



Politechnika Łódzka

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki



Wprowadzenie do współczesnej inżynierii

Informatyka

Wprowadzenie do sieci komputerowych

© **dr hab. inż. Lidia Jackowska-Strumiło, prof. PŁ**

Instytut Informatyki Stosowanej, PŁ





Sieci komputerowe

Sieć komputerowa jest to system połączonych wzajemnie ze sobą **autonomicznych komputerów**, wymieniających między sobą informacje według ściśle określonych zasad i reguł nazywanych **protokołami sieciowymi**.

Sieć terminalowa jest to **system wielodostępny** złożony z komputera centralnego oraz dołączonych do niego **terminali**.



Historia sieci komputerowych

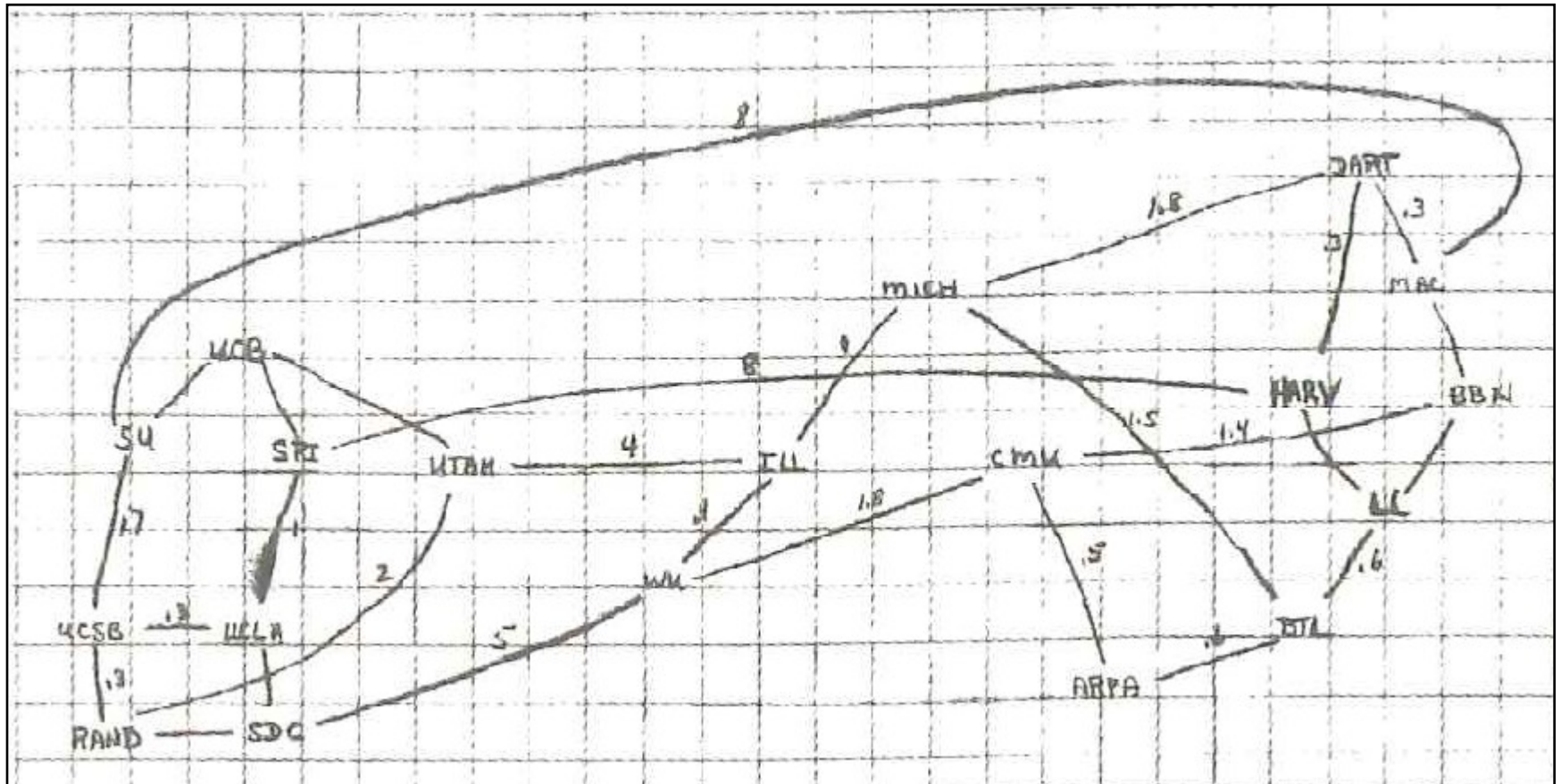
1957 – powstaje **ARPA** (ang. Advanced Research Projects Agency) – agencja zajmująca się realizacją projektów dla armii USA, zrzeszająca wybitnych naukowców z całego kraju

1969 – pierwsze na świecie połączenie dwóch komputerów: w Uniwersytecie Los Angeles i w Uniwersytecie Stanforda – załóżek sieci komputerowej **ARPANet**

1969 – pierwsza wersja systemu operacyjnego **Unix** napisana przez Kena Thompsona i Dennisa Ritchie w Bell Labs firmy **AT&T** (ang. *American Telephone and Telegraph*)



Historia sieci komputerowych



Szkic przewidywanej topologii sieci ARPANet, jaki zrobił jej twórca Larry Roberts pod koniec lat 60.



Historia sieci komputerowych

W latach 60-tych XX w. na Uniwersytecie Hawajskim prowadzone były badania umożliwiające komunikację za pomocą nadajników krótkofalowych. W wyniku tych prac powstał protokół **ETHERNET**, który z czasem stał się niemal jedynym protokołem komunikacyjnym we wszystkich sieciach lokalnych.

1974 – opracowano rodzinę protokołów **TCP/IP**

1976 – Królowa Elżbieta II wysyła pierwszego maila

1979 – rusza sieć list dyskusyjnych Usenet



Historia sieci komputerowych

1982 – wersja **4.2 BSD** systemu **UNIX**, w której zaimplementowano rodzinę protokołów **TCP/IP** i która została przyjęta jako standard dla wszystkich komputerów w sieci ARPANET.

W latach 80tych XXw. opracowywano **podstawowe standardy** dotyczące lokalnych sieci komputerowych, które później były rozwijane i modyfikowane.

Standardem stały się konstrukcje oparte na sieciowym systemie operacyjnym z centralnym serwerem plików, wydruku oraz poczty elektronicznej, zapewniającym autentykację użytkowników i autoryzację dostępu do zasobów.



Historia sieci komputerowych

- 1984 – powstaje system **DNS** (ang. *Domain Name System*) - system nazw domenowych,
- 1989 – 100 tys. komputerów w sieci,
- 1990 – ARPANET zmienia nazwę na **Internet**,
powstaje **HTML** (ang. *HyperText Markup Language*)
– *hipertekstowy* język znaczników, wykorzystywany do tworzenia stron internetowych,
- 1991 - tworzy się sieć **WWW** (ang. *World Wide Web*), pierwszy polski komputer w Internecie,
- 1992 - milion komputerów w Internecie



Podstawowe zastosowania sieci komputerowych:

- przesyłanie poczty elektronicznej,
- wymiana plików między systemami,
- wspólne korzystanie z urządzeń zewnętrznych,
- połączenie z odległym komputerem i dostęp do jego baz danych i archiwów,
- wykonywanie programu na innym komputerze.



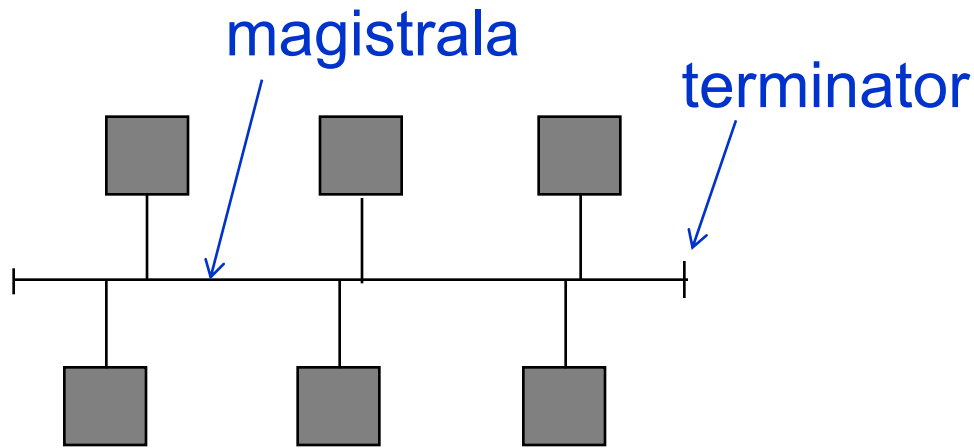
Podział sieci komputerowych

- Sieci rozległe - WAN (ang. *Wide Area Network*) - sieci o rozpiętości powyżej 100 km.
- Sieci metropolitalne (miejskie) - MAN (ang. *Metropolitan Area Network*) - sieci o rozpiętości do ok. 100 km, obejmujące swym zasięgiem miasta,
- Sieci kampusowe
- Sieci lokalne - LAN (ang. *Local Area Network*) - sieci o rozpiętości do 2 km,
- Prywatne sieci komputerowe – PAN (ang. *Private Area Network*) - o rozpiętości do ok. 10m).

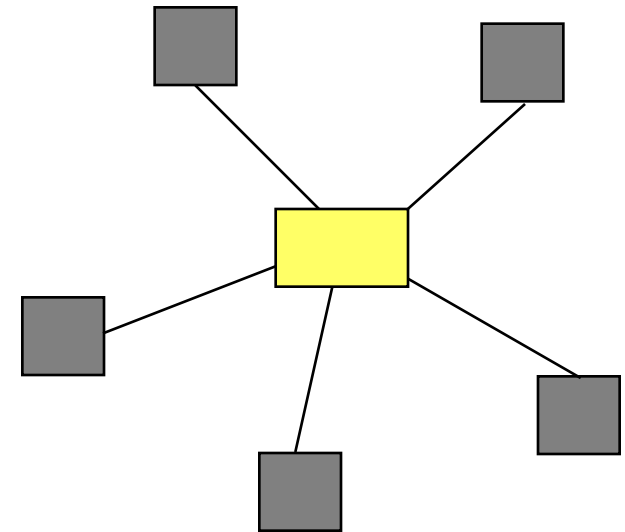
Podziałowi temu odpowiada też odmienna technologia realizacji sieci.



Topologie sieci LAN



Topologia liniowa



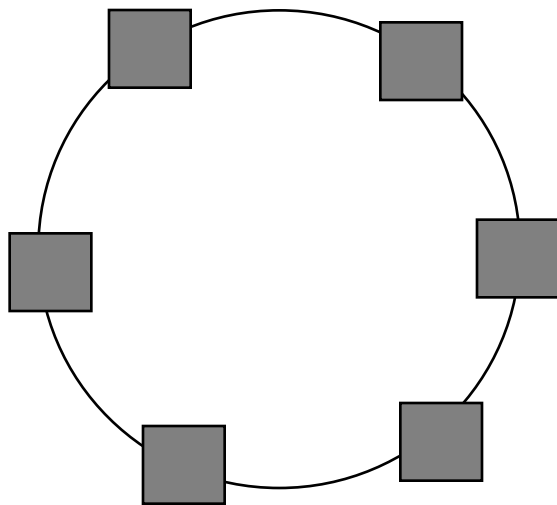
Topologia gwiazdzista

■ Urządzenie końcowe

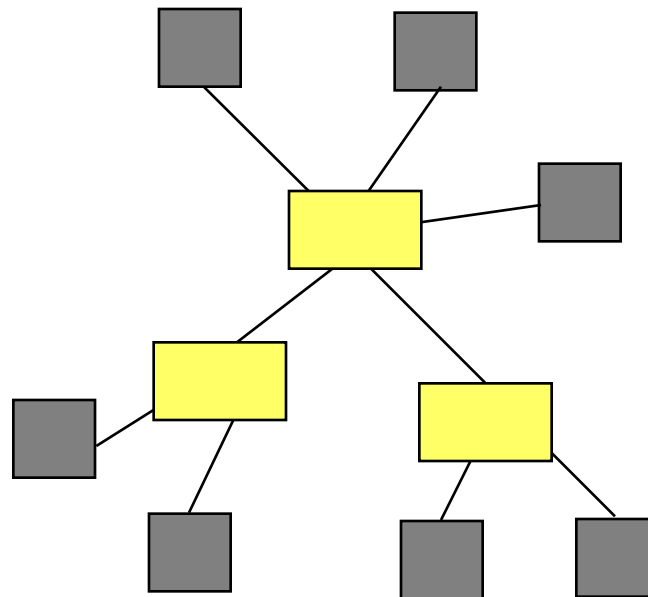
■ Koncentrator (hub) lub przełącznik (switch)



Topologie sieci LAN i MAN



Topologia pierścieniowa



Topologia drzewiasta



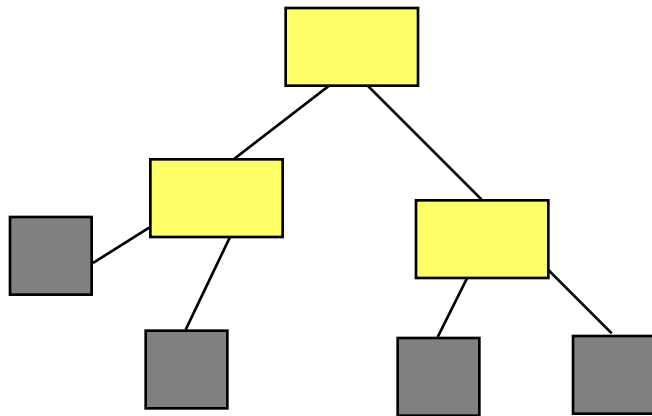
Urządzenie końcowe



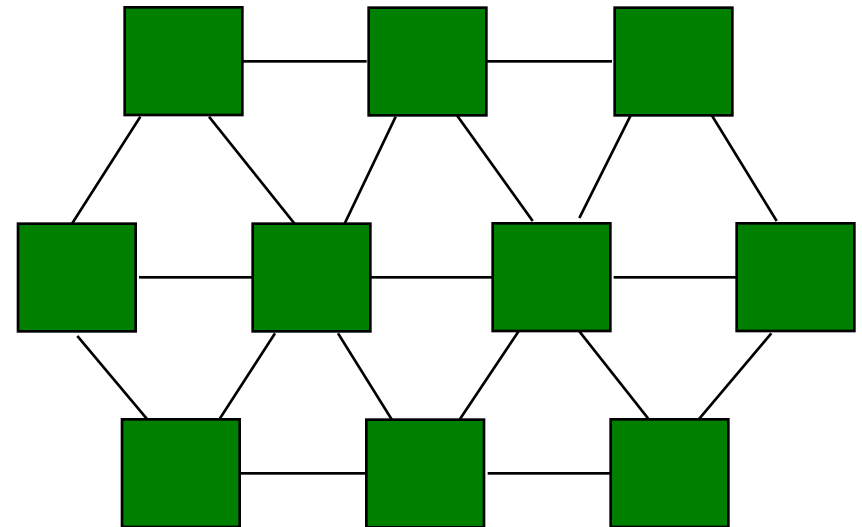
Urządzenie aktywne




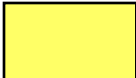
Topologie sieci MAN i WAN



Topologia hierarchiczna



Topologia siatki

 Urządzenie końcowe
 Urządzenie aktywne

 Urządzenie sieciowe



Urządzenia sieciowe

Urządzenia bierne

- **Media transmisji:** kable, światłowody, skrętka

Urządzenia aktywne

- **Osprzęt sieciowy:** huby, mosty, przełączniki, routery, konwertery, modemy, punkty dostępowe sieci bezprzewodowych, karty sieciowe

