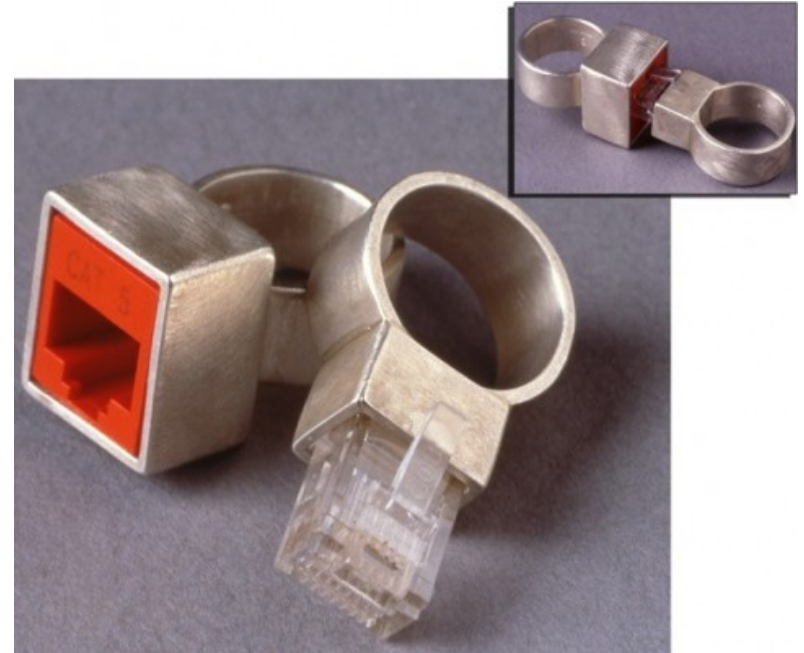




Od sieci Metro do sieci Carrier Ethernet

PLNOG 18.09.2008



Bartłomiej Anszperger

banszper@cisco.com



Cele Prezentacji

- Przybliżenie zgadnień związanych z tematyką sieci operatorskich Ethernet (Metro/Carrier Ethernet).
- Zarysowanie tendencji mających istotny wpływ na ewolucję sieci Metro w kierunku sieci Carrier Ethernet
- Przedstawienie architektury „Cisco Carrier Ethernet” wraz z prezentacją różnych modeli świadczenia usług.
- Omówienie poszczególnych komponentów architektury i wymagań im stawianych
- Co w przyszłości?

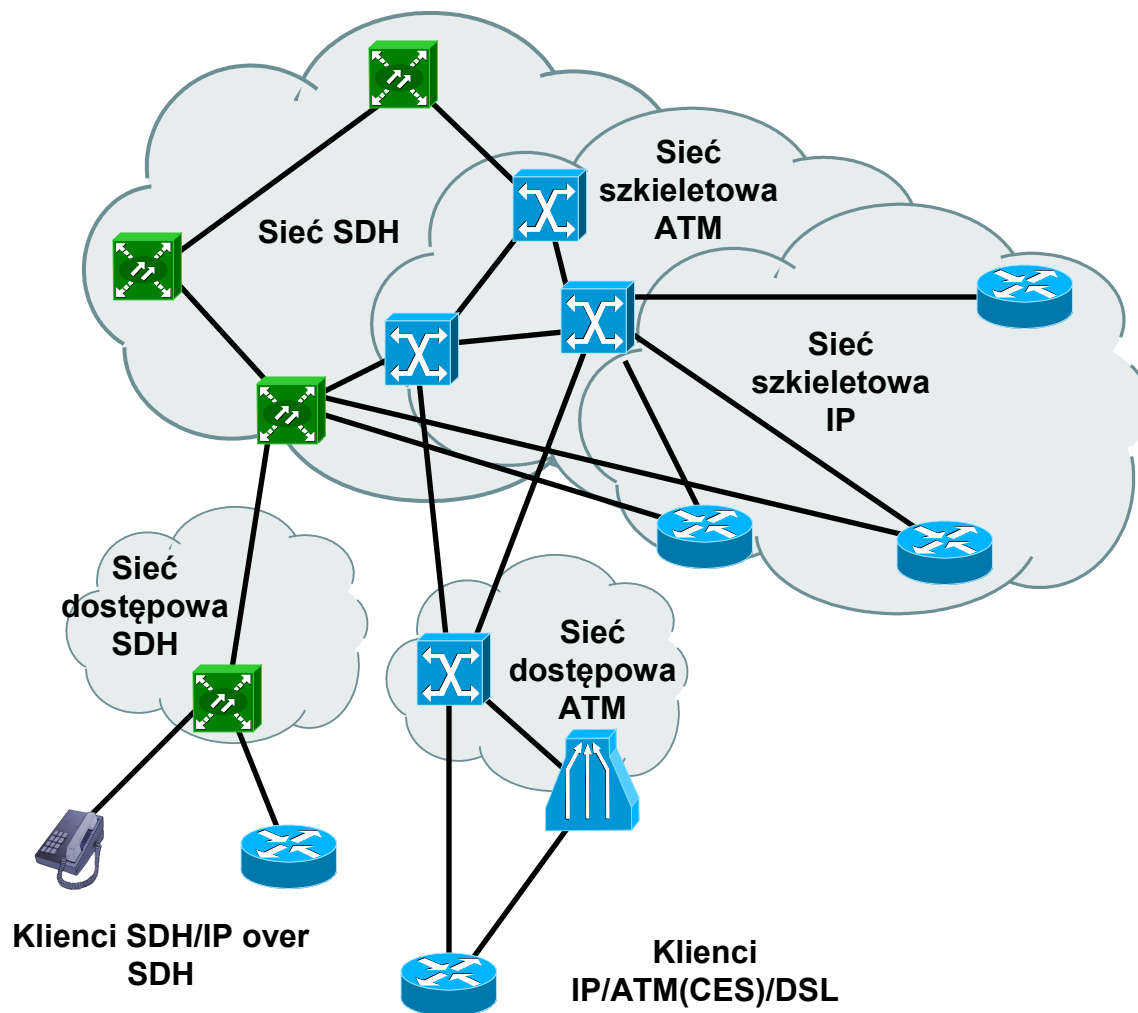
Istotnym celem niniejszej prezentacji jest chęć rozpoczęcia dyskusji na temat architektury sieci Carrier Ethernet dostosowanej do specyficznych wymagań polskiego rynku ISP

Agenda

- „Dawno, dawno temu...” – czyli jak to się stało, że Ethernet odniósł tak wielki sukces?
- Tendencje i czynniki rozwoju sieci Carrier Ethernet.
- Architektura Cisco Carrier Ethernet
 - Komponenty i wymagania im stawiane
 - Modele świadczenia usług (zcentralizowane - rozproszone)
 - „The Million Subscriber Test”
- Co w przyszłości?

Dawno, dawno temu...

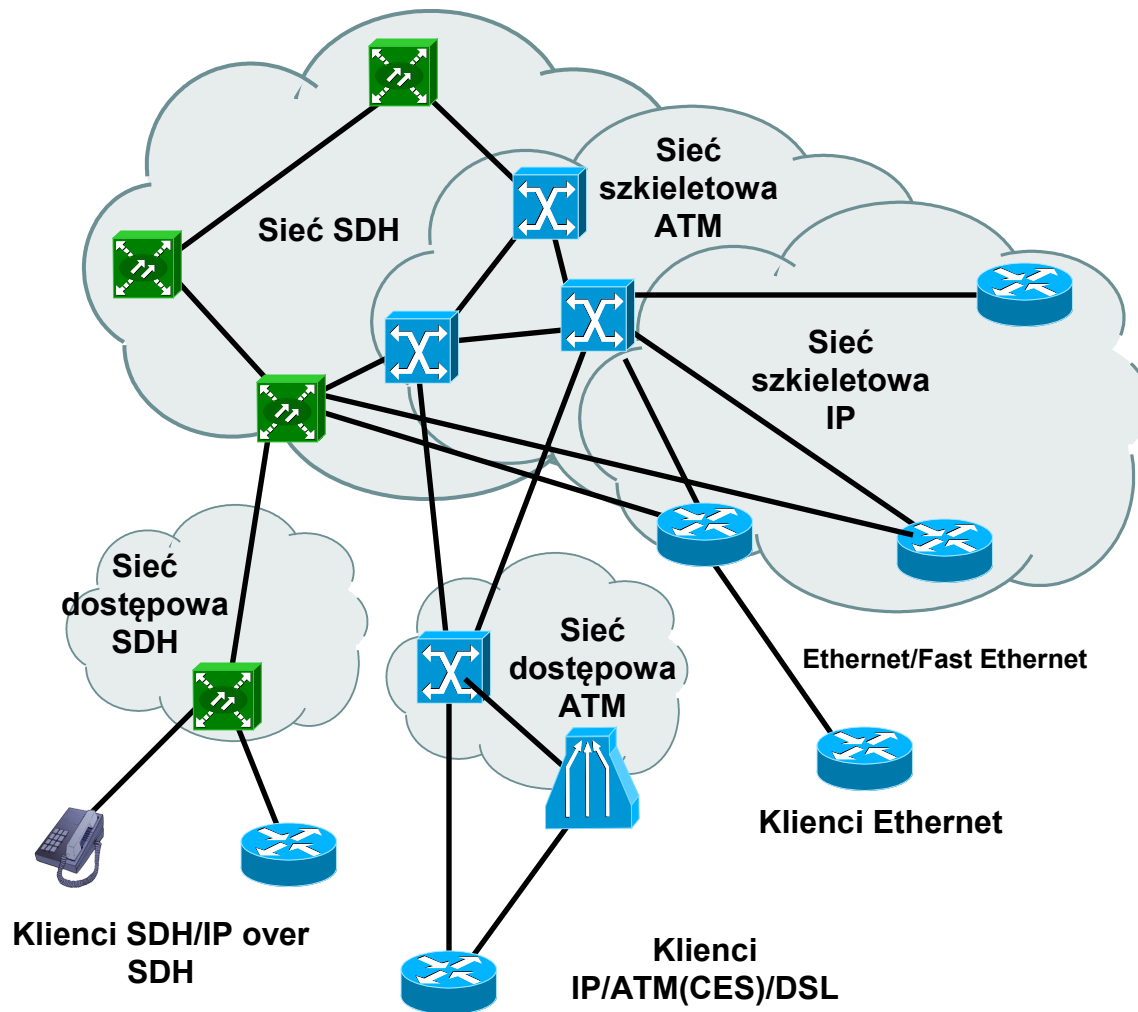
Węzeł dostępowy w sieci typowego operatora...



