu – ograniczone i zwykle połączone bez separacji pozwalającej rezerwować zasoby) – jest to najniższy wspólny mianownik dla wielu różnych produktów oferowanych potem na rynku pod różnymi markami z dużym rozstrzałem cenowym

  przykład: Linksys WAG54G – dostępny w parunastu wersjach sprzętowych różniących się wersjami i modelami zintegrowanych procesorów obsługujących całą platformę (switch Ethernet, port ADSL/Eth „WAN”, sieć WLAN)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Zapłać za testy - zapłać za wyniki

- Firmy realizujące ‘test na zamówienie’ (przykłady):

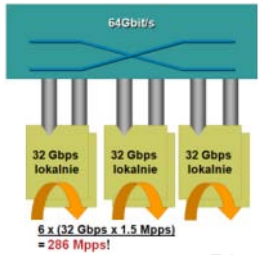
Tolly.

Miercom

- Centra „walidacyjne” – lepsze, zdecydowanie lepsze źródło informacji:

EANTC

- Testy prowadzone przez producenta – czy są dostępne konfiguracje, konkretne specyfikacje produktowe? Konkretne procedury wykonania testu?



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Inwestycje na lata

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Architektura

- Okres życia produktu – jak długo po jego wejściu na rynek realia techniczne i ekonomiczne zmienią się na tyle, że jego utrzymanie będzie miało dalszy sens?

  ...jak szybko producent krzemu zmieni układ i trzeba będzie zrobić nową „wersję” urządzenia?

- Ile poprawek w oprogramowaniu będzie utrzymywane w celu obsługi sprzętu w N wersjach ‘delikatnie’ różniących się specyfikacją, zachowaniem, etc?

  ...najprościej wymienić platformę – przeciętny czas sprzedaży rozwiązania na rynku z ‘offdeszelfa’ to 1,5-2 lata

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Architektura

- Droga do 100GE

  ...czy architektura da się wyskalować do 100Gbit/s? a do 200Gbit/s?

  czy to jest przypadkiem 10x10GE?

  czy forwarding engine jest jeden i obsługuje 148Mpps czy np. dwa po 74Mpps? a może po 50Mpps? jak rozkładany jest między nimi ruch? a do matrycy?

  „pasywny” backplane daje możliwość zwiększenia przepustowości taktowania – jeśli tylko integralność sygnałów na tym odcinku jest możliwa do utrzymania

    10Gbit/s -> 20Gbit/s czy 40Gbit/s – potencjalnie możliwe

    10Gbit/s -> 80Gbit/s czy 100Gbit/s – raczej niewykonalne

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Pamięci?

- Każda pamięć ma swoje granice i może się skończyć
- RAM = tani, można rozbudowywać dosyć łatwo, głównym ograniczeniem jest kontroler pamięci oraz architektura oprogramowania
  - dużo ograniczeń z uwagi na stosowaną powszechnie 32-bitową architekturę systemu operacyjnego ‘pod spodem’
  - routing z wydajnością 14,8Mpps (10GE) wymaga bardzo szybkiego czasu dostępu do pamięci – zwykłe pamięci RAM się nie nadają
- SRAM/SSRAM/RDRAM = droższy, szybszy, używany do przechowywania tablic, generalnie niewymienny w danej konstrukcji bez interwencji producenta (nowa generacja karty kontrolnej/etc)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Pamięci?

- TCAM = zwykle najdroższy, ale oferujący najwięcej funkcjonalności/możliwości z samej konstrukcji i zasady działania
  - optymalizacja na poziomie architektury programowania tablic trzymanych w RAMie (RIB, ACL, QoS) do tablic sprzętowych (FIB, etc)

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Tablica CAM

- Content Addressable Memory (CAM)
- Dopasowanie dla funkcjonalności (ACL, QoS, etc.) odbywa się za pomocą operatorów binarnych – 0 lub 1
- Wpis w tablicy musi dokładnie pasować
- Bardzo duża szybkość przeglądania nawet dużych tablic