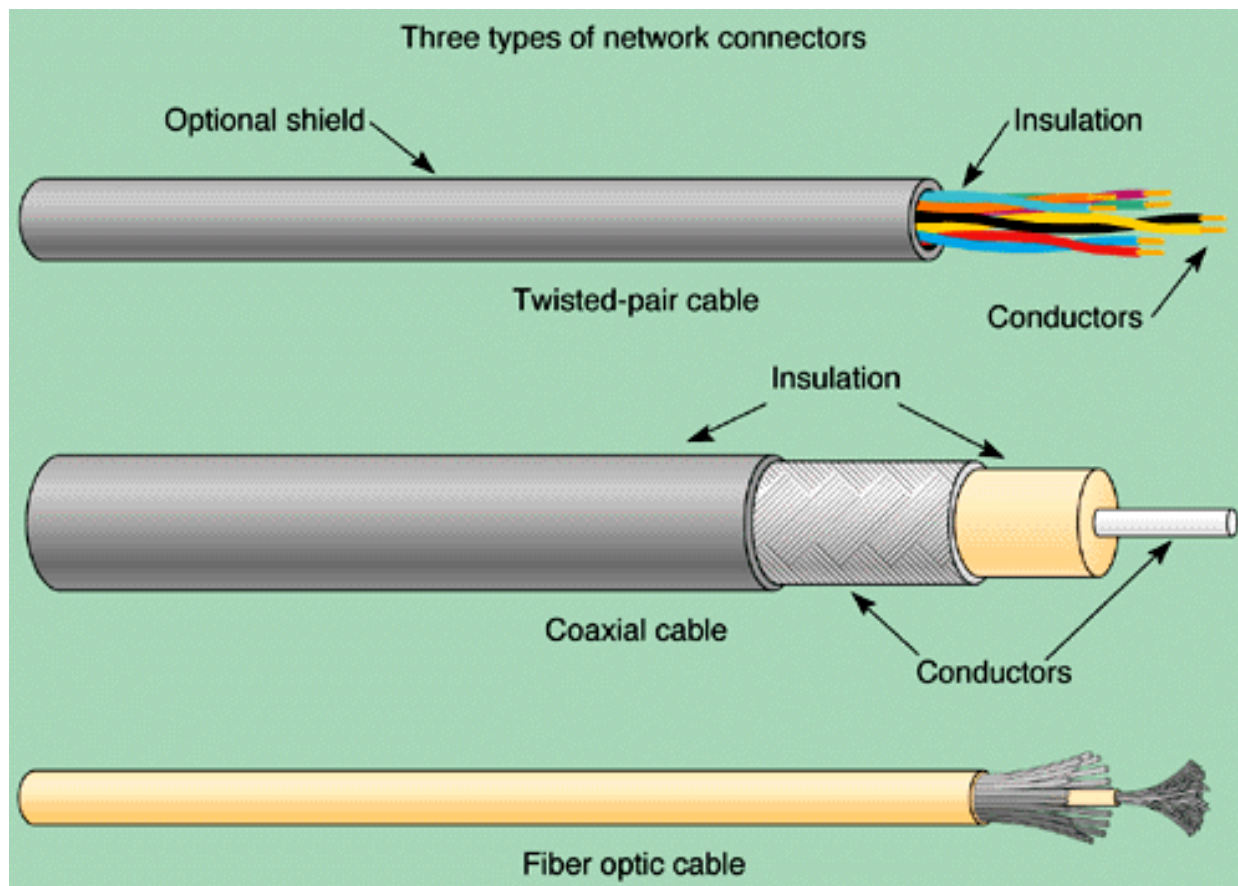
Urządzenia końcowe

- serwery, stacje robocze, drukarki terminale inne sieciowe urządzenia peryferyjne



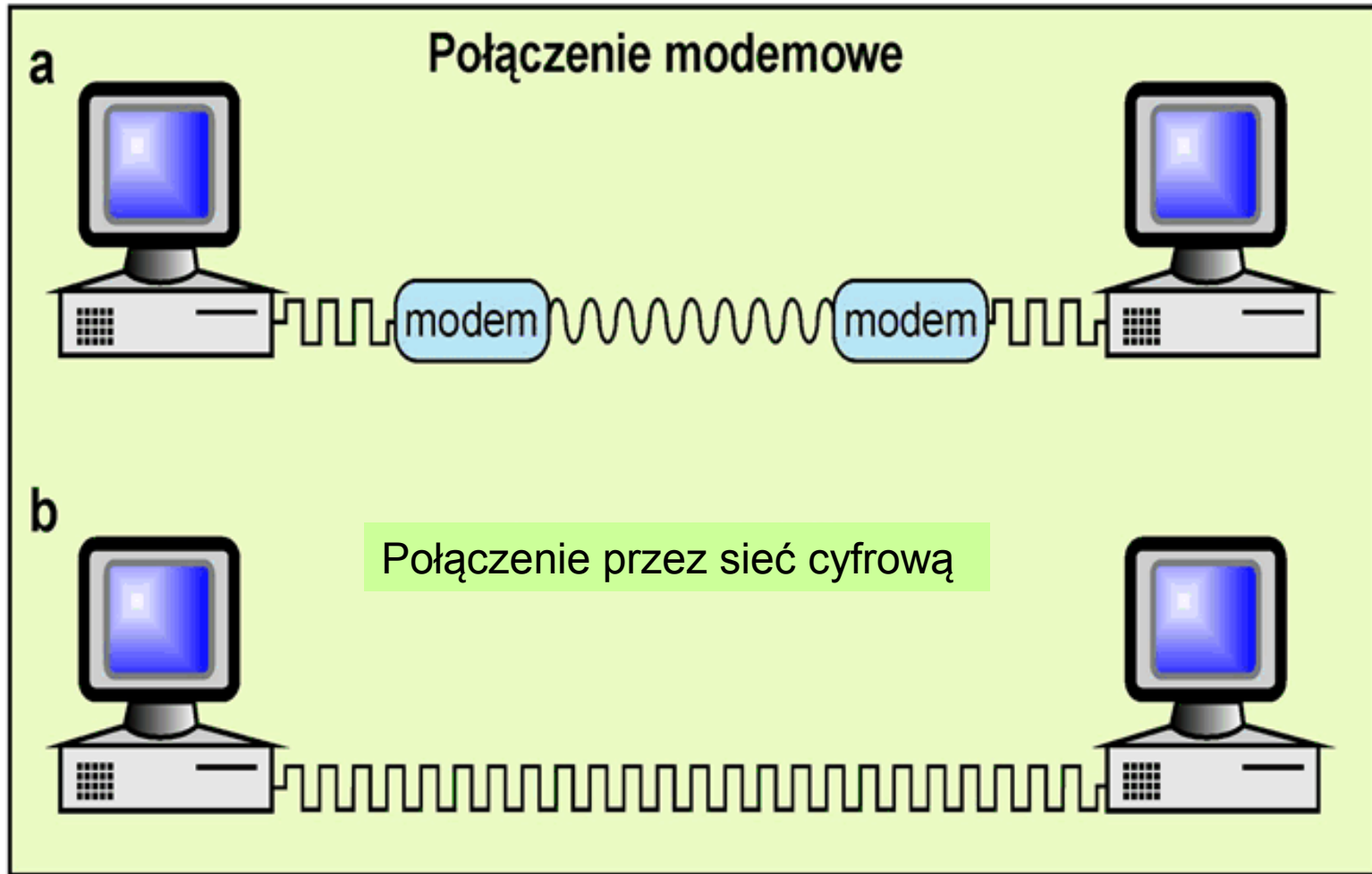


Media transmisji





Komunikacja pomiędzy komputerami





Wymiana informacji

W sieciach komputerowych informacje nie są przenoszone w postaci ciągłego strumienia bitów, lecz są dzielone na porcje nazywane **pakietami**.

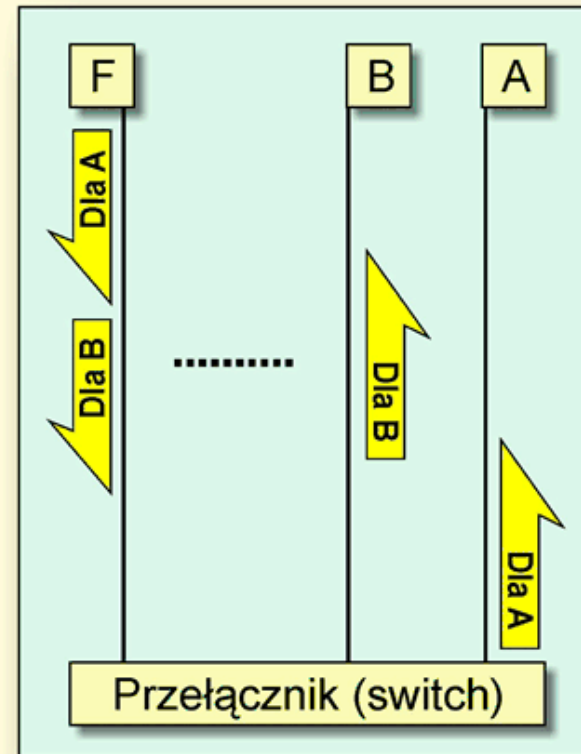
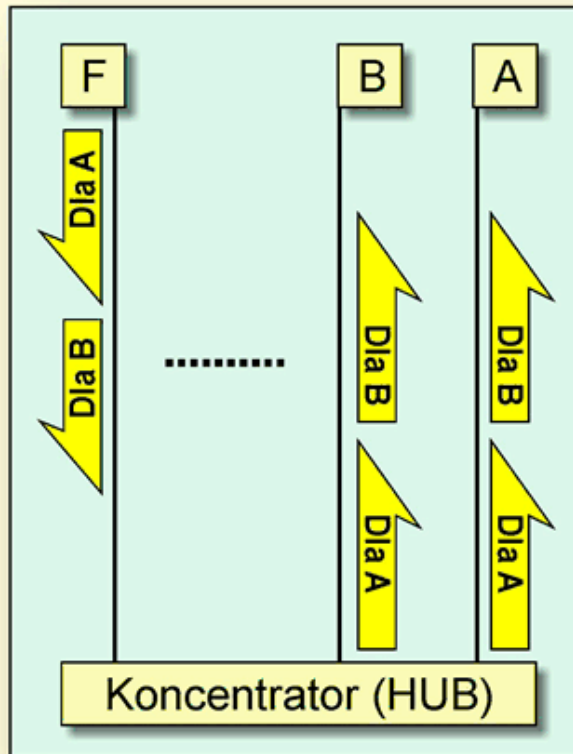
Rutery są to specjalne urządzenia decydujące o wyborze drogi pakietów w sieci. Sieć komputerowa jest siecią z **komutacją pakietów**.

Media transmisji : skrętka, kabel koncentryczny, światłowód.