- Kilka równoległe istniejących sieci (znaczny koszt utrzymania oraz koszt zakupu urządzeń oraz interfejsów do nich)
- Słabe wykorzystanie multipleksacji statystycznej (SDH) oraz duży nakład protokołu ATM
- Sieć SDH zapewnia doskonałą jakość transmisji (klienci biznesowi)
- Duża złożoność architektury i trudność w zarządzaniu nią
- Małe przepływności dostępne dla klientów (E1 – STM1)
- Duża trudność implementacji usług Point2Multipoint

Dawno temu...

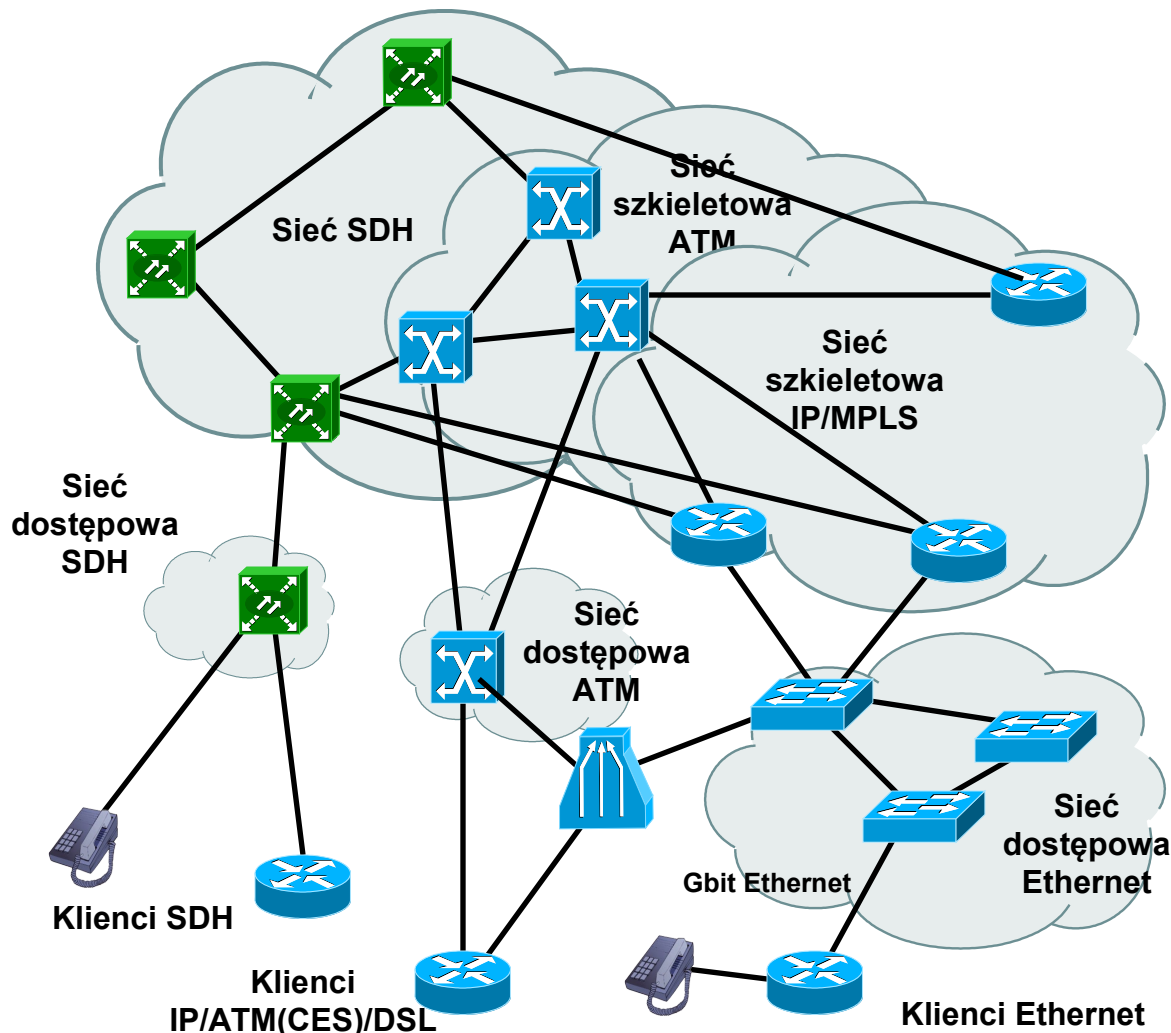
Ethernet jako technologia LAN



- Klienci lokalni dla danego węzła są podłączani do sieci IP poprzez interfejsy Ethernet/Fast Ethernet
- Łatwość uzyskania większych przepływności w dostępie do Internetu
- Duża oszczędność w kosztach portów przeznaczonych do dołączenia klientów
- Większa możliwość wykorzystania multipleksacji statystycznej (zysk na dostępnym paśmie)
- Prosta architektura P2P (dla klientów Ethernetowych)

Nie tak dawno temu...

Ethernet jako technologia MAN – Metro Ethernet



- Szybki rozwój urządzeń Ethernet oraz ich atrakcyjna cena powodują ogromne zainteresowanie klientów tego typu dostępem
- Rozbudowa sieci dostępowej Ethernet następuje z reguły etapami, przy czym koszt i złożoność pojedynczych urządzeń jest mały
- Łatwość uzyskania większych przepływności w dostępie do Internetu
- Duża oszczędność w kosztach portów przeznaczonych do dołączenia klientów (im bliżej klienta tym port Ethernet jest tańszy)
- Większa możliwość wykorzystania multipleksacji statystycznej (zysk na dostępnym paśmie)
- Złożone zarządzanie siecią (ilość VLANów, adresów MAC, konwergencja STP)
- Duża łatwość świadczenia usług P2MP
- Migracja klasycznych metod dostępu w kierunku dostępu po Ethernecie

Sieci Metro Ethernet

L2, QinQ

Zalety

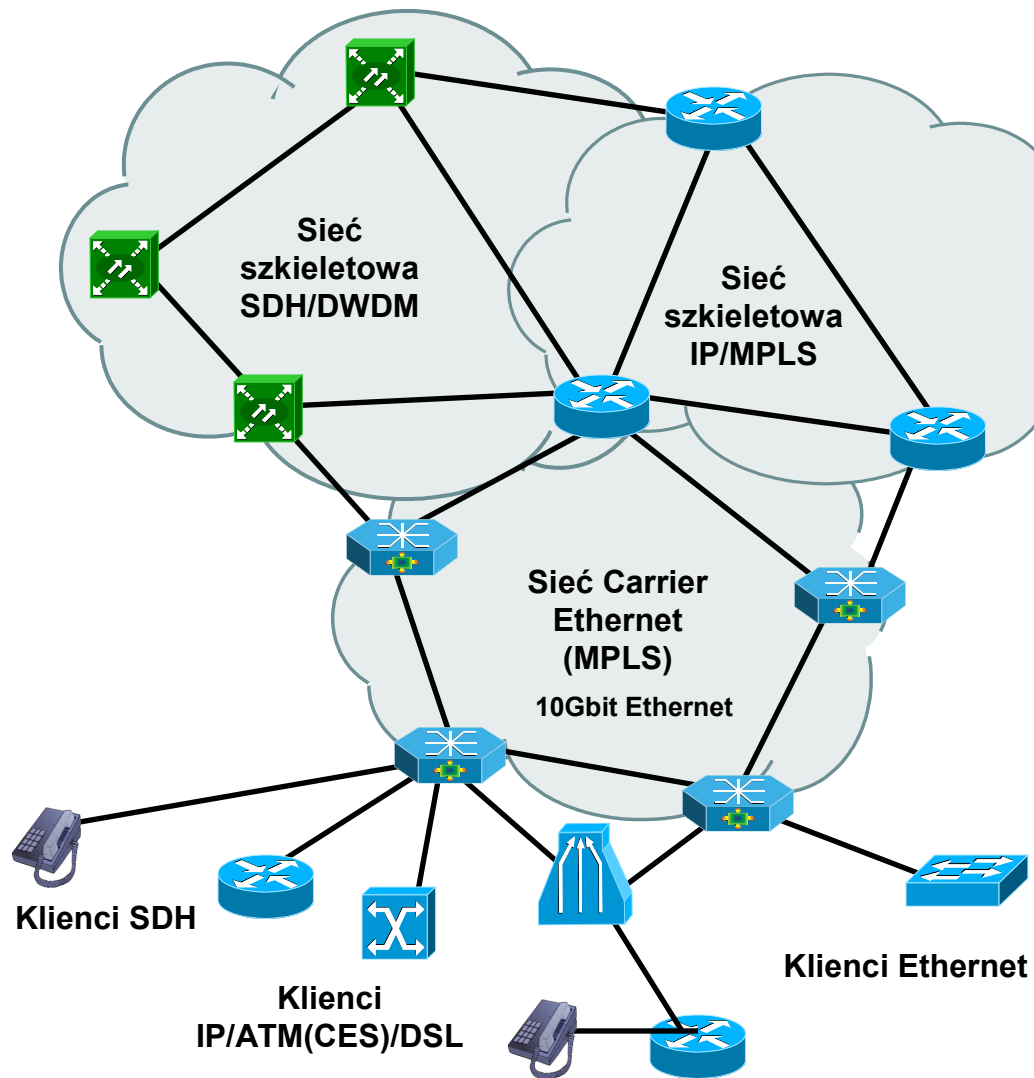
- **Relatywnie proste w konfiguracji** (o ile jest to mała sieć!)
- **Niski koszt** (wiele pojedynczych drobnych zakupów?)
- **Umożliwia łatwe świadczenie usług** wymagających transmisji „Point to Multipoint”
- **Umożliwia użytkownikom korzystanie z własnej numeracji VLANów niezależnie od operatora (QinQ)**

Wady

- **Zbieżność sieci w przypadku zmiany topologii** (protokół STP - sekundy)
- **Słaba skalowalność urządzeń** pod kątem adresów MAC (<100 tyś.)
- **Tylko 4000 VLANów w sieci** (maksimum 4000 klientów?)
- **Trudność konfiguracji usług i duży koszt ich utrzymania** (doświadczeni inżynierowie)
- **Trudność diagnozowania problemów w dużej sieci L2 Ethernet**

Dzisiaj...