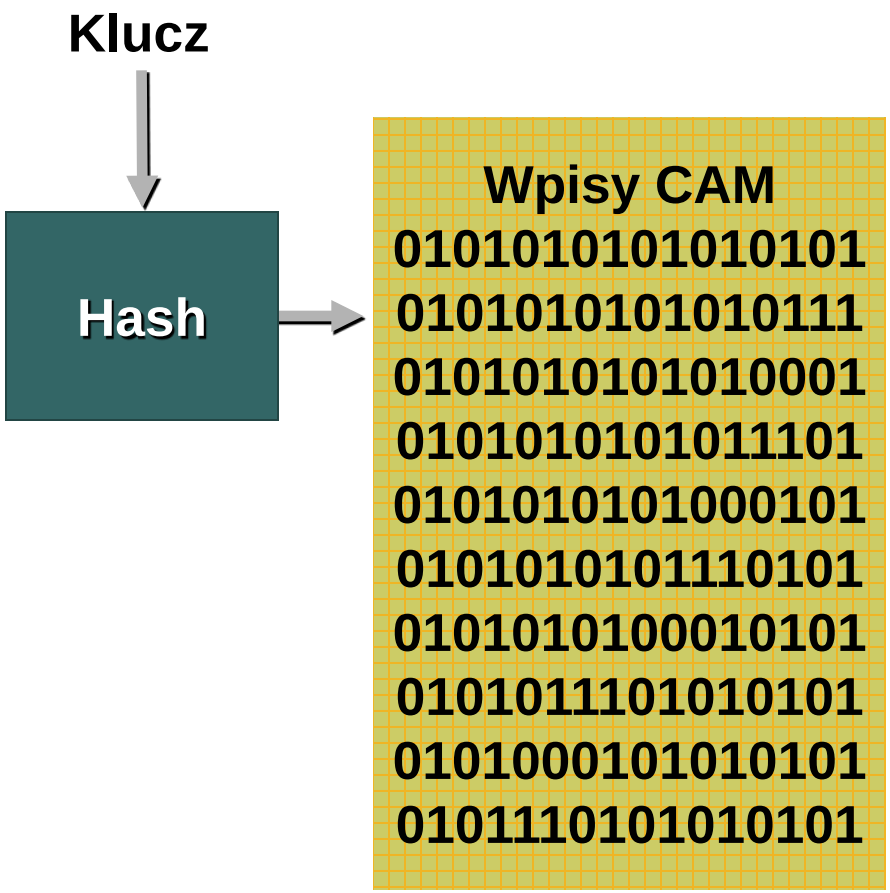
Wpisy CAM

0101010101010101
0101010101010111
0101010101010001
0101010101011101
0101010101000101
0101010101110101
0101010100010101
0101011101010101
0101000101010101
0101110101010101

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Jak znaleźć informację w tablicy CAM?

- Informacja która służy do przeszukiwania tablicy to „klucz”
- Dla L2 klucze może być np. docelowy adres MAC i VLAN ID
- Klucz trafia do algorytmu mieszającego, a ten – zwraca wskaźnik na informacje
- Ponieważ wszystko odbywa się sprzętowo i bez dodatkowych sprawdzeń, przebiega bardzo szybko



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Problem z tablicami CAM

- Problemem CAM jest fakt, że wszystkie informacje w „kluczu” są istotne – nie można niczego zignorować i dane muszą znajdować się dokładnie w tej formie
- W bardziej skomplikowanych tabelach – np. sieci IP, chcemy pomijać pewne informacje wybierając inne