Wymiana informacji

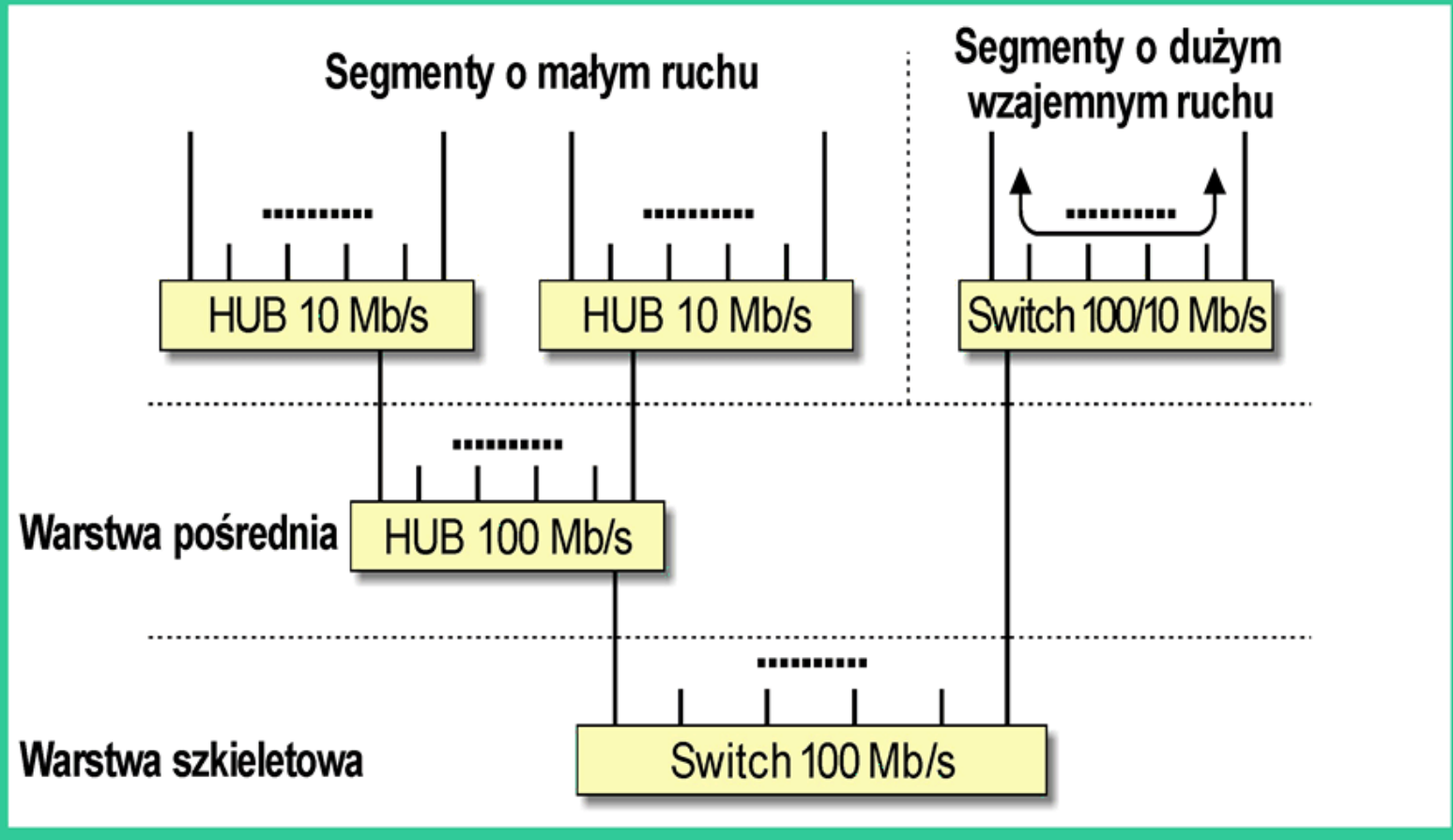
Różnica w ruchu pakietów





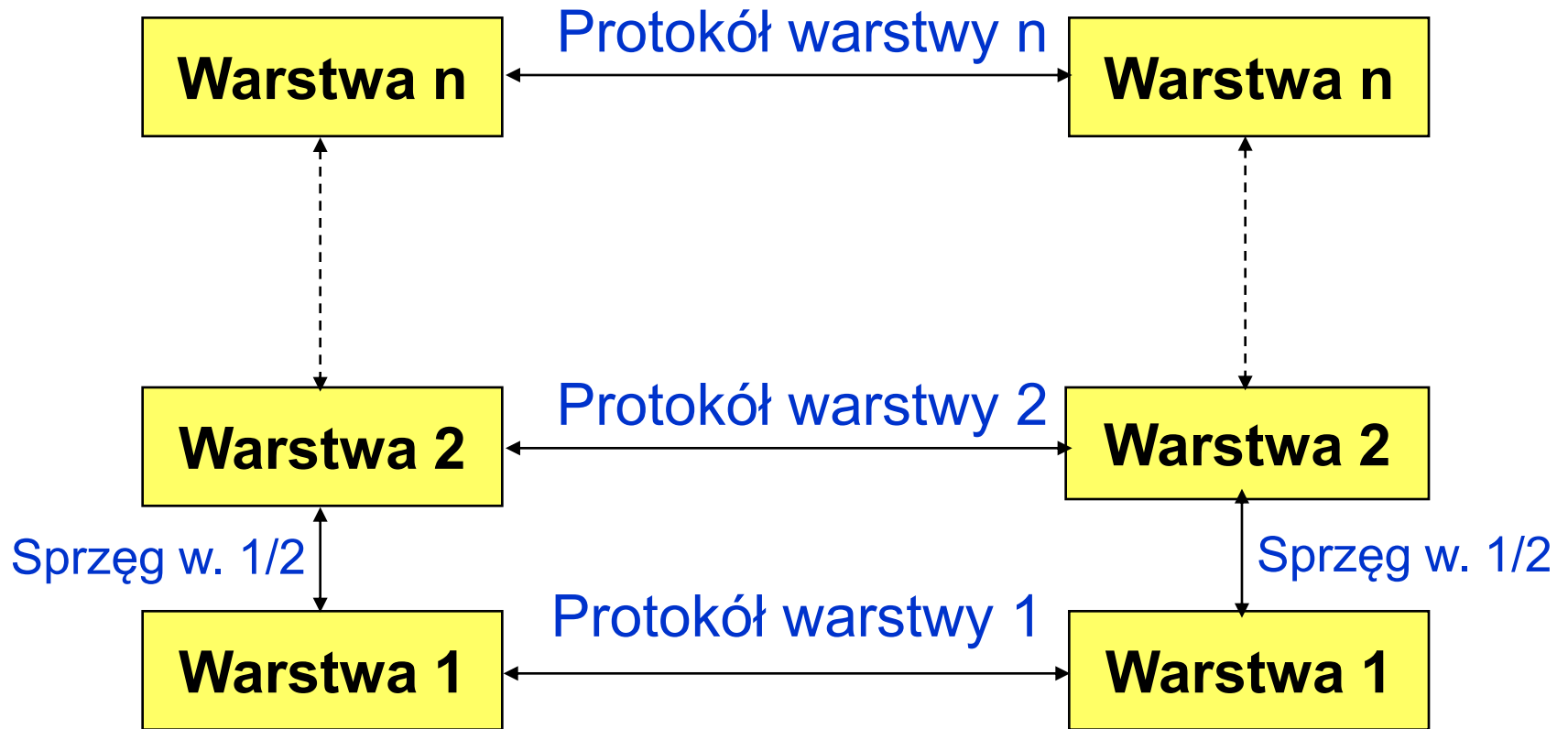
Wymiana informacji

Wydzielenie segmentu o dużym ruchu wewnętrznym





Architektura sieci komputerowych



Model warstwowy sieci komputerowej



Model odniesienia ISO - OSI

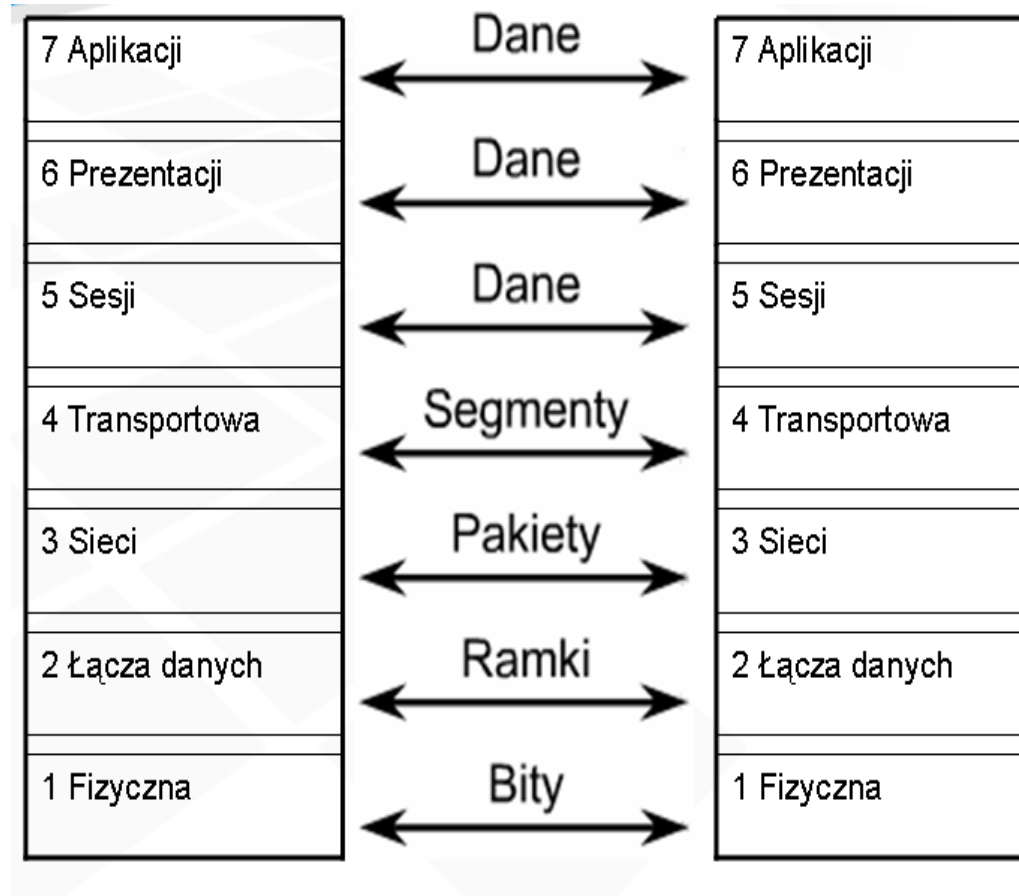


Warstwy w modelu odniesienia OSI





Model komunikacji

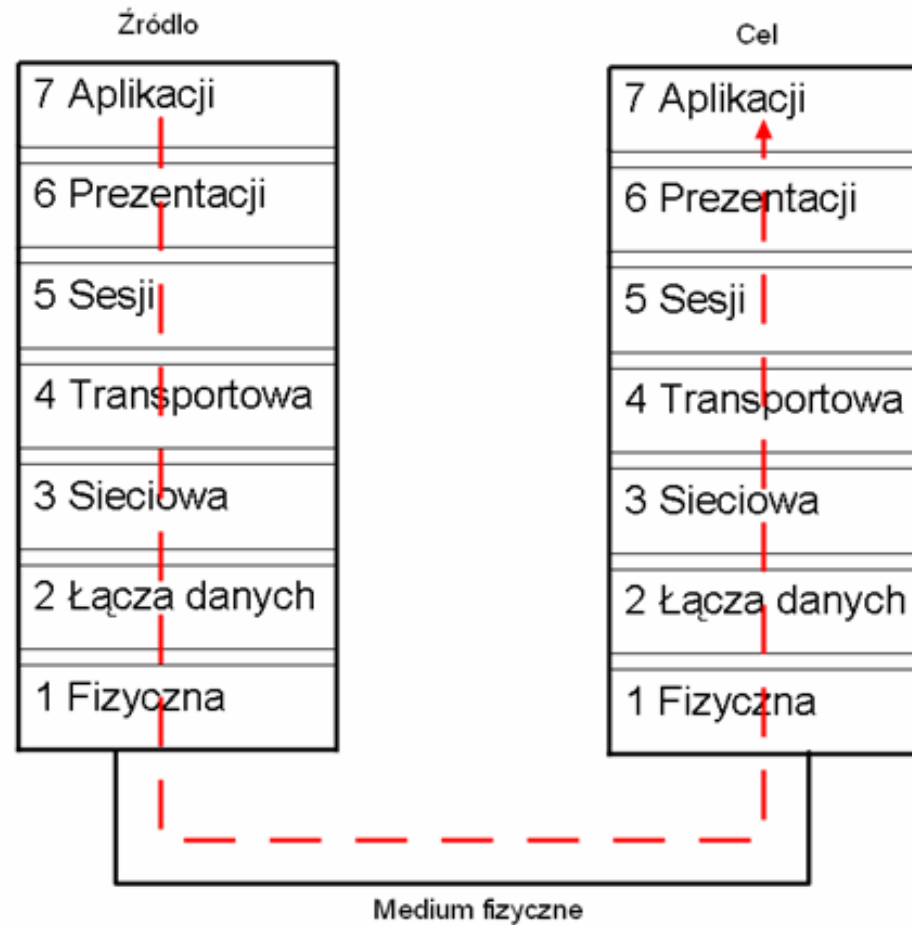


Model komunikacji



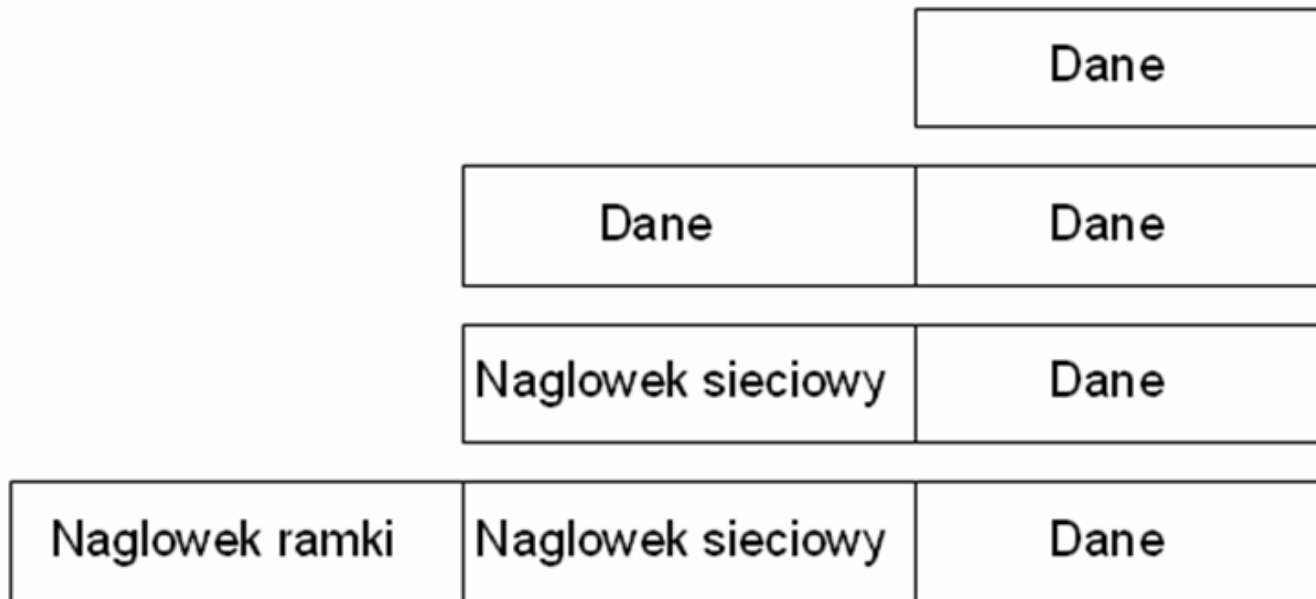


Model komunikacji



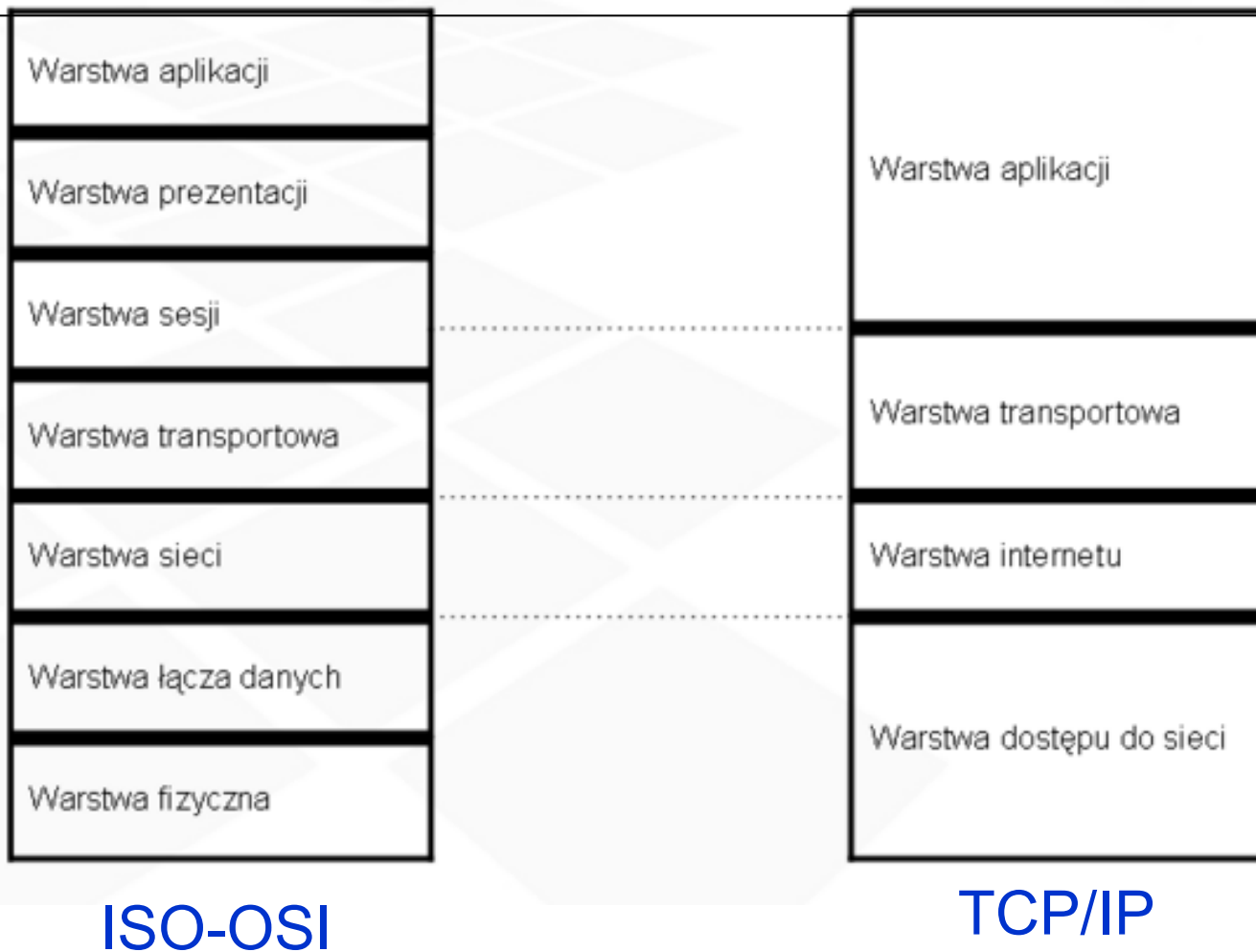


Enkapsulacja





Modele TCP/IP i ISO - OSI





Wybrane standardy sieci LAN i MAN

IEEE 802 jest grupą standardów **IEEE** stosowanych w lokalnych sieciach komputerowych (**LAN**) oraz miejskich sieciach komputerowych (**MAN**) przesyłających dane w systemie pakietowym.

IEEE 802.3 Ethernet

IEEE 802.6 Metropolitan Area Networks

IEEE 802.11 Wireless LAN (Wi-Fi)

IEEE 802.15 Wireless PAN

IEEE 802.15.1 Bluetooth



Sieci lokalne (LAN)

W klasycznych sieciach tego typu komputery mogą pracować jako **stacje robocze** lub **serwery**.

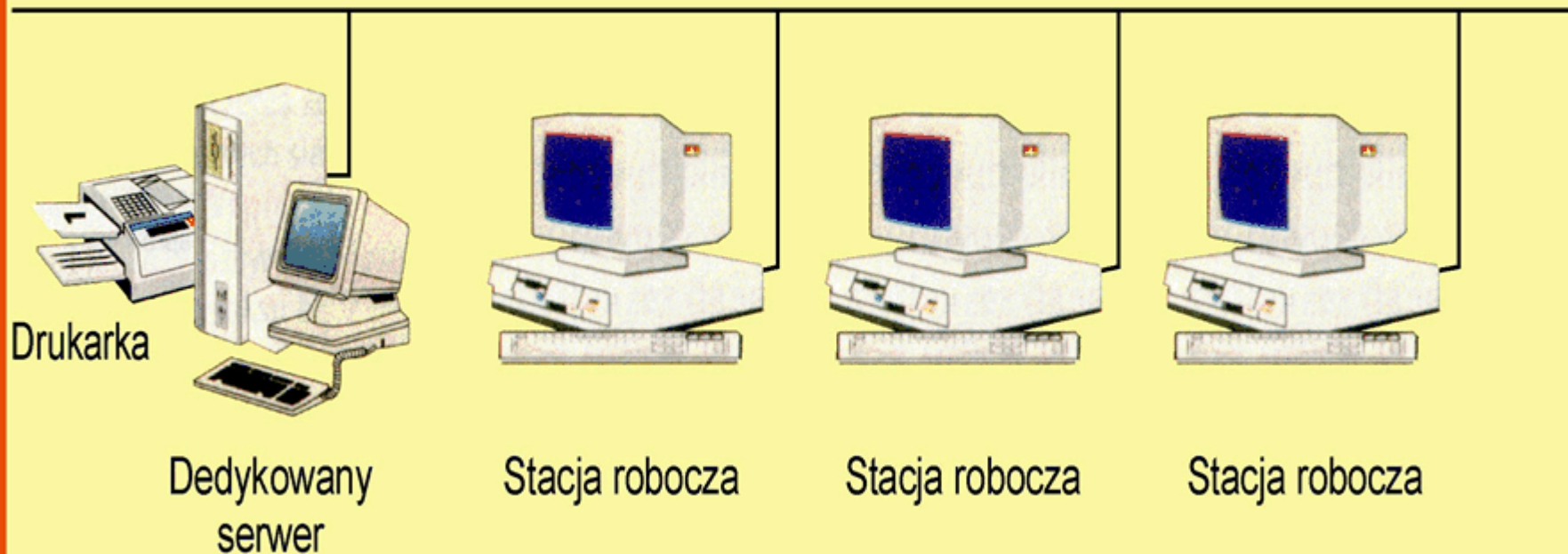