Od sieci Metro Ethernet do sieci Carrier Ethernet



- Jedna sieć dostawo-agregacyjna zbudowana w technologii Ethernet over MPLS
- Możliwość świadczenia klasycznych usług np (FR, ATM, SDH) oraz usług typowych dla sieci Ethernet P2P (EoMPLS) i P2MP (VPLS)
- Łatwość uzyskania dużych przepływności w dostępie do Internetu oraz innych zaawansowanych usług (IPTV, VoIP, VoD)
- Duża oszczędność w kosztach portów przeznaczonych do dołączenia klientów (im bliżej klienta tym port Ethernet jest tańszy)
- Możliwość wykorzystania już istniejących urządzeń Ethernet (stają się urządzeniami brzegowymi (dostępowymi) sieci Carrier)
- Łatwość zarządzania siecią (dobrze znana i sprawdzona technologia MPLS) – możliwość budowania usług pomiędzy sieciami regionalnymi poprzez Core (niezwykle trudne z wykorzystaniem klasycznych sieci metro)
- Naturalna łatwość świadczenia usług P2MP

Sieci Operatorskie Carrier Ethernet

L2.5, EoMPLS, VPLS

Zalety

- Ta sama dobrze znana technologia i mechanizmy co w sieci szkieletowej (MPLS)
- Zarządzanie ruchem na poziomie pojedynczej ścieżki LSP (MPLS-TE = MPLS Traffic Engineering)
- Możliwość wykorzystania mechanizmów szybkiej naprawy ścieżek w sieci (MPLS FRR = MPLS Fast ReRoute)
- „Prawie nieograniczona” ;-)
skalowalność usług
- Pełna przezroczystość dla ruchu klienta końcowego (VLANów przez niego używanych czy też typu ruchu np TDM, ATM)
- Łatwość konfiguracji i utrzymania usług – automatycznie zestawiane łącza wirtualne (Pseudowires = PW)

Wady

- Wymaga znajomości technologii MPLS
- Wymaga urządzeń mających zaimplementowany MPLS

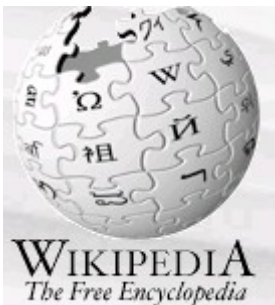
Metro/Carrier Ethernet Networks

„A Metro Ethernet is a computer network based on the Ethernet standard and which covers a metropolitan area. It is commonly used as a metropolitan access network to connect subscribers and businesses to a Wide Area Network, such as the Internet (...)

Carrier Ethernet: the extensions to Ethernet necessary to enable telecommunications network providers ("common carriers" in US industry jargon) to provide Ethernet services to customers and to utilise Ethernet technology in their networks (...)

Ethernet on the MAN can be used as pure Ethernet, Ethernet over SDH, Ethernet over MPLS or Ethernet over DWDM (...)

MPLS based deployments are costly but highly reliable and scalable, and are typically used by large service providers (...)



From Wikipedia, the free encyclopedia

http://en.wikipedia.org/wiki/Metro_Ethernet

http://en.wikipedia.org/wiki/Carrier_Ethernet

Agenda

- „Dawno, dawno temu...” – czyli jak to się stało, że Ethernet odniósł tak wielki sukces?
- Tendencje i czynniki rozwoju sieci Carrier Ethernet.
- Architektura Cisco Carrier Ethernet
 - Komponenty i wymagania im stawiane
 - Modele świadczenia usług (zcentralizowane - rozproszone)
 - „The Million Subscriber Test”
- Co w przyszłości?





Sieci Operatorskie Ethernet

Wymagania i czynniki rozwoju

Wymaganie Operatora	Powód	Sposób spełnienia
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jedna sieć umożliwiająca świadczenie usług wszystkim typom klientów operatora (klienci biznesowi, domowi itp) 	<p>Niższe koszty użytkowania, prostota utrzymania</p>	<p>Właściwa architektura i technologia, integrująca różne modele usług</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efektywne zarządzanie pasmem (np. limitowanie ruchu typu „peer-to-peer”) i usługami (kontrola dostępu do usług, kontrola treści itp) 	<p>Oferowanie szerokiego wachlarza usług przy zachowaniu odpowiedniej stopy zwrotu</p>	<p>Zarządzanie usługami w oparciu o właściwy system zarządzania usługami i mechanizmy wbudowane w sieć</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Skalowalność rozwiązania 	<p>Efektywne wykorzystanie zasobów</p>	<p>Agregacja z wykorzystaniem 10GE</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elastyczność definiowania usług niezależnie od wykorzystywanej metody dostępu i lokalizacji w sieci 	<p>Niższy koszt sprzedaży, mobilność</p>	<p>Umożliwienie współistnienia usług warstwy L2 i L3 w ramach tej samej architektury</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Możliwość szybkiego wprowadzenia nowych usług dla różnych grup klientów z wykorzystaniem jednej wspólnej sieci np IPTV, VoD 	<p>Większy dochód z nowych usług</p>	<p>Właściwa architektura, „zorientowana usługowo”</p>

Sieci Operatorskie Ethernet

Nowe usługi czyli wartość dodana kluczem sukcesu

Commodity	Good	Service	Experience
<p>Prevailing prices for various coffee offerings</p> 			
<p>\$.01–\$.02 Per Cup</p>	<p>\$.05–\$.25 Per Cup</p>	<p>\$.75–\$1.50 Per Cup</p>	<p>\$2.00–\$5.00 Per Cup</p>

Graphic: BusinessWeek, 2005

Source: Pine and Gilmore, The Experience Economy, 1999

Agenda

- „Dawno, dawno temu...” – czyli jak to się stało, że Ethernet odniósł tak wielki sukces?
- Tendencje i czynniki rozwoju sieci Carrier Ethernet.
- Architektura Cisco Carrier Ethernet
 - Komponenty i wymagania im stawiane
 - Modele świadczenia usług (zcentralizowane - rozproszone)
 - „The Million Subscriber Test”
- Co w przyszłości?