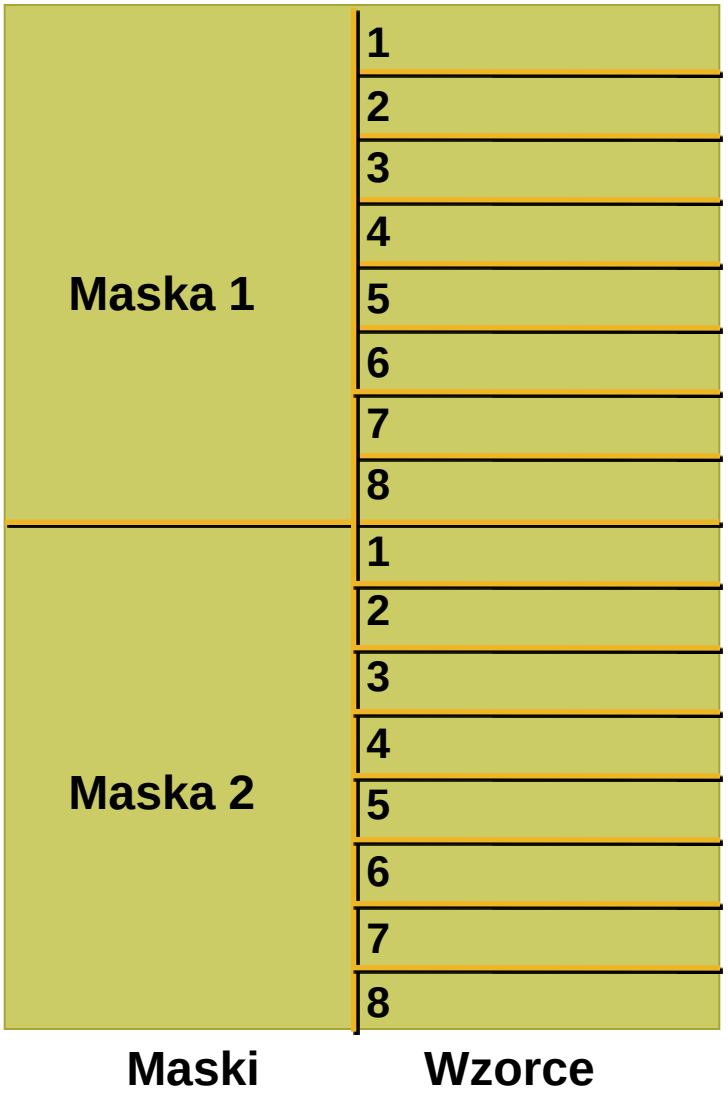
Wpisy CAM

0101010101010101
0101010101010111
0101010101010001
0101010101011101
0101010101000101
0101010101110101
0101010100010101
0101011101010101
0101000101010101
0101110101010101

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

TCAM

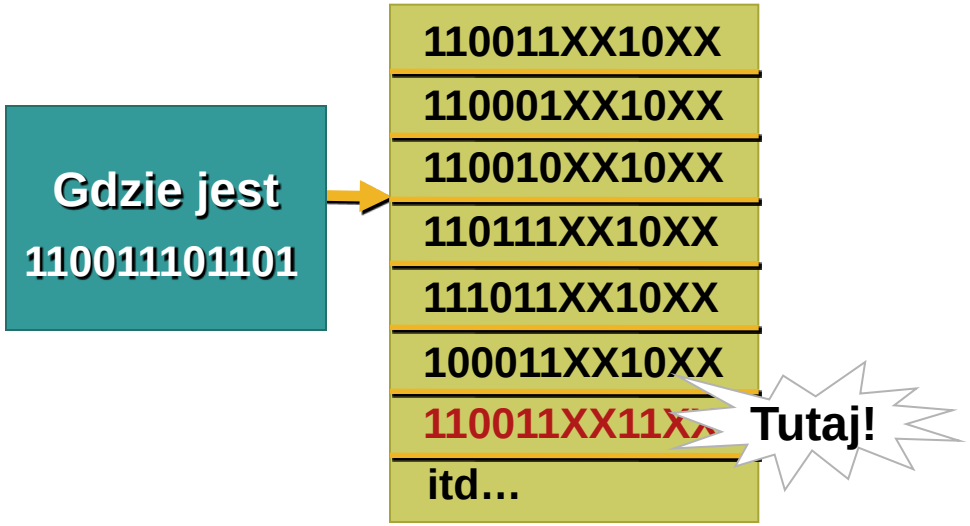
- Ternary Content Addressable Memory (TCAM)
- “Ternary” ponieważ dopasowanie ruchu odbywa się dla trzech możliwych stanów — 0, 1 lub X (ta informacja jest nieistotna)
- Struktury pamięci podzielone są na grupy masek z wartościami
- Maski współdzielone są pomiędzy wiele wpisów
- Masek używa się do ignorowania pewnych pól z jednoczesną analizą innych



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

TCAM - przeszukiwanie

- Wszystkie wpisy sprawdzane są równolegle – ta sama wydajność bez względu na ilość wpisów
- Zalety
  - Sprawdzanie **najlepiej pasujących prefiksów**
  - **Stałe opóźnienie** – jeden test
  - Możliwość ignorowania pól
  - wiele zastosowań



© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Wirtualizacja?

- Wirtualizacja jest obecnie realizowana głównie na poziomie systemu operacyjnego

  ...czasem z różnymi ‘sztuczkami’

- Cała funkcjonalność przełącznika **włącznie** z jego mechanizmami sprzętowymi powinna być na to przygotowana

  świadomość na poziomie sprzętu elementów wirtualizacji bardzo pomaga w budowie np. nowoczesnych rozwiązań Centr Przetwarzania Danych

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

TrustSec?

- Szyfrowanie ruchu sprzętowo na poziomie L2
- Nowy „trend” w Centrach Przetwarzania Danych

  podobnie jak szyfrowanie ruchu w relacji karta liniowa<>karta liniowa dla platform w pełni zwirtualizowanych
- Są już dostępne karty sieciowe do platform x86/x64 wspierające sprzętowo szyfrowanie w L2

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Greenowatość?

- Porównywanie dokumentów producentów dotyczących nominalnego zużycia energii przez urządzenie nie ma sensu
- Testy (patrz wcześniejsze slajdy) są bardzo często ustawione i nierzetelne
  - np. przełącznik L3 z 2 portami 10GE obciążony ruchem vs przełącznik L2 24xFE z portami SFP nie obsadzonymi modułami pracujący bez żadnego ruchu
- Powoli pojawiają się rozwiązania zarządzania energią w całej firmie (Cisco EnergyWise) oraz platformy potrafiące „zwolnić” pracę lub zawiesić zasilanie modułów obecnie nie wykorzystywanych

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Pytania?

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

© 2006 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.