Serwer jest to komputer, który udostępnia swoje zasoby lub podłączone do niego urządzenia innym komputerom. **Stacje robocze** są komputerami użytkowników, które korzystają z usług serwerów.

Rozróżnia się **sieci lokalne z dedykowanym serwerem**, w których istnieje ścisły podział funkcji między serwery a stacje robocze oraz **sieci równorzędne** (ang. *peer-to-peer*), w których każdy komputer może realizować jednocześnie funkcje serwera i stacji roboczej.



Sieci lokalne (LAN)

Architektura klient-serwer





Sieci lokalne (LAN)

Architektura peer-to-peer

Stacja robocza



Serwer druku
(Print Server)

Stacja robocza



Serwer poczty
(Mail Server)

Stacja robocza



Serwer plików
(File Server)

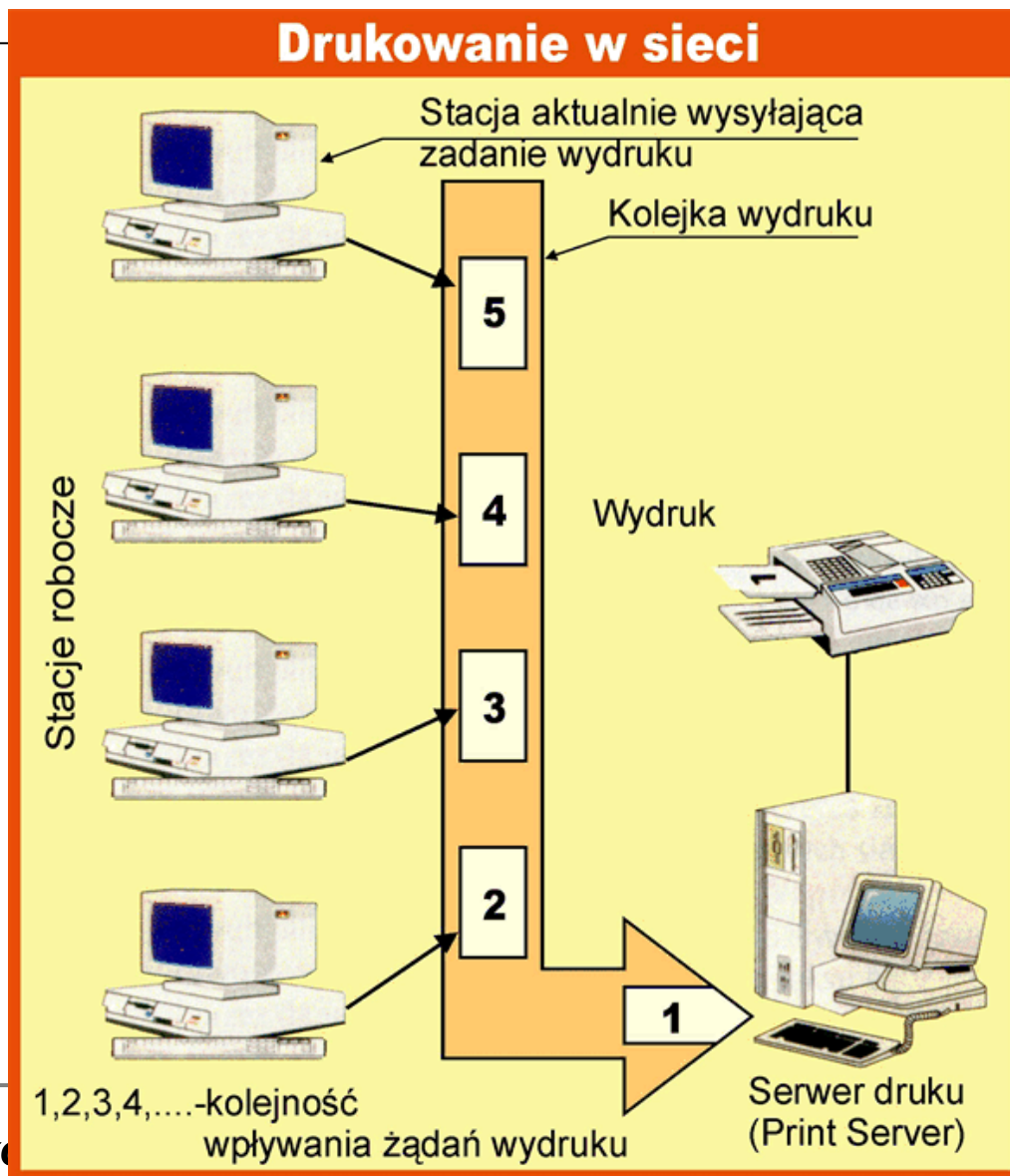
Stacja robocza



Realizacja pozostałych usług



Sieci lokalne (LAN)



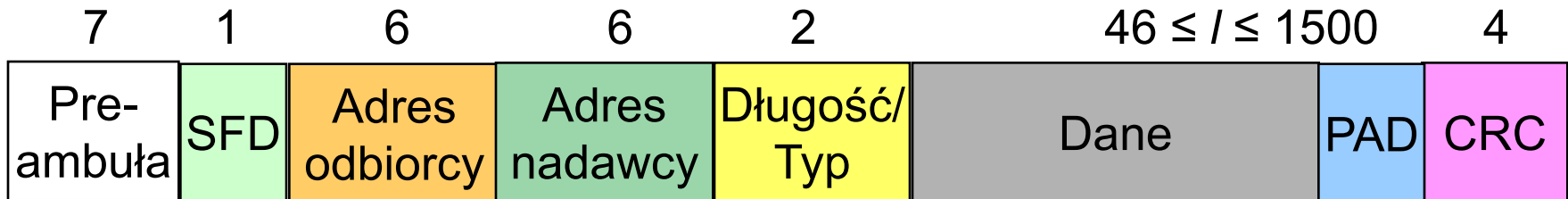


Ethernet

Ethernet jest nazwą sieci LAN opartych na protokole dostępu do medium transmisyjnego MAC typu CSMA/CD (ang. *Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection*).

Jest to sieć pracująca w trybie rozgłoszeniowym z rywalizacyjnym dostępem do łącza.