Architektura Cisco Carrier Ethernet

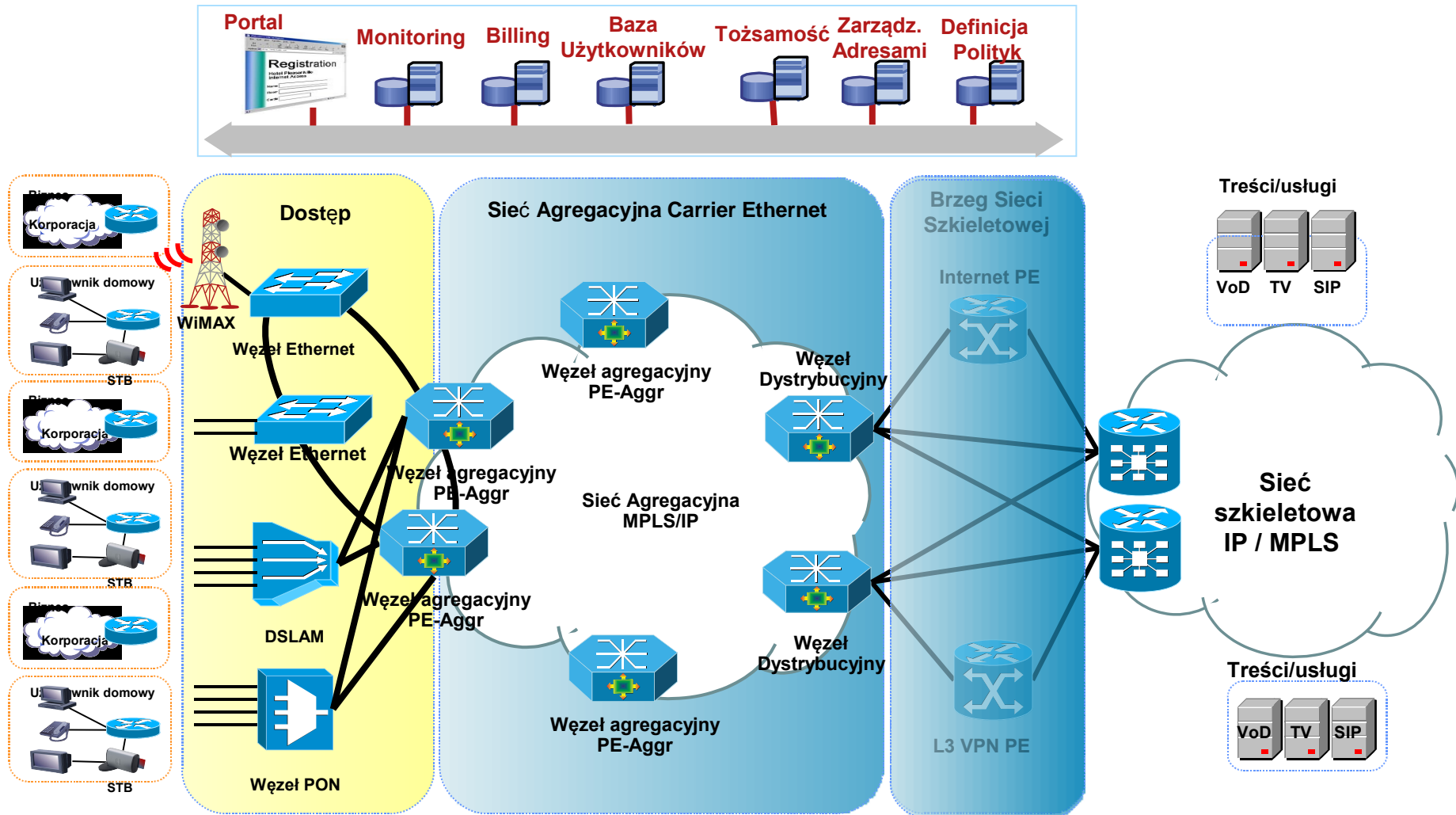
Definicje typowych usług

Rynek	Usługi	Dostęp	Typ SLA	Przykład SLA
Użytk. Domowych	Dostęp do Internetu	Ethernet, DSL, WIMAX	Transportowe	Dynamiczny przydział pasma dostępowego, zarządzanie sesjami (session/idle timeout), usługi typu post paid/prepaid (bazujące na limicie czasowym bądź limicie ruchu)
	Telefonia VoIP	Ethernet, DSL, WIMAX	Aplikacyjne	Ilość urządzeń VoIP, ilość numerów telefonicznych (SIP URLs/PST), ilość aktywnych połączeń, jakość połączeń VoIP
	Video na żądanie	Ethernet, DSL	Aplikacyjne	Ilość urządzeń multimedialnych (STB – Set Top Box), jakość przekazu, różnorodność dostępnej treści, modele pobierania opłat
	TV	Ethernet, DSL	Aplikacyjne	Ilość urządzeń multimedialnych (STB – Set Top Box), zawartość pakietów TV, jakość przekazu (SD vs HD)
Biznesowy	L3 VPN MPLS/Multicast	Ethernet, DSL, WIMAX	Transportowe	Pasmo dostępowe, różna jakość obsługi ruchu (QoS), topologia L3 VPN, zarządzanie usługami (MPLS/Multicast VPN)
	E-Line	Ethernet, DSL, WIMAX*	Transportowe	Pasmo dostępowe, różna jakość obsługi ruchu (QoS), transparentność dla ruchu klienta
	E-LAN	Ethernet, DSL, WIMAX*	Transportowe	Pasmo dostępowe, różna jakość obsługi ruchu (QoS), transparentność dla ruchu klienta
Hurtowy	L3 (P2P, MP)	DSL	Transportowe	Zagregowane pasmo na poziomie danego ISP, różna jakość obsługi ruchu (QoS) w połączeniu z zarządzaniem poszczególnym abonentem
	L2 (P2P, MP)	DSL	Transportowe	Zagregowane pasmo na poziomie danego ISP, różna jakość obsługi ruchu (QoS) w połączeniu z transparentnością usług P2P o MP

* Wyłącznie usługi Ethernet Relay Point to Point and Multipoint

Architektura Cisco Carrier Ethernet

Elementy składowe



Architektura Cisco Carrier Ethernet

Funkcje elementów składowych

Sieć Dostępowa (Access Network):

Podstawowe funkcje:

- zapewnienie dostępu do sieci agregacyjnej poprzez różne technologie: DSL, Ethernet, WiMAX, PON itp
- zapewnienie funkcjonalności takich jak VLANy, bezpieczeństwo i QoS (zgodnie z zaleceniami MEF i DSLF TR-101)
- replikacja multicastów na poziomie warstwy L2
- efektywność kosztowa („mniejsze urządzenia tam gdzie mniejsza ilość klientów”)

Sieć Agregacyjna (Aggregation Network):

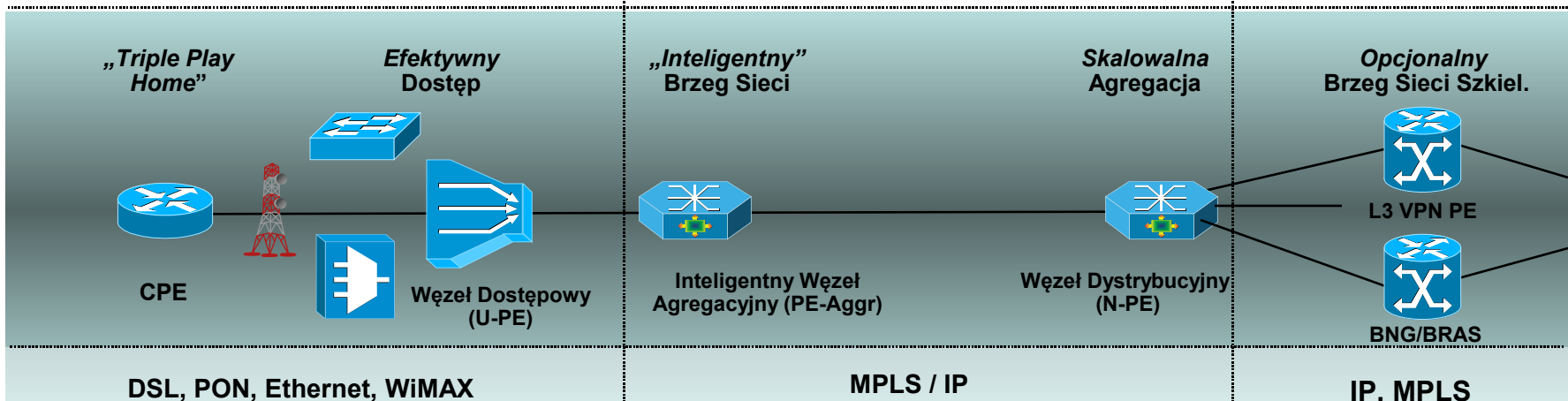
Podstawowe funkcje:

- efektywny transport ruchu klienckiego pomiędzy siecią dostępową a szkieletową (brzegiem sieci szkieletowej)
- umożliwienie elastycznego mapowania usług klienckich do MPLS
- zarządzanie klientami biznesowymi (w architekturze rozproszonej kiedy nie istnieją dedykowane urządzenia na brzegu sieci szkieletowej)
- zarządzanie klientami domowymi (w architekturze rozproszonej kiedy nie istnieją dedykowane urządzenia na brzegu sieci szkieletowej)

Brzeg Sieci Szkieletowej:

Podstawowe funkcje:

- komponent opcjonalny (często już istniejący w sieci operatora)
- zarządzanie klientami biznesowymi (L3VPN PE)
- zarządzanie klientami domowymi (BNG/BRAS)

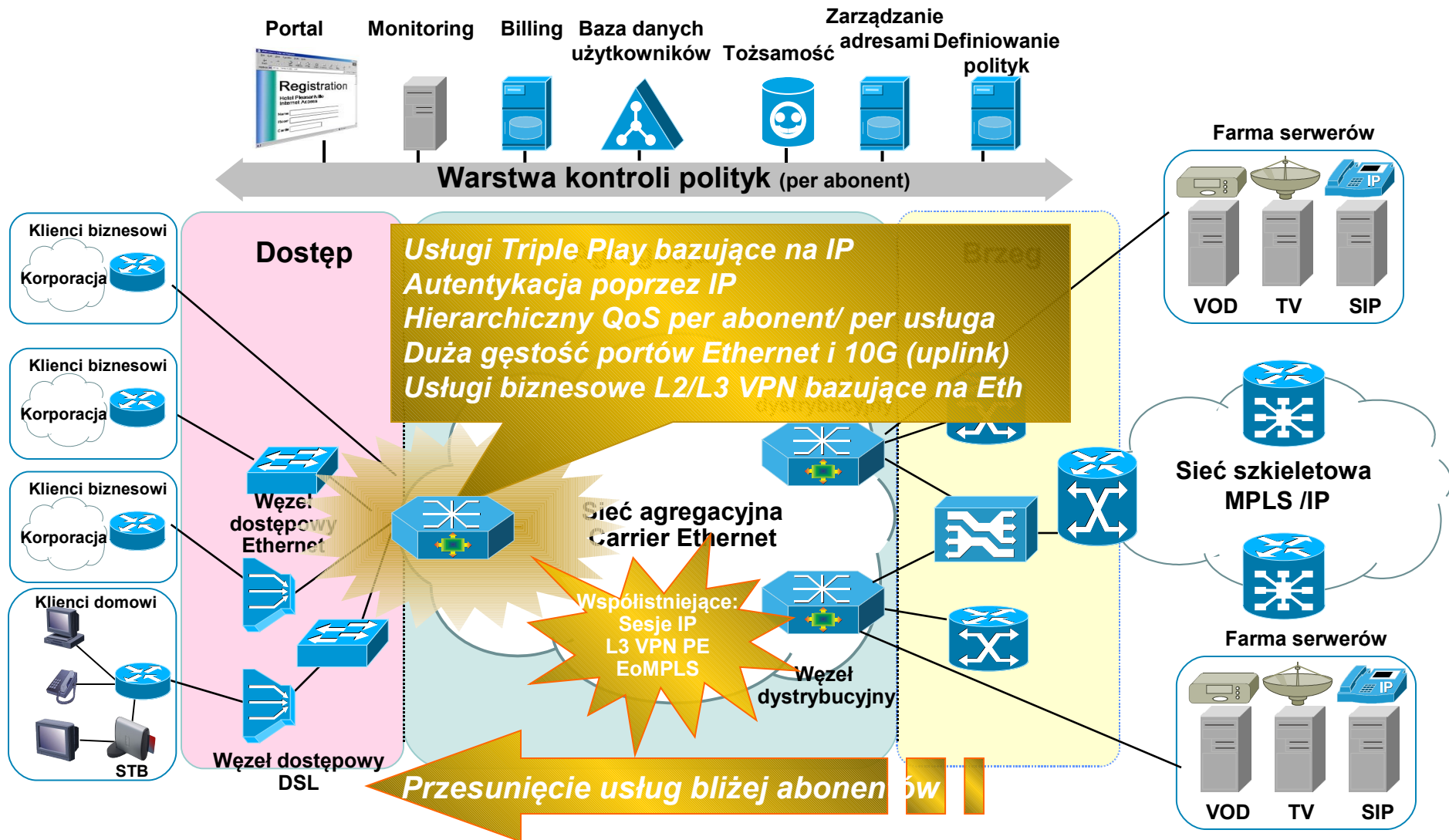


Agenda

- „Dawno, dawno temu...” – czyli jak to się stało, że Ethernet odniósł tak wielki sukces?
- Tendencje i czynniki rozwoju sieci Carrier Ethernet.
- Architektura Cisco Carrier Ethernet
 - Komponenty i wymagania im stawiane
 - Modele świadczenia usług (zcentralizowane - rozproszone)
 - „The Million Subscriber Test”
- Co w przyszłości?