Długość w bajtach



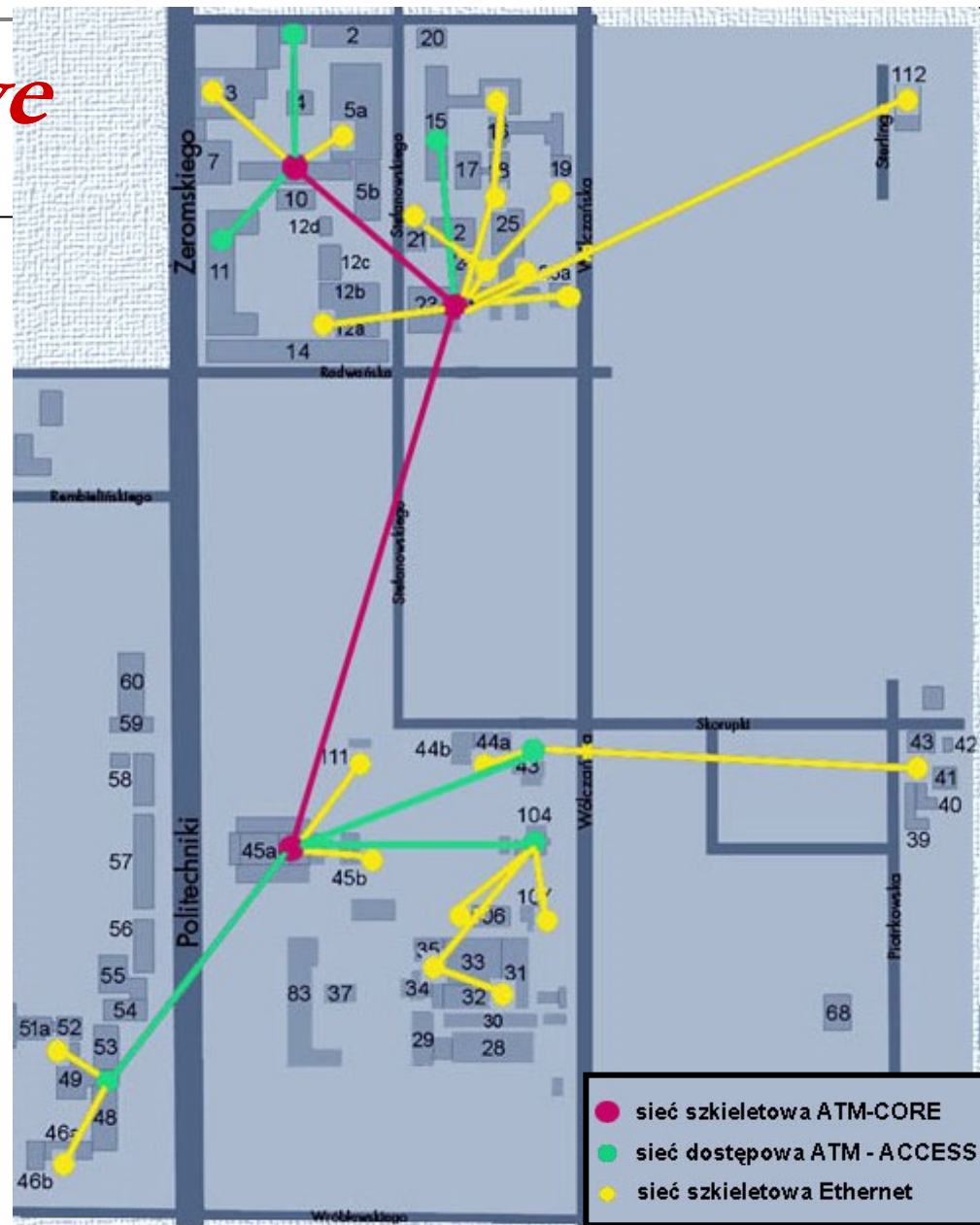
Format ramki zgodnej ze standardem IEEE 802.3



Sieci kampusowe

Uczelniana Sieć Komputerowa PŁ

została wykonana w technologii mieszanej z wykorzystaniem ATM 155 Mbps oraz Ethernet 10/100/1000 Mbps, w oparciu o wielomodowe linie światłowodowe.





Sieci metropolitalne (MAN)

Sieci metropolitalne łączą sieci lokalne na terenie miasta i są węzłami sieci rozległych.

MSK LODMAN – Miejska Sieć Komputerowa w Łodzi jest rozległą szerokopasmową siecią komputerową typu MAN (Metropolitan Area Network), zarządzaną przez Centrum Komputerowe Politechniki Łódzkiej.

Sieć **MSK LODMAN** jest jednym z członków krajowej sieci **PIONIER**. Ma ponad 150 stałych klientów.



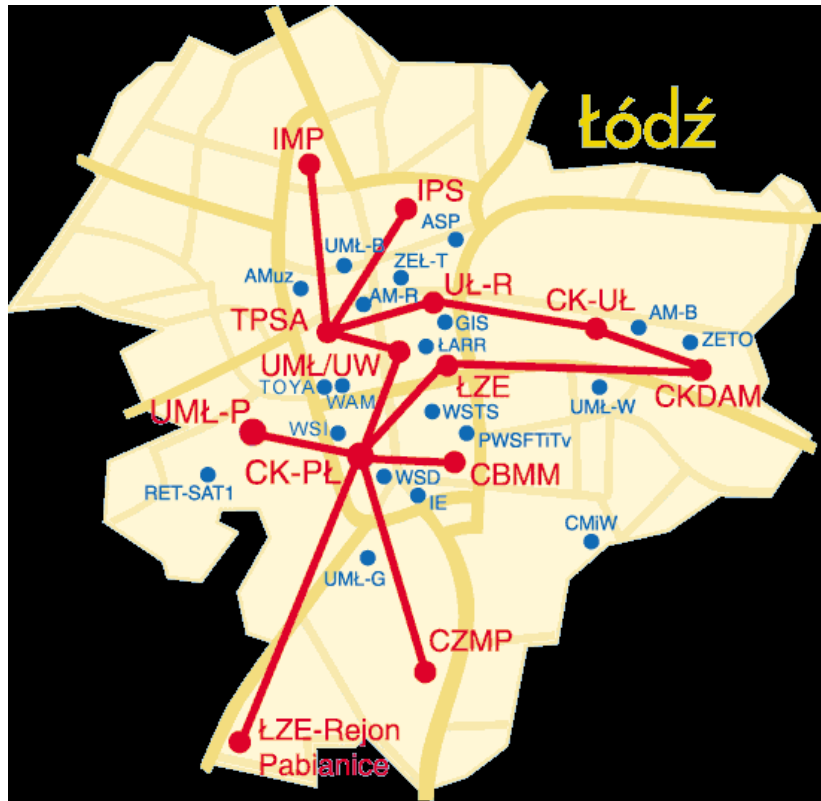
Sieci metropolitalne (MAN)

MSK LODMAN ma topologię podwójnego pierścienia, składa się z dwóch podsystemów:

- sieci szkieletowej - 10 Gigabit Ethernet z wykorzystaniem protokołu MPLS;
- sieci dostępowej - węzły dostępowe umożliwiają przyłączenie z prędkością 1Gbit/s.



MSK ŁODMAN



- **Lokalizacja węzłów sieci szkieletowej**
- **Główne punkty dostępu**

<http://www.lodman.pl>



Sieci rozległe (WAN)

Zasadniczą funkcją sieci rozległych jest transmisja danych na duże odległości.

Sieci **WAN** można podzielić na:

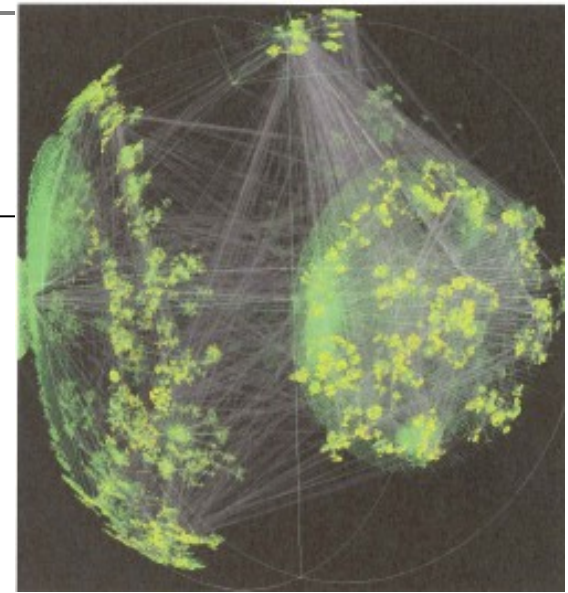
- krajowe,
- międzynarodowe (Internet, GEANT).

Sieci krajowe w Polsce:

PIONIER – Polski Internet Optyczny



Internet



Sieć **Internet** jest największą ogólnosiwiatową siecią komputerową.

Podstawą funkcjonowania **Internetu** jest współpraca wszystkich połączonych sieci fizycznych zgodnie z przyjętym zestawem protokołów, określonych w skrócie **TCP/IP** (ang. *Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*).





Internet

Jednolity system adresacji

Adres **IP** jest unikalną w skali Internetu liczbą całkowitą.

W wersji **IPv4** adres **IP** jest 32-bitową liczbą całkowitą. Zapisuje się go jako 4 oddzielone kropkami liczby dziesiętne, np. 128.10.2.30.

Adres **IP** składa się z dwóch części:

- identyfikatora sieci,
- identyfikatora komputera należącego do sieci.

W wersji **IPv6** adres **IP** ma 128 bitów.



Internet

System nazw DNS (*Domain Name System*) - system nazw domenowych, który ułatwia zapis adresów IP. Zapewnia on zamianę adresów DNS (nazw mnemonicznych) na adresy IP.

System DNS opiera się na drzewiastej strukturze adresów domen.

Przykład:

kis.p.lodz.pl



Internet

Usługi Internetu:

- zdalne logowanie,
- transfer plików,
- poczta elektroniczna (e-mail),
- systemy organizowania i publicznego udostępniania informacji (WWW),
- systemy wyszukiwania informacji,
- listy adresowe,
- grupy dyskusyjne,
- inne.





Internet

Zasadnicze zagadnienia, które związane są z budową Internetu dotyczą takich spraw jak:

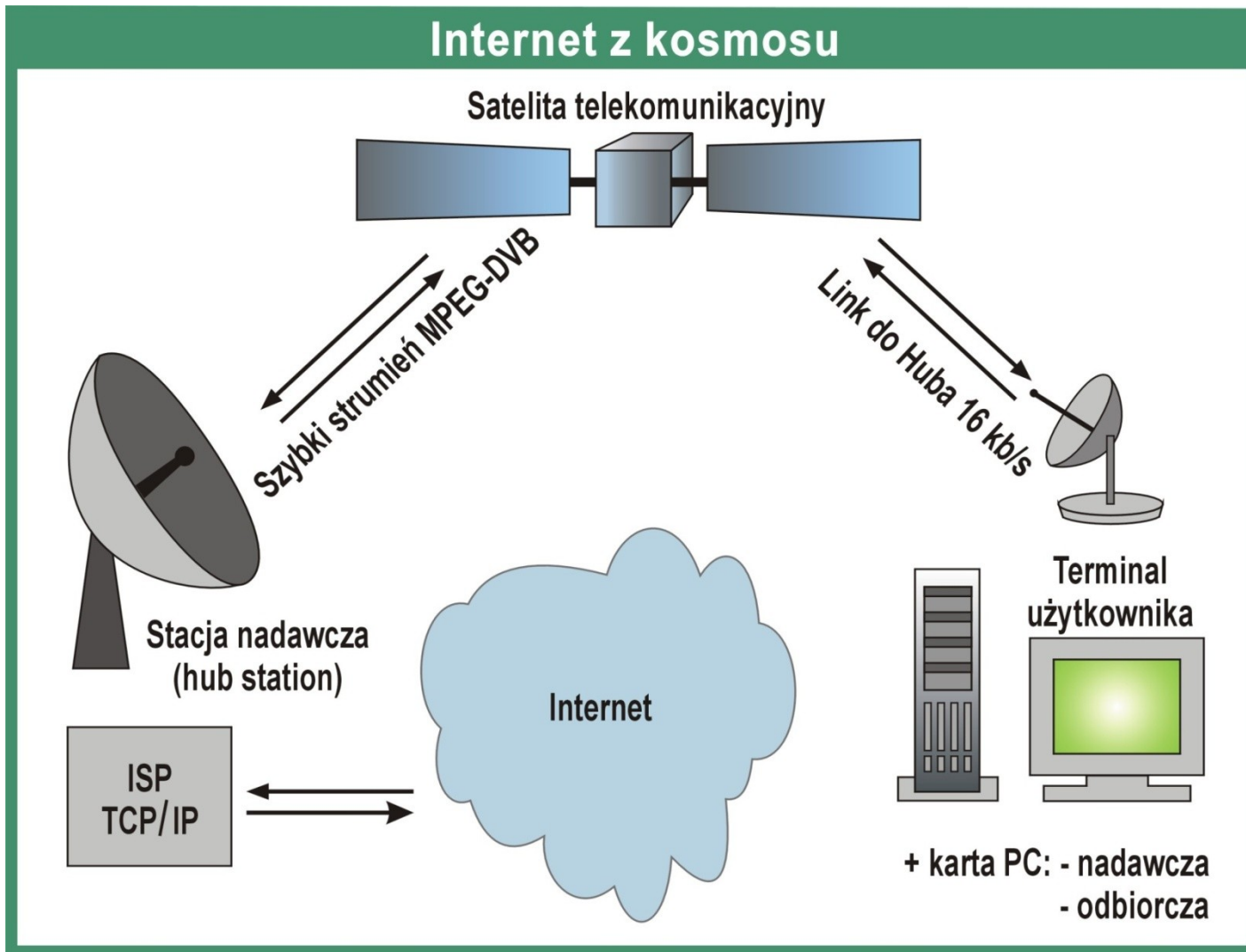
- łączenie komputerów w lokalną sieć komputerową,
- podłączanie do sieci pojedynczych komputerów w sytuacji dużych odległości,
- rozbudowa lokalnych sieci komputerowych,
- komunikacja między sieciami lokalnymi,
- usługi sieciowe,
- bezpieczeństwo sieci,
- zarządzanie i monitoring sieci.

Historia rozwoju sieci komputerowych w Polsce

NASK
Naukowa i Akademicka
Sieć Komputerowa w Polsce
1995 r.