Zarządzanie abonentami

Zcentralizowane czy rozproszone?



Zarządzanie abonentami

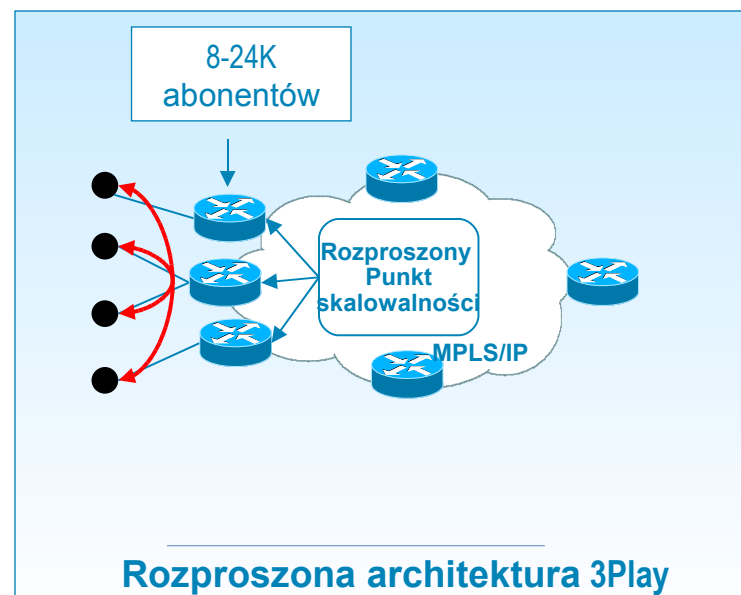
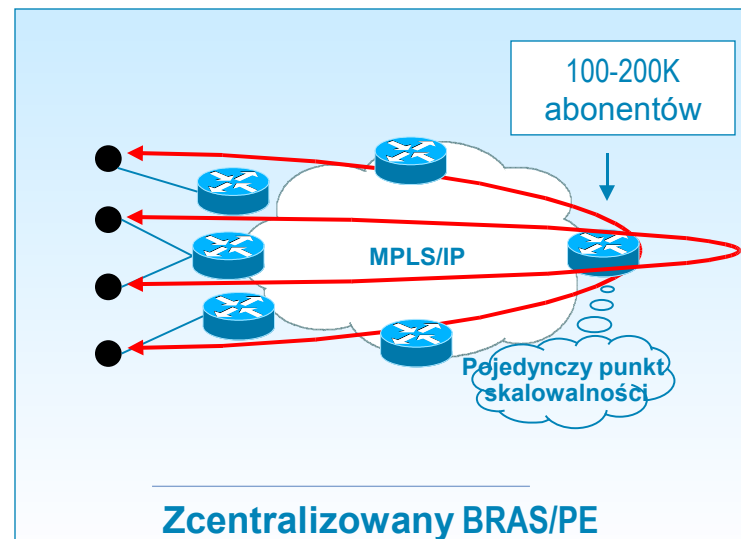
Wbrany model a skalowalność

- Decentralizacja miejsca agregacji abonentów pozwala na uzyskanie lepszej skalowalności systemu jako całości

Abonenci są terminowani najbliżej DSLAMów jak to możliwe

Dystrybucja zmniejsza rozmiar domeny, która może ulec awarii

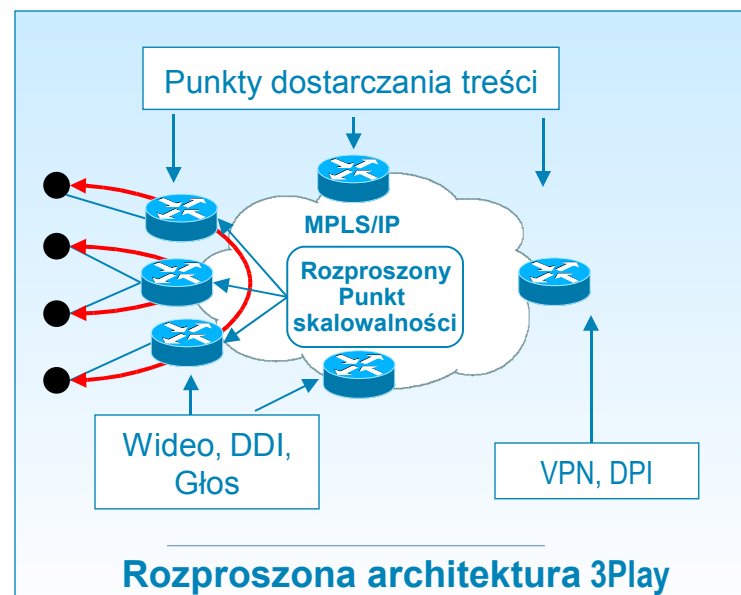
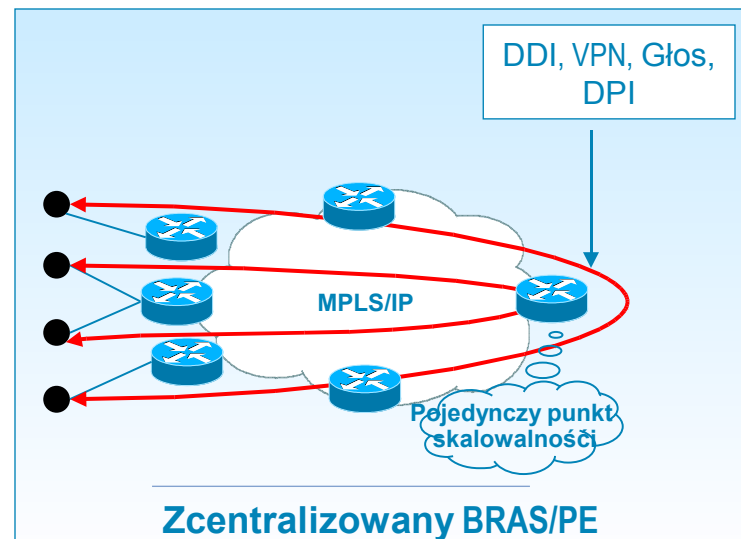
Potencjalna awaria dotyka mniejszą liczbę abonentów



Zarządzanie abonentami

Wbrany model a łatwość dostarczania treści

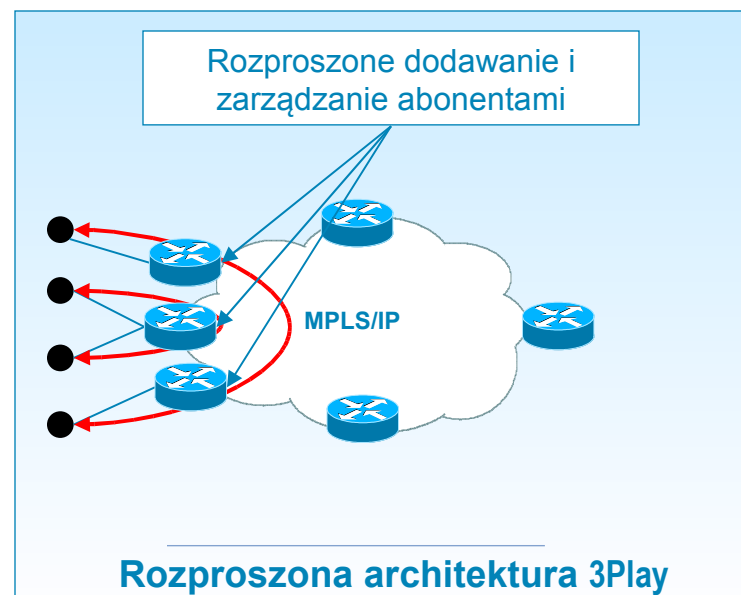
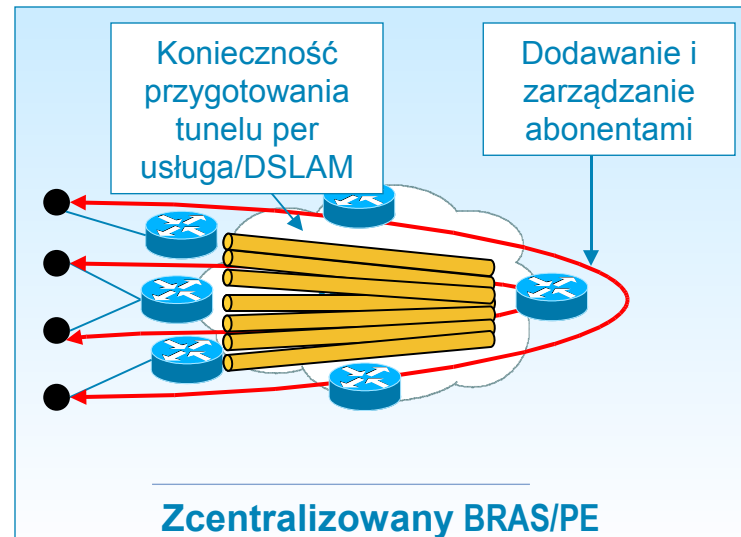
- Model rozproszony umożliwia stworzenie otwartej architektury o dużej elastyczności dotyczącej sposobów i miejsc dostarczania treści
- Treść może zostać dostarczona w sposób:
 - zcentralizowany
 - łączący oba modele
 - rozproszony
- Zapewnia wsparcie dla „RSVP based CAC” dla usług wideo na żądanie
- Umożliwia lokalne przełączanie ruchu dla legalnych aplikacji P2P
- Prostsze wprowadzanie nowych usług