Łącza satelitarne

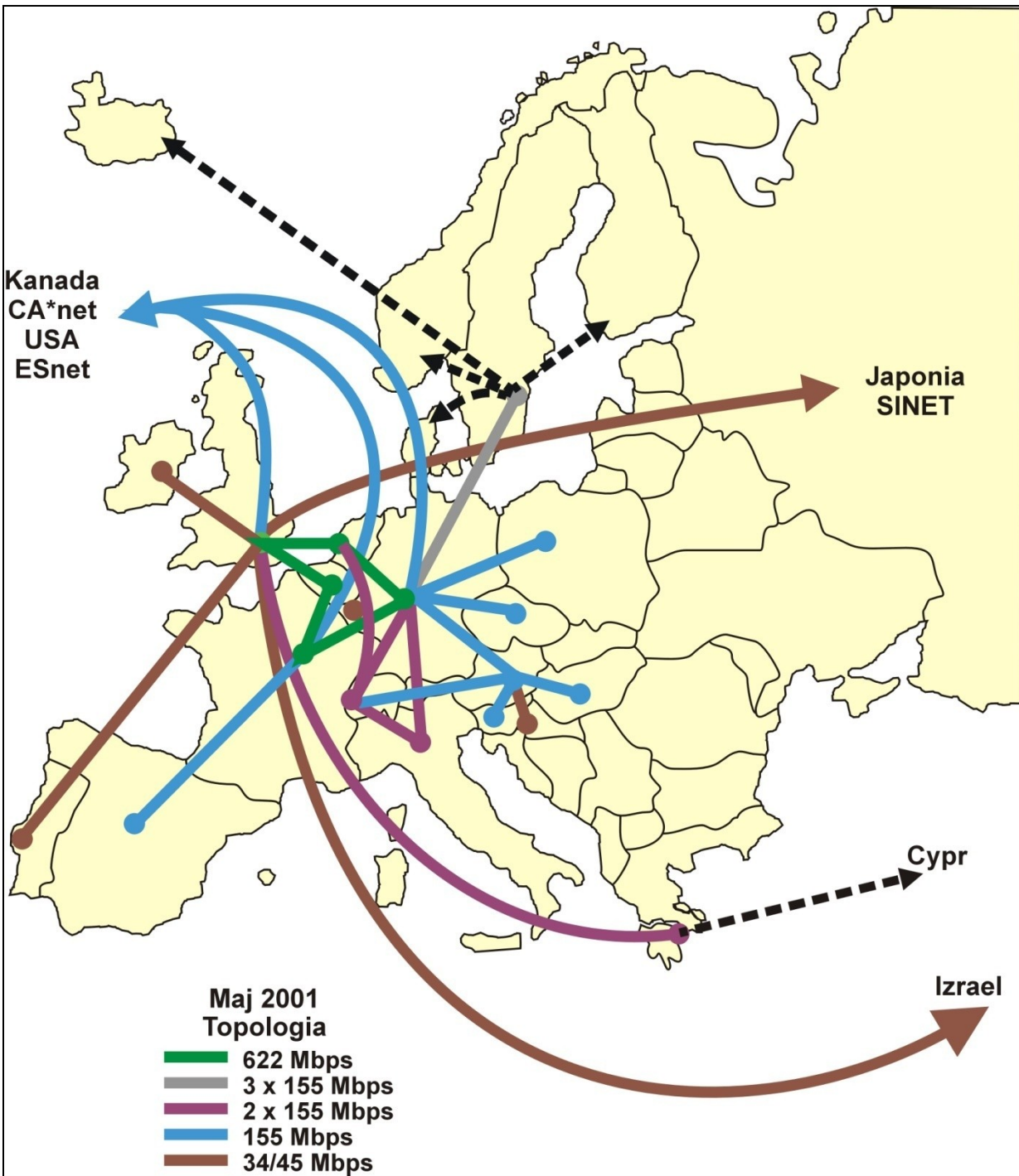


Sieci Pol-34 i Pol-155



-  Połączenia 34 Mb/s w sieci SDH TEL-ENERGO
-  Połączenia 155 Mb/s w sieci SDH TEL-ENERGO

*Sieć
Ten - 155*





Sieć Pol-34/622

- W sieci **POL-34/622** przepustowość niektórych połączeń wzrosła do 622 Mb/s i sieć po raz kolejny zmieniła nazwę.
- W 2004 r. sieć POL-34/622 zakończyła swoje działanie, a jej rolę przejęła sieć PIONIER.



PIONIER

PIONIER – budowana od 2001 r. ogólnopolska szerokopasmowa sieć optyczna, służąca głównie ośrodkom akademickim do celów naukowych oraz do wytworzenia i testowania pilotowych usług społeczeństwa informacyjnego.

Infrastruktura w grudniu 2010:

Zakończenie budowy sieci PIONIER, która ma długość 5917,5 km światłowodów w Polsce, łączy 21 sieci MAN w Polsce i zamyka pętle optyczne własnymi światłowodami i własnym systemem transmisyjnym.

Operatorem sieci PIONIER jest **Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe**.



Aktualnie użytkowana infrastruktura



<http://www.pionier.net.pl/online/pl/projekty/69>, [2011]



Połączenia logiczne w sieci PIONIER



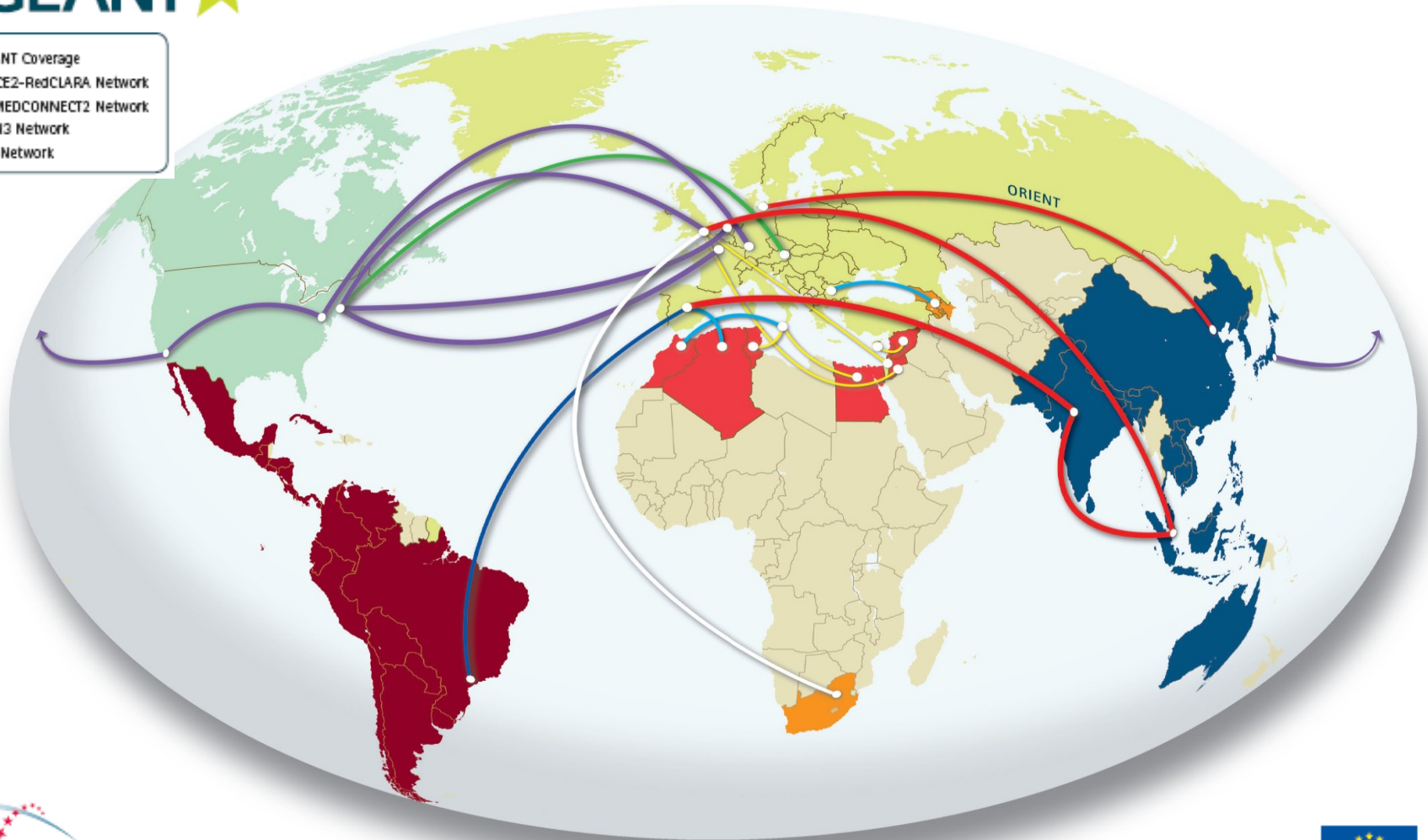
<http://www.pionier.net.pl/online/pl/projekty/69/>, [2011]



PIONIER

- **PIONIER** jest pierwszą w Europie krajową siecią akademicką wykorzystującą własne światłowody z technologią **DWDM** (ang. *Dense Wavelength Division Multiplexing*) i transmisją 10GE.
- PIONIER jest połączona z europejską GÉANT i światowymi sieciami naukowymi.
- **DWDM** - to technika multiplikacji wielu sygnałów cyfrowych w jednym łączy światłowodowym z przydzieleniem każdemu sygnałowi innej długości fali świetlnej, innego kanału. Gęste zwielokrotnienie falowe DWDM jest jednym z rozwiązań dla superszybkich sieci szkieletowych, można zwiększyć przepustowość łączy bez inwestowania w nowe instalacje światłowodowe. Na przykład firma NEC w roku 2000, na odcinku 168 km osiągnęła szybkość transmisji 6,4 Tb/s.

- GÉANT Coverage
- ALICE2-RedCLARA Network
- EUMEDCONNECT2 Network
- TEIN3 Network
- BSI Network



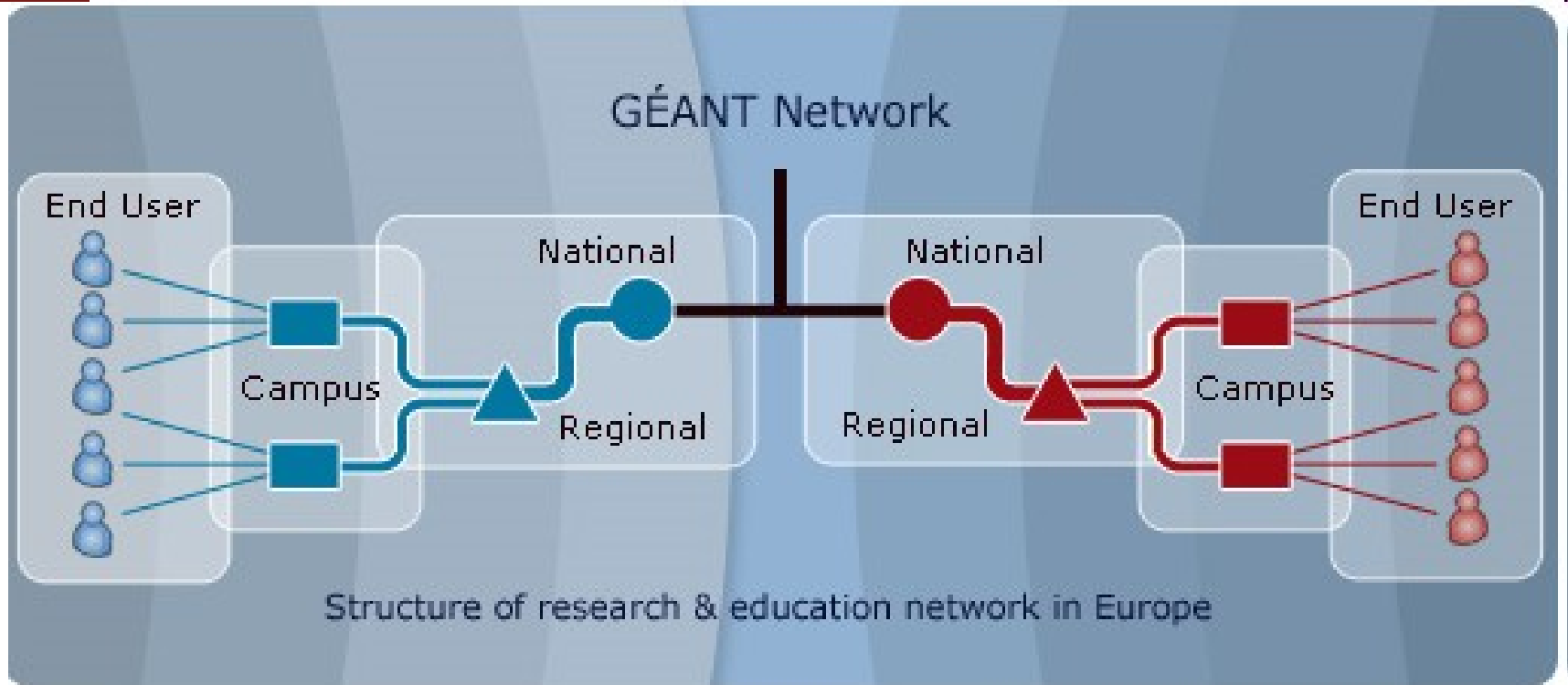


GEANT

- GÉANT jest siecią paneuropejską zrzeszającą środowiska akademickie i naukowo-badawcze.
- GÉANT łączy 40 mln. użytkowników w ponad 8,000 instytucji w 40 krajach.



Struktura sieci GEANT



Sieć GEANT ma architekturę hierarchiczną

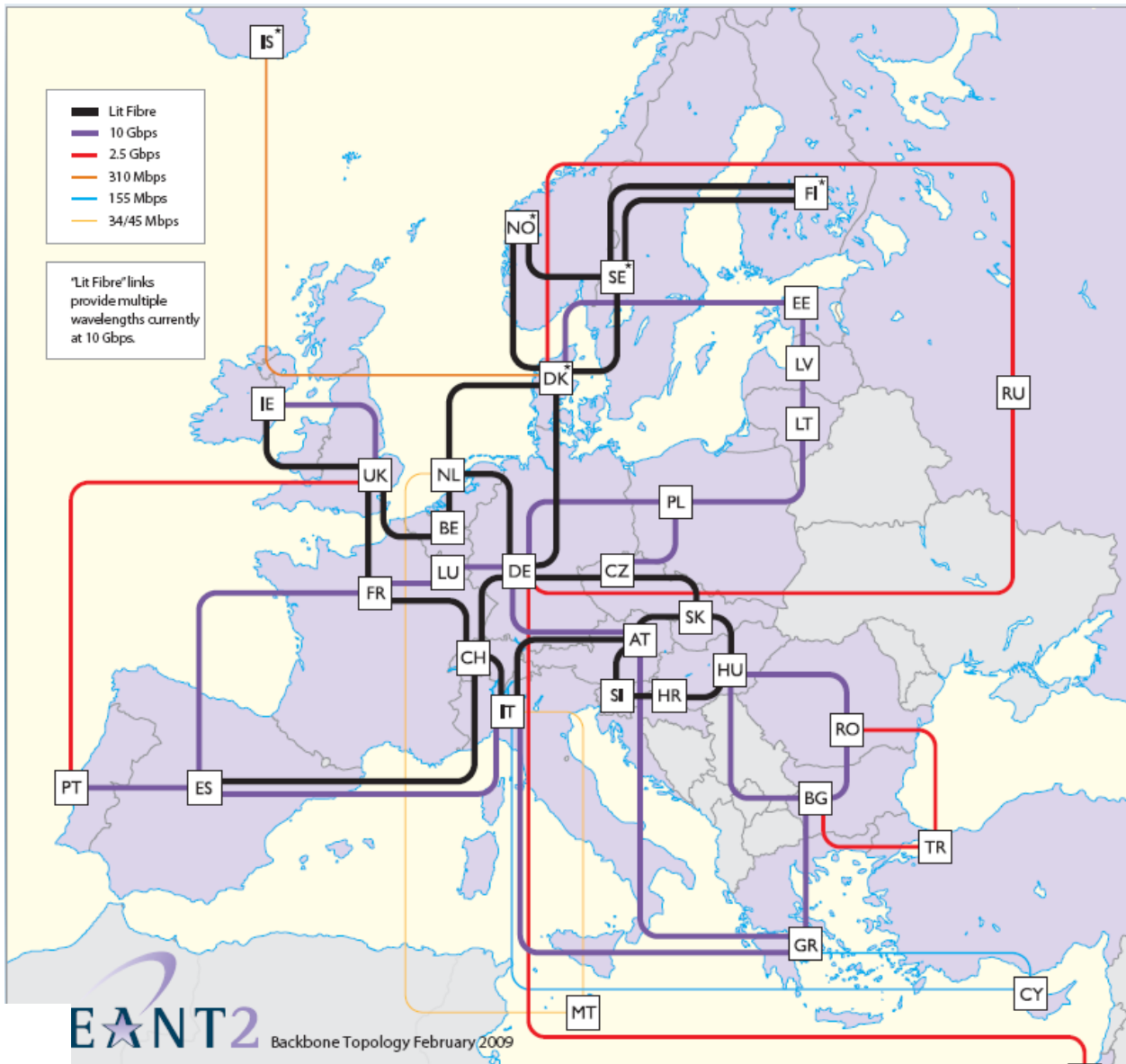


GEANT 2

- GÉANT2 jest siecią szerokopasmową, która łączy środowiska naukowe w Europie, łączy ponad 30 mln. użytkowników w 34 krajach w Europie.
- GÉANT2 została zbudowana ze środków Unii Europejskiej w ramach projektu DANTE.

<http://www.geant2.net/>





GEANT2 operated by DANTE on behalf of Europe's NRENs.

<http://www.geant2.net/>



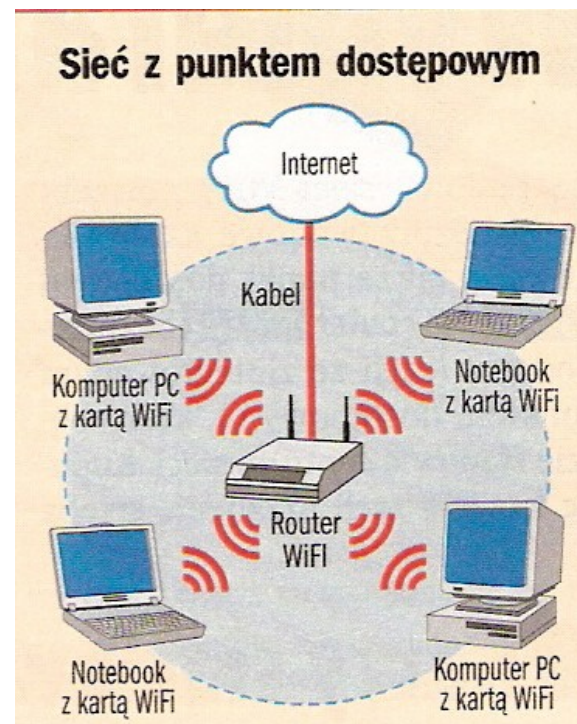
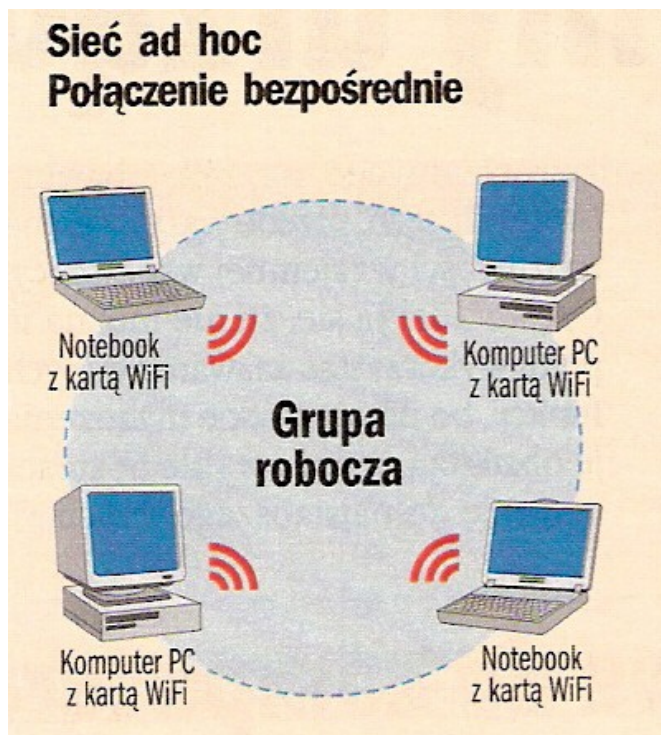
Sieci bezprzewodowe WLAN

- **Bezprzewodowa sieć lokalna – WLAN** (ang. *Wireless Local Area Network*) – sieć lokalna, w której połączenia między urządzeniami sieciowymi zrealizowano bez użycia przewodów.
- Sieci bezprzewodowe często są określane terminem **Wi-Fi** (ang. *Wireless Fidelity*).
- W sieciach tego typu do transmisji sygnałów wykorzystywane są najczęściej **fale radiowe** w paśmie 2,4 GHz lub 5 GHz, lub też **promieniowanie podczerwone**.





Sieci bezprzewodowe

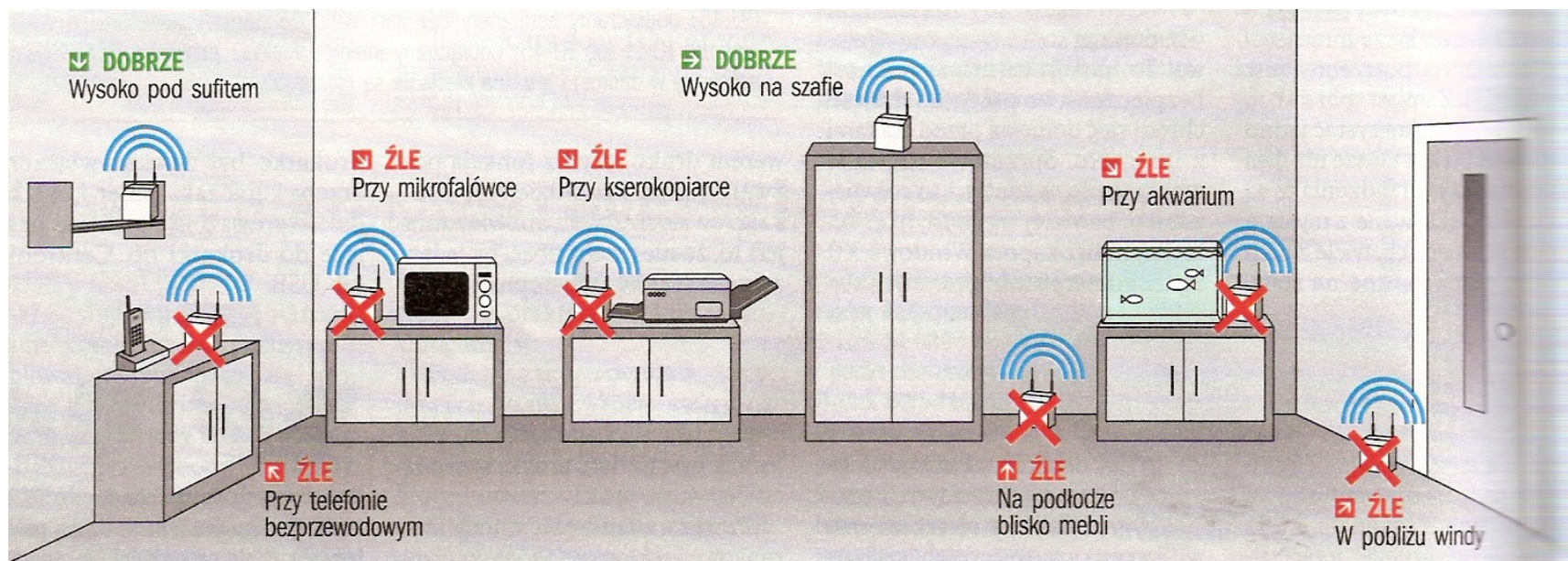


Topologie sieci bezprzewodowych





Sięci bezprzewodowe



Układ i rozmieszczenie urządzeń sieciowych



Technologia Bluetooth

Technologia bezprzewodowej komunikacji, w której używane są fale radiowe w paśmie ISM 2,4 GHz.



Zestaw słuchawkowy
w technologii Bluetooth



Myszka



Adapter USB



Technologia IrDA

IrDA (ang. Infrared Data Association)

Technologia IrDA wykorzystuje skupioną wiązkę światła w paśmie podczerwonym.