Zarządzanie abonentami

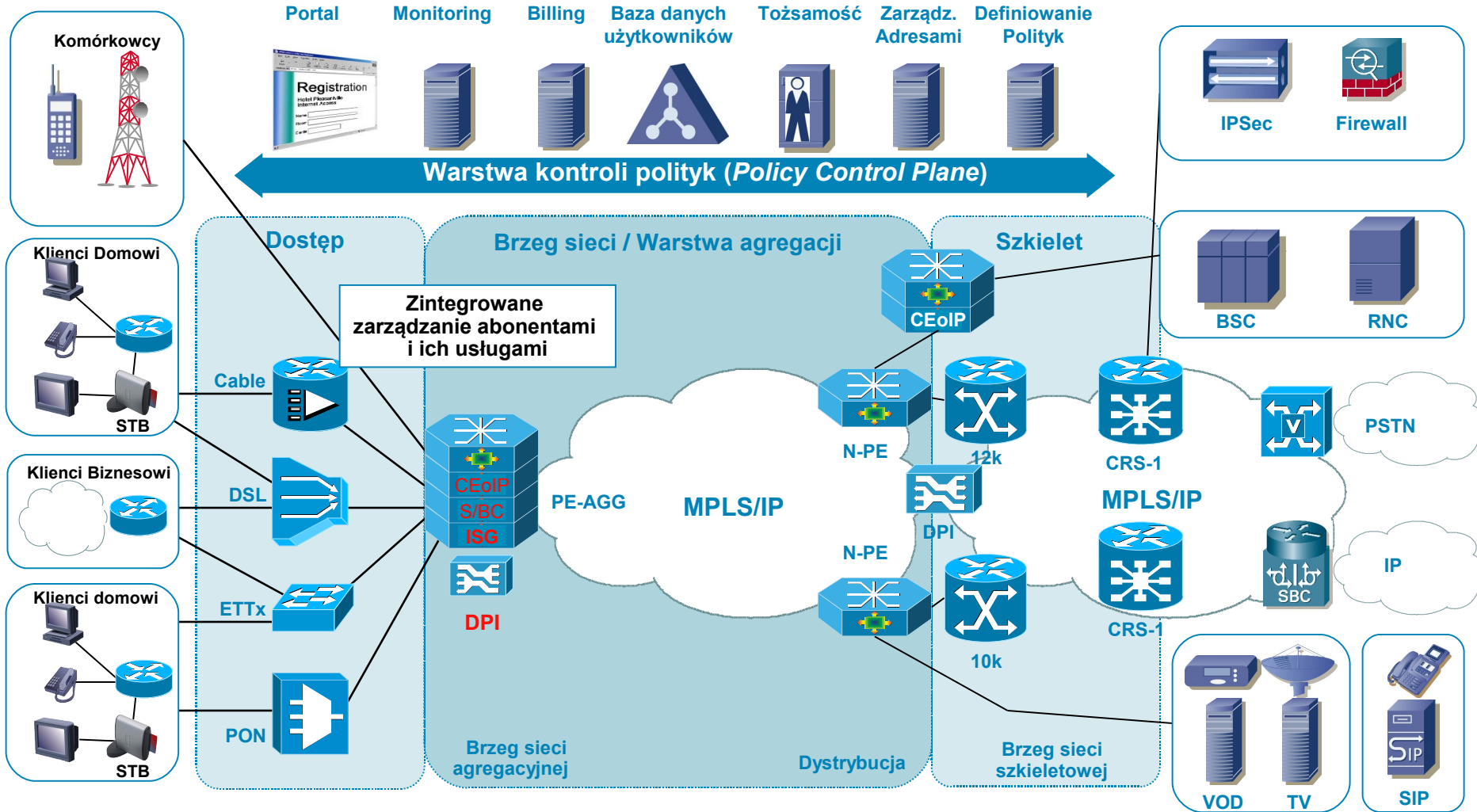
Wbrany model a efektywność utrzymania

- Model rozproszony ułatwia utrzymanie i dodawanie nowych abonentów/usług (konieczność zestawienia mniejszej ilości tuneli)
- Redukcja liczby miejsc, w których trzeba konfigurować usługę
- Brak konieczności konfiguracji usługi w środku sieci agregacyjnej
- Łatwiejsze wyszukiwanie i rozwiązywanie problemów
- Jeden punkt zarządzania usługami (poprzez RADIUSa)



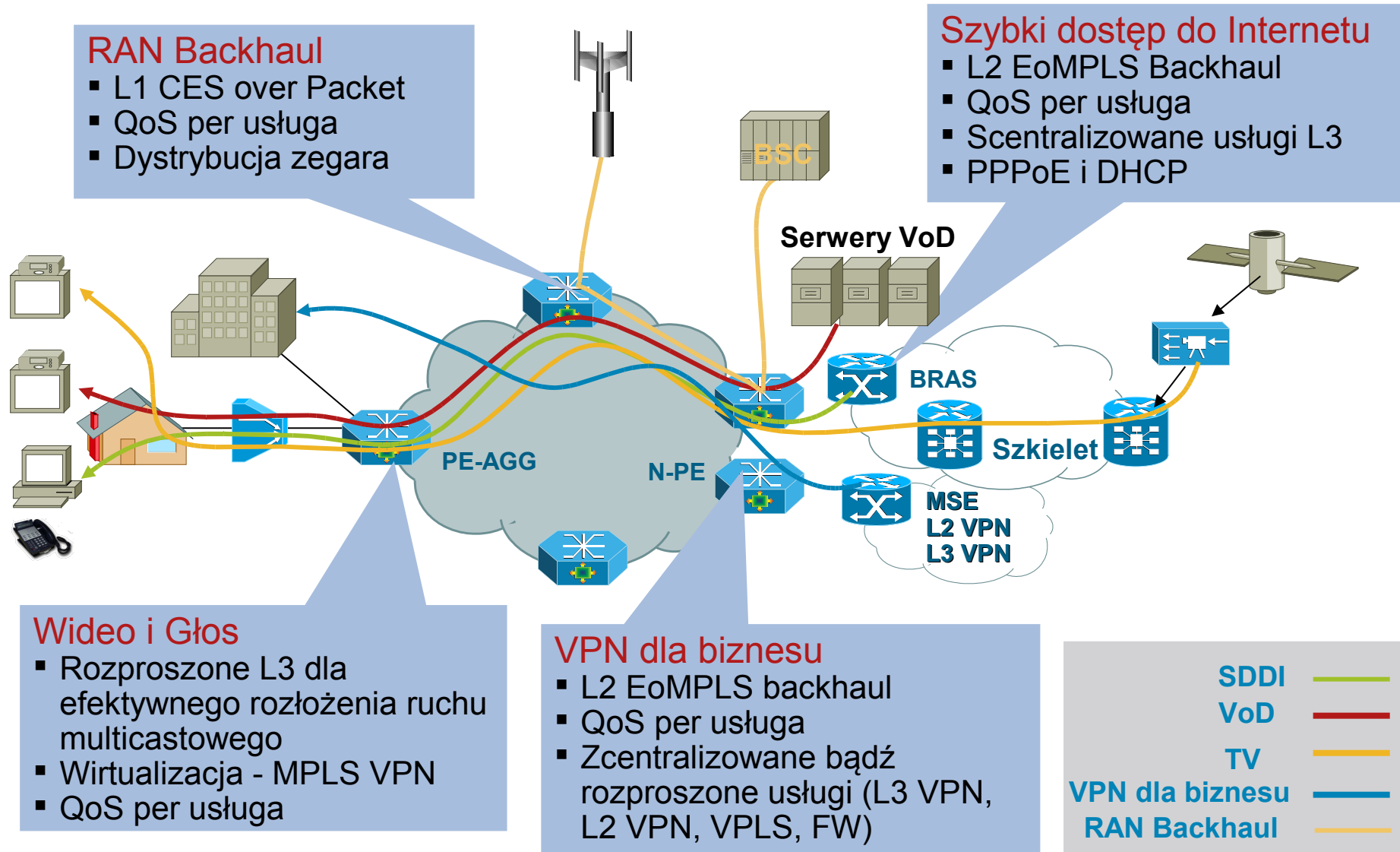
Architektura Cisco Carrier Ethernet

Elastyczność doboru modelu świadczenia usług



Architektura Sieci Carrier Ethernet

Przykład realizacji usług



RAN Backhaul

- L1 CES over Packet
- QoS per usługa
- Dystrybucja zegara

Szybki dostęp do Internetu

- L2 EoMPLS Backhaul
- QoS per usługa
- Scentralizowane usługi L3
- PPPoE i DHCP

Wideo i Głos

- Rozproszone L3 dla efektywnego rozłożenia ruchu multicastowego
- Wirtualizacja - MPLS VPN
- QoS per usługa

VPN dla biznesu

- L2 EoMPLS backhaul
- QoS per usługa
- Zcentralizowane bądź rozproszone usługi (L3 VPN, L2 VPN, VPLS, FW)