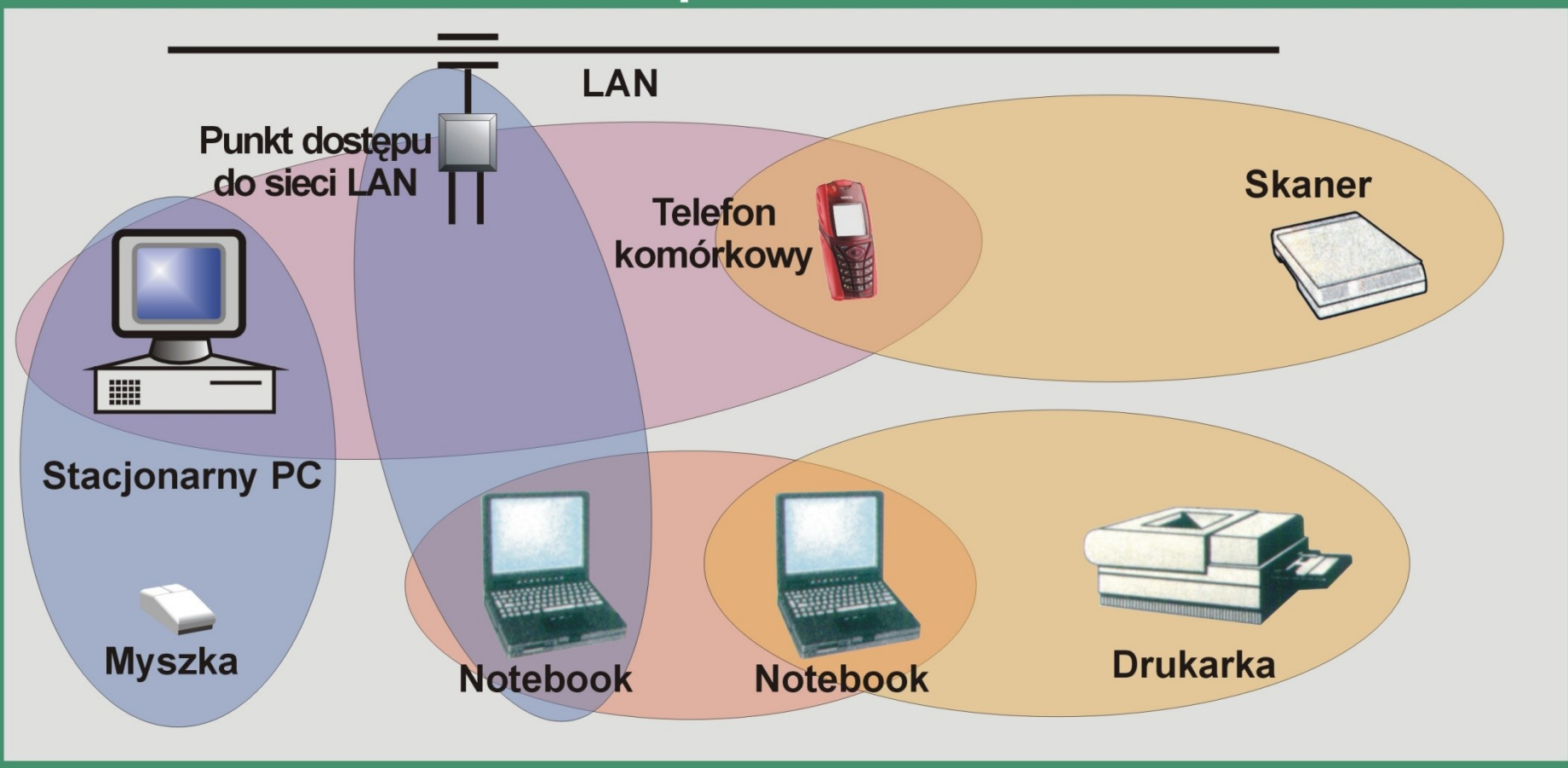


Port IrDA podłączany do komputera poprzez gniazdo USB

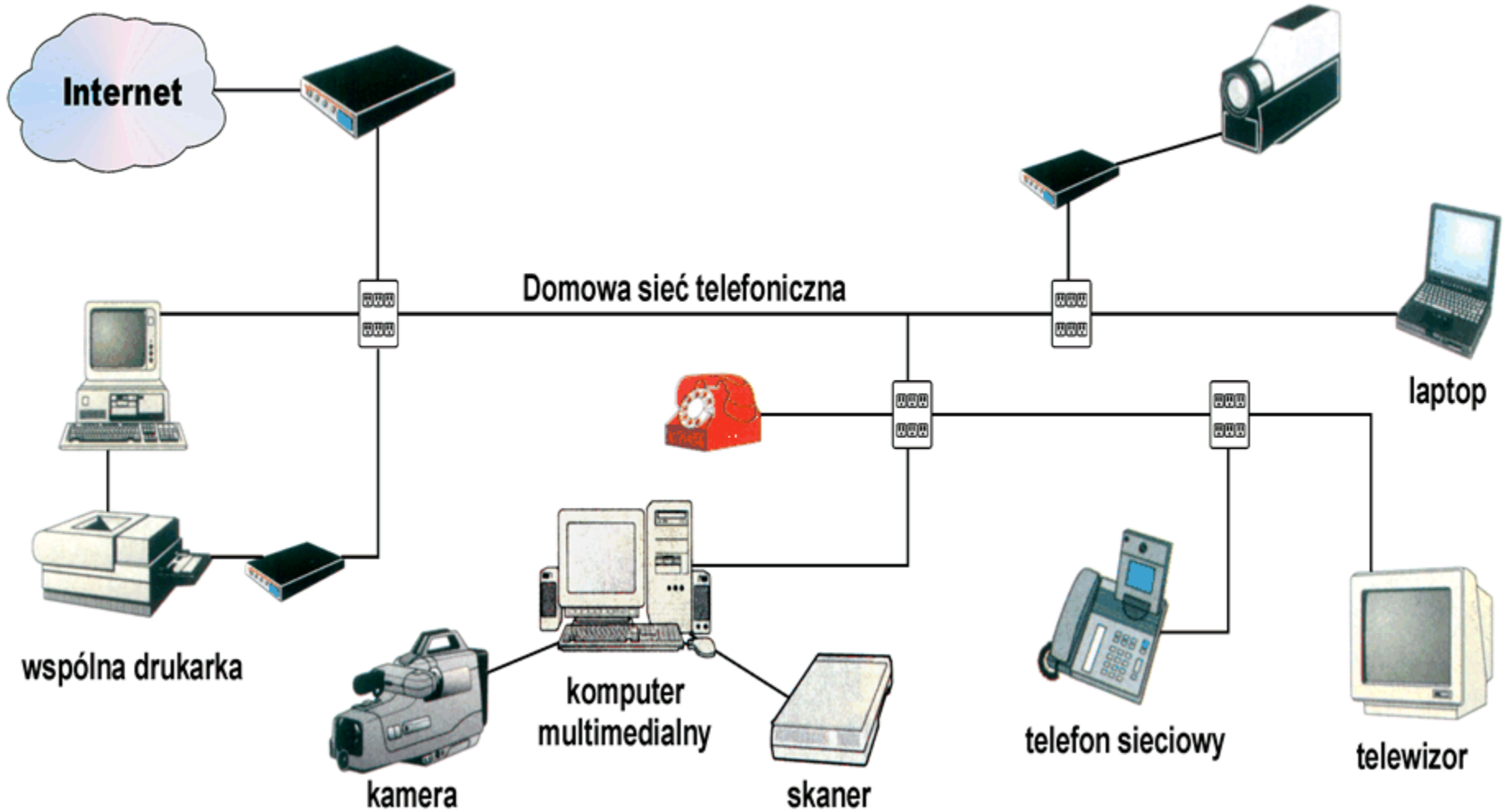


Sieci bezprzewodowe PAN

Struktura podsieci Bluetooth



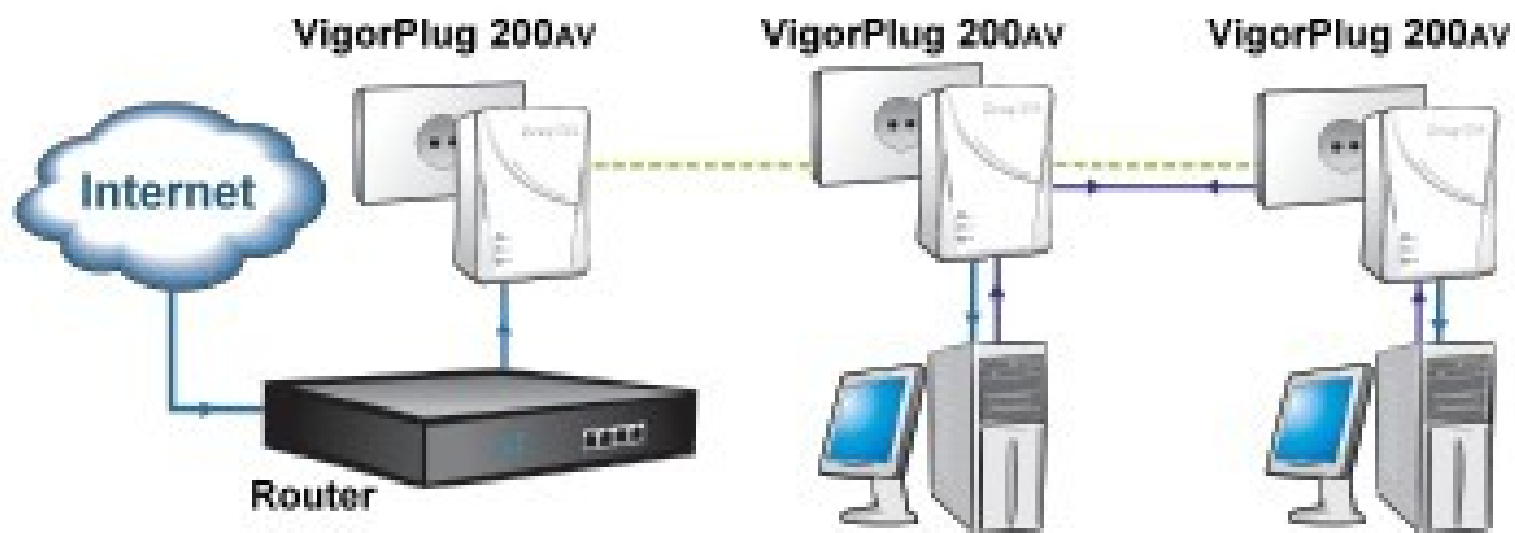
Sieć domowa



Sieci realizowane w oparciu o kable energetyczne.

Systemy tej kategorii pracują na liniach energetycznych niskiego napięcia 220V/50Hz, gdzie są używanej jako warstwa transmisyjna w systemach kontroli i sterowania wyposażeniem tzw. inteligentnych domów, a także w systemach monitoringu obiektów chronionych. Systemy te wykorzystują pasmo transmisyjne w zakresie częstotliwości od 3 kHz do 148.5 kHz i pracują z szybkościami do kilkudziesięciu Kbit/s, a ich urządzenia nadawczo-odbiorcze są dołączane bezpośrednio do linii energetycznej.

Sieci realizowane w oparciu o kable energetyczne.



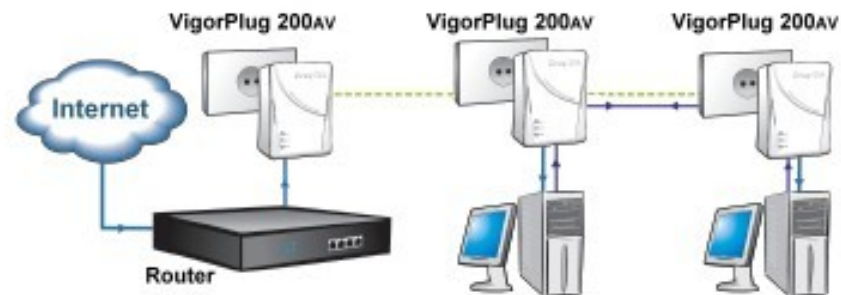
źródło: materiały szkoleniowe Instytutu Łączności

Sieci realizowane w oparciu o kable energetyczne.

▪ Wykorzystywanie przewodów sieci energetycznej do celów nawiązywania łączności nie jest pomysłem nowym. Przesyłanie danych po wydzielonych liniach energetycznych wysokiego napięcia stosowano już bowiem w latach 70-tych w systemach zdalnego zarządzania mocą. W tym samym czasie pojawiła się także idea tzw. **trojelfonu**, wykorzystującego linie trakcji energetycznej w kolejnictwie do celów telefonii.

▪ Kolejne systemy transmisyjne tej kategorii, identyfikowane w literaturze pod wspólną nazwą PLT (Power Line Telecommunications), pojawiły się dopiero w ostatnim dziesięcioleciu dzięki szybkiemu rozwojowi technologii wytwarzania dedykowanych układów scalonych wielkiej skali integracji (układy ASIC), a także dzięki upowszechnieniu techniki transmisyjnej CDMA, bardzo odpornej na silne zakłócenia sygnału, przez wiele lat zastrzeżonej dla celów militarnych.

Systemy tej kategorii pracują na liniach energetycznych niskiego napięcia 220V/50Hz, gdzie są używane jako warstwa transmisyjna w systemach kontroli i sterowania wyposażeniem tzw. inteligentnych domów, a także w systemach monitoringu obiektów chronionych. Systemy te wykorzystują pasmo transmisyjne w zakresie częstotliwości od 3 kHz do 148.5 kHz i pracują z szybkościami do kilkudziesięciu Kbit/s, a ich urządzenia nadawczo-odbiorcze są dołączane bezpośrednio do linii energetycznej. W zakresie mocy sygnałów użytecznych oraz wprowadzanych i emitowanych zakłóceń, są one zgodne ze standardami CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization).



źródło: materiały szkoleniowe Instytutu Łączności

IPv6 (IP next generation):

Protokół internetowy w wersji 6 (IPv6) zwany także protokołem internetowych nowej generacji (IPng) ma zastąpić używany już od ponad 20 lat protokół IPv4. Większość działających dziś sieci używa tego protokołu, który zaczyna przysparzać problemy, choćby z powodu malejącej ilości wolnych adresów.



IPv6 ma nie tylko poradzić sobie z tym problemem, ale także wprowadzić wiele usprawnień i modyfikacji w działaniu sieci komputerowej. Najważniejsze z nich to:

- 360 sekstylionów adresów IP dla urządzeń w sieci,
- obsługą Plug&Play z użyciem DHCP lub bez,
- optymalniejsze wykorzystanie sieci z pomocą adresów multicast i anycast (bez broadcast),
- lepsze wsparcie dla QOS (Quality of Service) dla wszystkich typów aplikacji,
- większe bezpieczeństwo dla pakietów z danymi oraz zawierających informację o nich,
- rozszerzone możliwości dla urządzeń mobilnych, lepsza optymalizacja routingu oraz mobilności heirarchicznej.

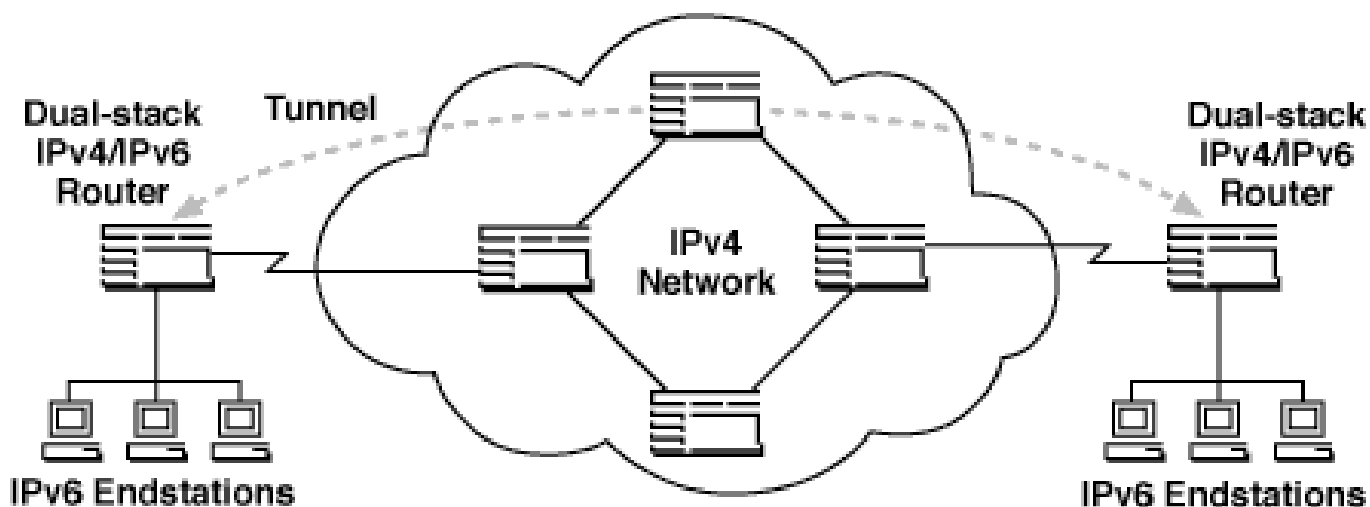


	IPv4	IPv6	Zalety IPv6
Przestrzeń adresowa	4 miliardy adresów	2 ¹²⁸ adresów	79 oktylionów więcej adresów do rozdysponowania
Konfiguracja	Ręczna lub DHCP	Uniwersalny Plug& Play (UPnP) z DHCP lub bez	Mniejsza kosztowność i mniej błędów
Broadcast / Multicast	Używane oba	Bez broadcast ale z wieloma odmianami multicast	Lepsza optymalizacja przepustowości
Wsparcie dla Anycast	Brak wsparcia	Obsługuje natywnie	Nowe zastosowania mobilne, centra danych
Konfiguracja sieci	W większości ręczna	Zautomatyzowane adresowanie hostów i routerów	Mniejsze koszty obsługi
Wsparcie dla QoS	TOS/DiffServe	Klasy i etykiety	Jednostkowa kontrola QoS
Bezpieczeństwo	Użycie IPSec do ochrony pakietów z danym	Kluczowa rola dla IPSec w ochronie pakietów	Zunifikowane bezpieczeństwo
Mobilność	Mobilny IPv4	Mobilny IPv6 z lepszą optymalizacją routingu i hierarchicznej mobilności	Lepsza wydajność i skalowalność

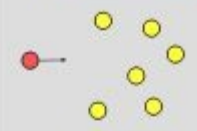


By ułatwić i uprościć migrację do nowego protokołu projektanci z IETF wbudowali w IPv6 wiele przydatnych mechanizmów:

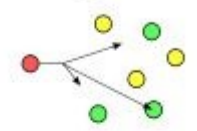
- Dowolność w kolejności jeśli chodzi o rodzaj urządzeń w przechodzeniu na nowy protokół,
- Utrzymanie kompatybilności w dół jeśli chodzi o obsługiwane protokoły,
- dwuprotokołowe stosy czy tunelowanie IPv6 poprzez IPv4.



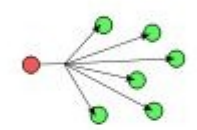
Typy trasowania



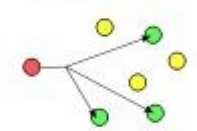
anycast



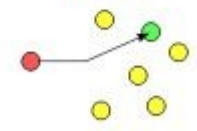
broadcast



multicast



unicast



geocast