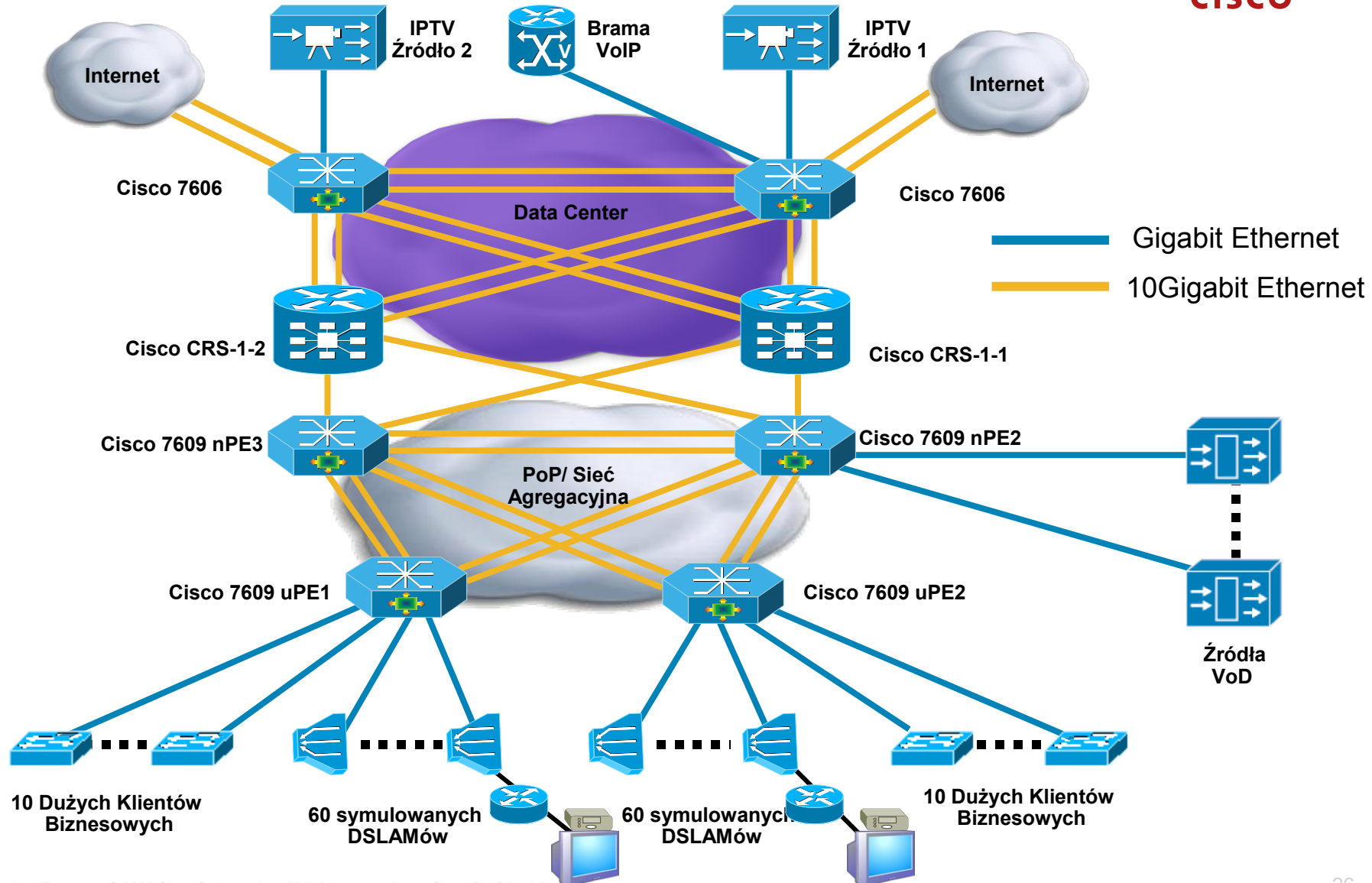
SDDI	—
VoD	—
TV	—
VPN dla biznesu	—
RAN Backhaul	—

Agenda

- „Dawno, dawno temu...” – czyli jak to się stało, że Ethernet odniósł tak wielki sukces?
- Tendencje i czynniki rozwoju sieci Carrier Ethernet.
- Architektura Cisco Carrier Ethernet
 - Komponenty i wymagania im stawiane
 - Modele świadczenia usług (zcentralizowane - rozproszone)
 - „The Million Subscriber Test”
- Co w przyszłości?

„The Million Subscriber Test”

Cisco Carrier Ethernet w realnym świecie



„The Million Subscriber Test”

Wnioski z testów

Wydajność

- Replikacja multicastów 1:60 per 7600
- Wydajność „line rate”
- „Zero packet drop”

QoS

- Jedynie ruch typu „best effort” tracony w momentach zatoru w sieci
- Stabilna priorytetyzacja ruchu multicastowego

Niezawodność

- Wysoka odporność na awarie łącz, węzłów i Źródeł multicastowych (ms)

VQE

- Doskonała jakość Video i Głosu aż do 10% utraty pakietów (dzięki VQE)

CAC

- Efektywność CAC dla usług multicast’owych i VoD (HD, SD)
- Duża skalowalność, małe użycie CPU

http://www.lightreading.com/document.asp?doc_id=126173&page_number=1
http://www.eantc.com/test_reports_presentations/test_reports.html

Agenda

- „Dawno, dawno temu...” – czyli jak to się stało, że Ethernet odniósł tak wielki sukces?
- Tendencje i czynniki rozwoju sieci Carrier Ethernet.
- Architektura Cisco Carrier Ethernet
 - Komponenty i wymagania im stawiane
 - Modele świadczenia usług (zcentralizowane - rozproszone)
 - „The Million Subscriber Test”
- Co w przyszłości?

Sieci Carrier Ethernet następnej generacji

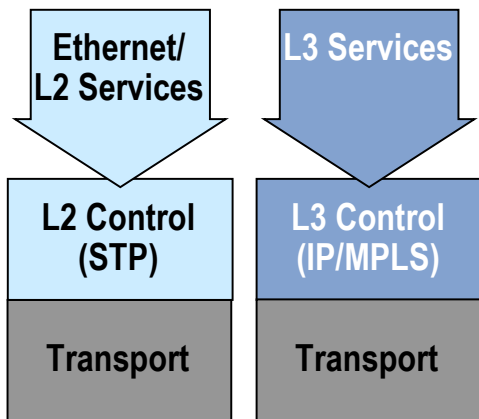
Problemy związane z H-VPLS

Skalowalność łączy wirtualnych (PW)
Skalowalność ilości adresów MAC
Lokalne przełączanie w części dostępowej H-VPLS (access net)
Optymalne przełączanie ruchu typu unicast
Optymalne przełączanie ruchu typu multicast
Konwergencja usług
Wspracie dla multicast'u przy zagregowanym ruchu (wielu klientów)
Brak redundancji na styku pomiędzy sieciami różnych operatorów
Unikanie zapętleń w przypadku usługi H-VPLS realizowanej pomiędzy wieloma ASami
Połączenia typu „partial-mesh”

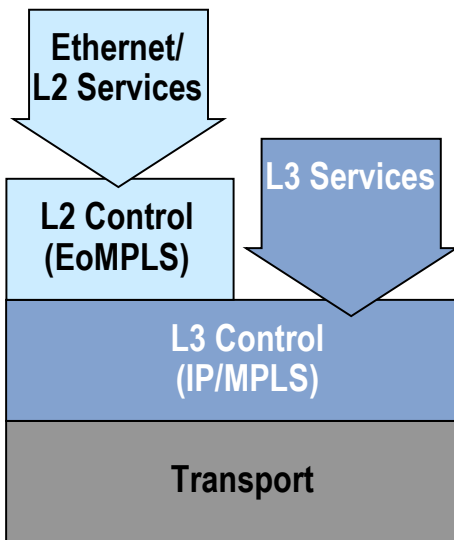
Sieci Carrier Ethernet następnej generacji

Sposób świadczenia usług L2 i L3

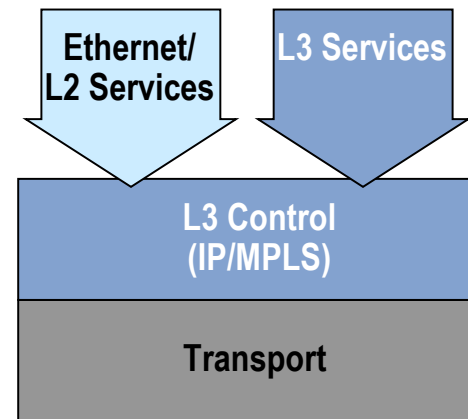
„Classical Ethernet Transport”
Oddzielne warstwy „Control & Data Plane” dla różnego typu usług (L2 bądź L3):
Wysoki OPEX i CAPEX



„Ethernet-over-MPLS”
Usługi warstwy L2 przenoszone jako „overlay” po sieci L3:
Zwiększony OPEX



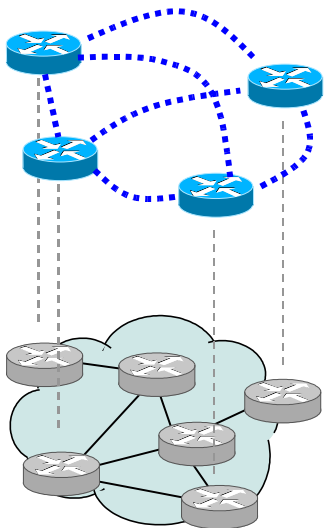
„NG Carrier Ethernet”
Usługi L2 i L3-Services wykorzystujące tę samą „control plane”.
Brak dodatkowej warstwy:
Zoptymalizowany OPEX



Sieci Carrier Ethernet następnej generacji

W kierunku zintegrowanej „control plane”

„Ethernet over MPLS”

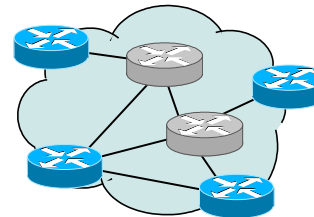


- End-Point Discovery (np. BGP)
- PW-Signaling (D-LDP)
- Full-Mesh Maintenance
- Forwarding & Learning over full-mesh
- Loop-Avoidance: Split-Horizon & Constrained Topology

- L3 Topology & End-Point Discovery (IGP – OSPF/ISIS)
- FIB (IGP lub LDP (MPLS))
- OAM (IP/MPLS OAM)

„NG Carrier Ethernet”

>> **Brak dodatkowej warstwy** <<
Zredukowana złożoność sieci
=
mniejszy OPEX

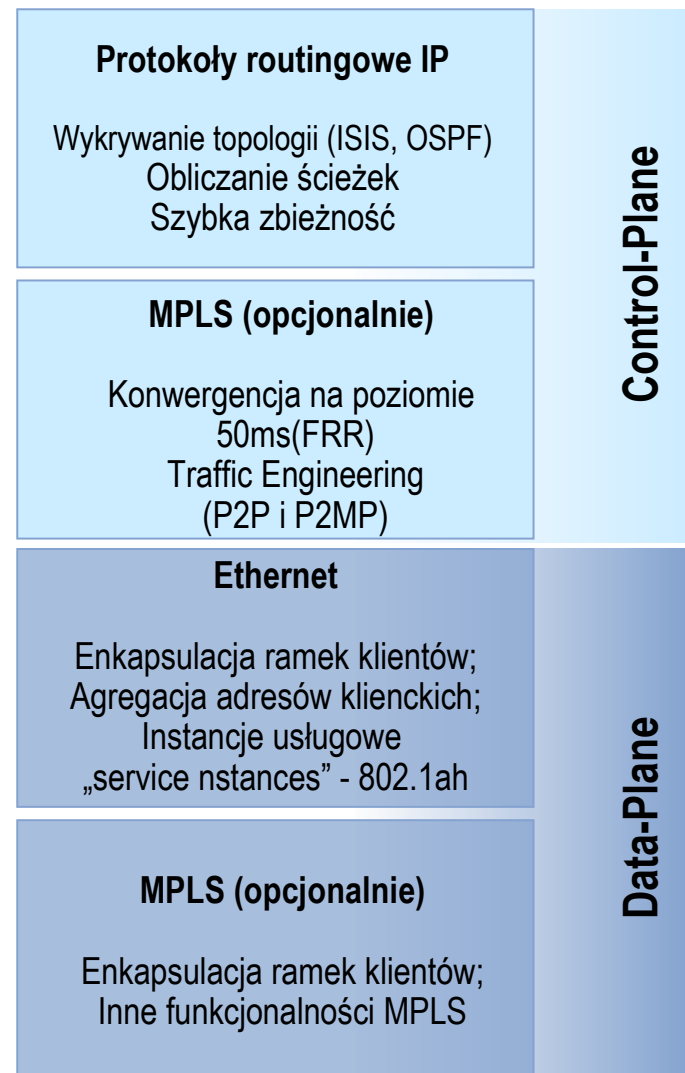


- L2 & L3 Topology & End-Point Discovery for (IGP – OSPF/ISIS)
- FIB for L2 and L3 (IGP lub LDP (MPLS))
- OAM (IP/MPLS OAM)

Sieci Carrier Ethernet następnej generacji

Elementy składowe

- Warstwa „control plane” oparta o IP/MPLS:
 - Wymiana Spanning Tree na ISIS lub OSPF
 - Wykrywanie topologii poprzez IGP w warstwie „control plane”
 - Wykorzystanie istniejących narzędzi/rozwiązań do świadczenia usług L2
- Warstwa „data plane” oparta o 802.1ah (aka „mac in mac”)/MPLS:
 - Transparentne przekazywanie ramek MAC klientów
 - Tworzenie skalowalnych domen usługowych „service domains”
 - Opcjonalnie enkapsulacja MPLS umożliwiająca przezroczystą transmisję poprzez sieci MPLS



Sieci Carrier Ethernet następnej generacji

802.1ah aka „MAC in MAC”

- T-label

Etykieta tunelu związana z adresami BGP/IGP next hop (docelowe PE)

- B-MAC-DA

Używane do identyfikacji docelowego urządzenia PE (wartość unikalna w domenie 802.1ah)

- B-MAC-SA

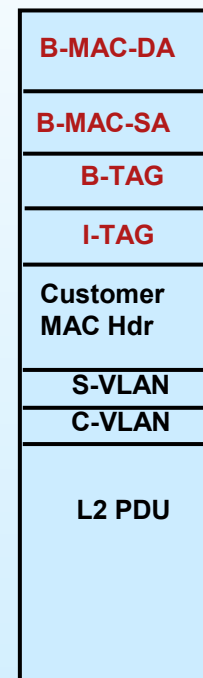
Używane do identyfikacji źródłowego urządzenia PE (wartość unikalna w domenie 802.1ah)

- I-TAG

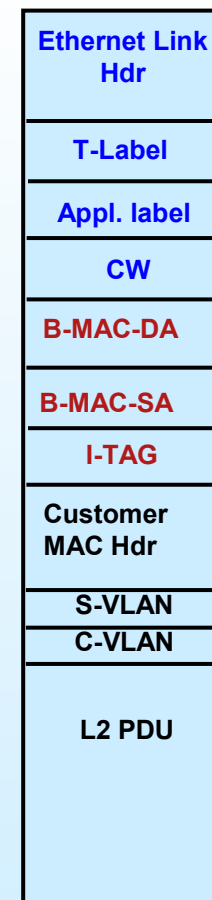
Instancja serwisowa

- B-TAG

Umożliwia agregację wielu instancji serwisowych w sieci operatora



802.1ah over Ethernet



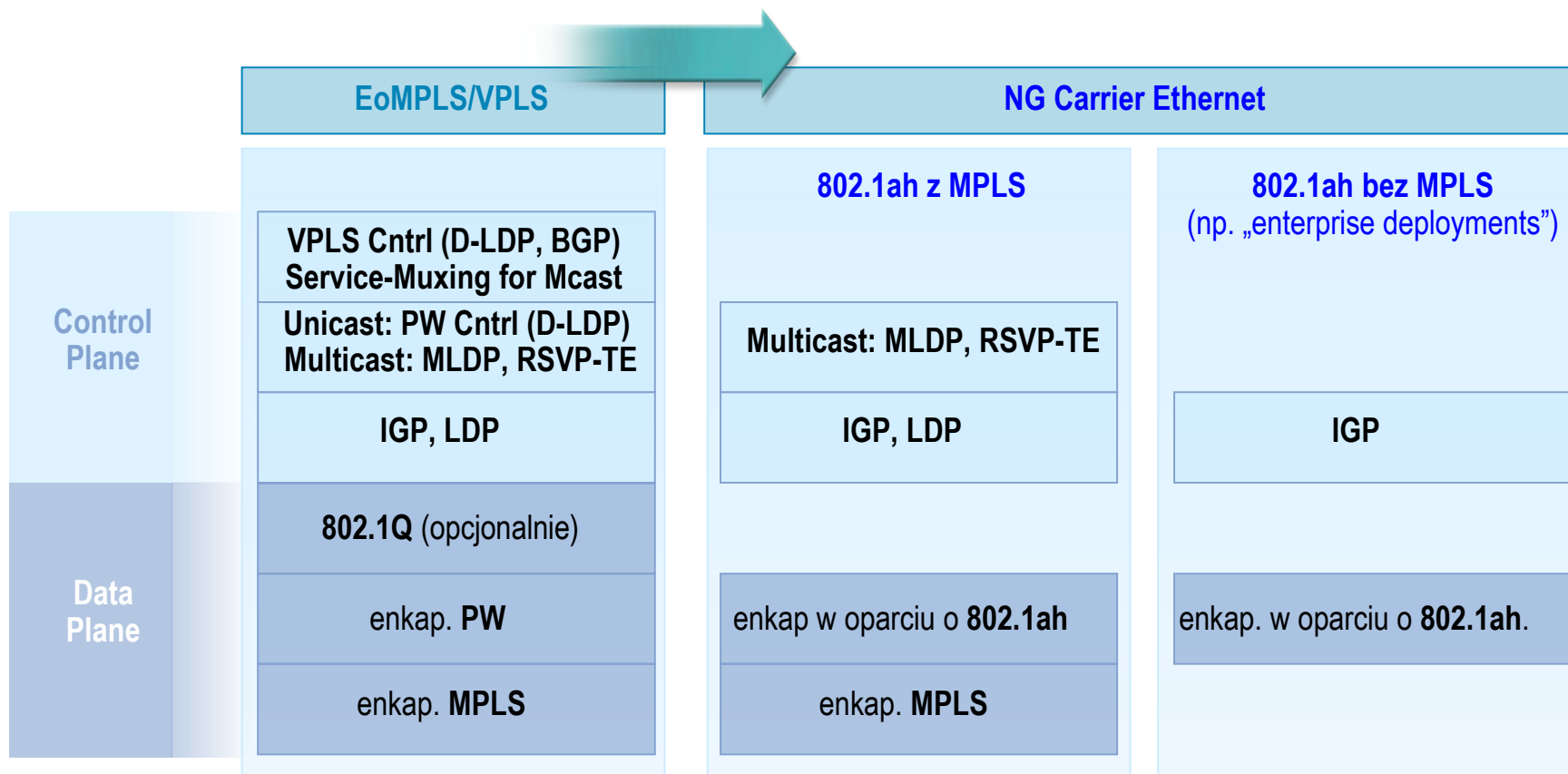
802.1ah over MPLS

Sieci Carrier Ethernet następnej generacji

Porównanie warstw „data i control plane”

Zalety:

- Redukcja ilości warstw i złożoności protokołów
- Uproszczenie zarządzania i obsługi (zintegrowane zarządzanie dla wszystkich usług)



Dziękuję za uwagę!
Poproszę o pytania...



banszper@cisco.com

