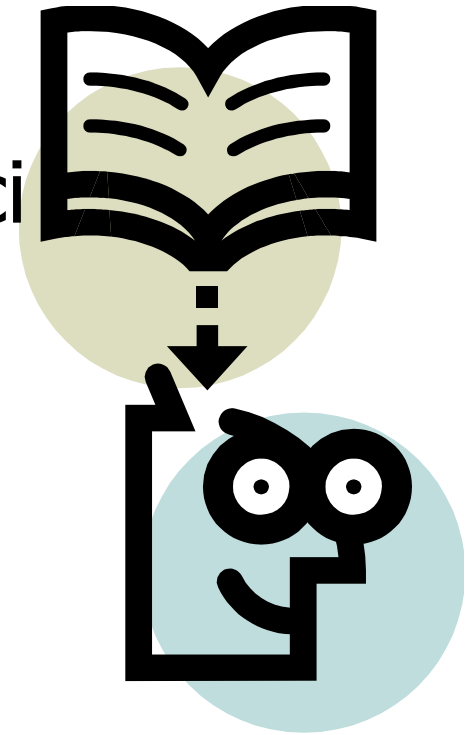


Wykład 6

1. Ethernet - technologia sieci LAN (warstwa 2)



dr inż. Artur Sierszeń asiersz@kis.p.lodz.pl

dr inż. Łukasz Sturgulewski luk@kis.p.lodz.pl

Plan prezentacji

- Ethernet 10-Mbps oraz 100-Mbps
- Ethernet Gigabit oraz 10-Gigabit

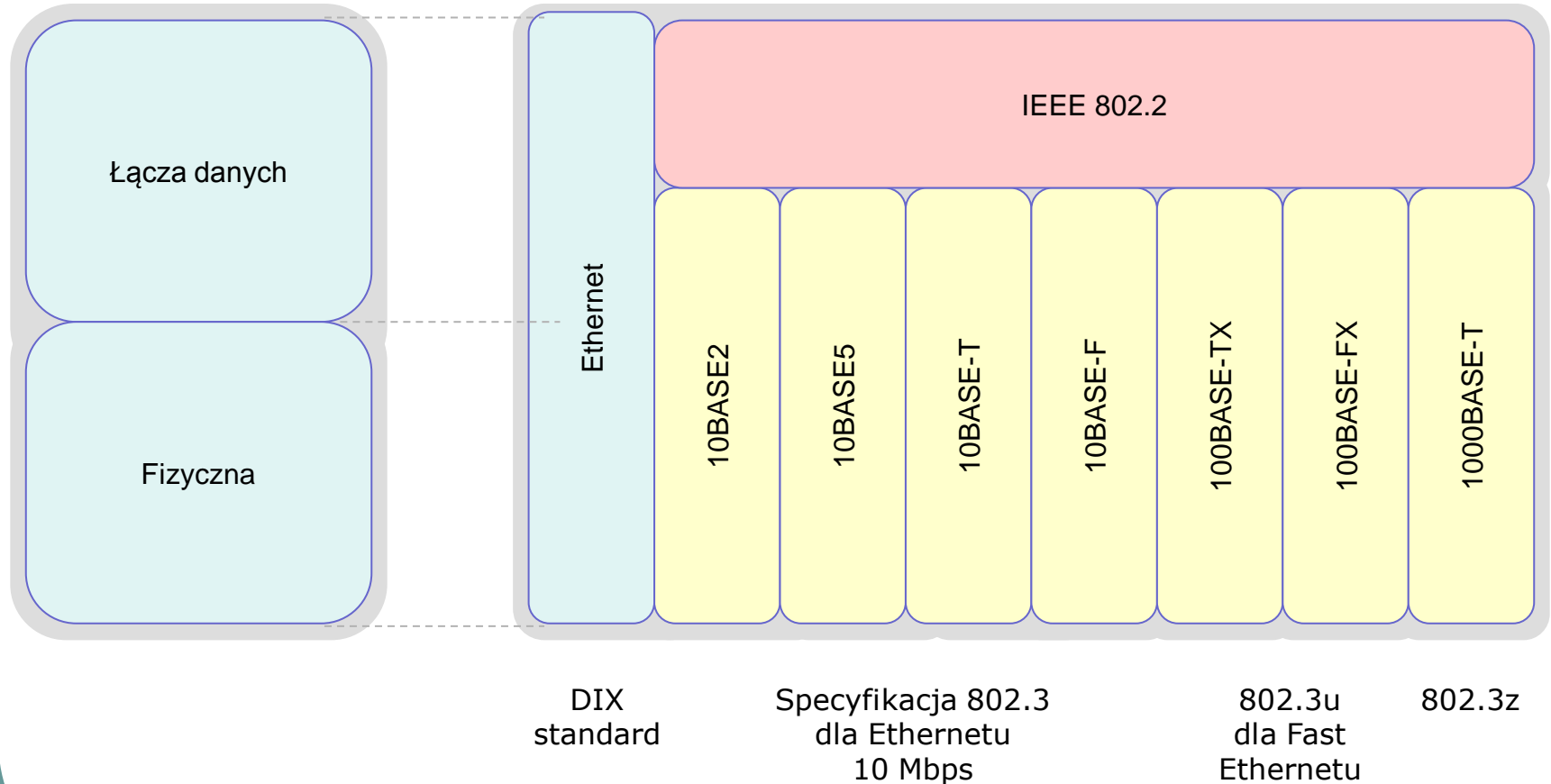
Budowa sieci LAN

- Kryterium dobrego medium
 - rozpiętość sieci → długość kabla
 - koszt
 - łatwość instalacji
 - podatność na zakłócenia

Sieci LAN

- Ethernet – najpopularniejsza technologia stosowana do budowy sieci lokalnych
- Początkowo zaimplementowany przez Digital, Intel oraz Xerox → Ethernet DIX
- 1980 – rozszerzenie Ethernetu DIX przez IEEE → początek rodziny standardów 802.3
- Rozwój specjalizowanych standardów 802.3
 - 802.3u – Fast Ethernet
 - 802.3z – światłowodowy Gigabit Ethernet
 - 802.3ab – Gigabit Ethernet po UTP
- Zmiana potrzeb obecnych użytkowników, jak również charakter sieci – sieci multimedialne, połączenia bazodanowe, etc... wymuszają stosowanie coraz szybszych sieci
- Standardem obecnie jest sieć Fast Ethernet 100 Mbps

Standardy sieci LAN 802.3



Sieci Ethernet

	Ethernet 10BASE-T	Fast Ethernet	Gigabit Ethernet
Poziom użytkownika	Umożliwia połączenie aplikacji mało absorbujących łącze, wymieniających niewielką ilość danych	Umożliwia dostęp 100 Mbps do serwerów stacjom sieciowym z dużą wydajnością	Rozwiązanie przeważnie nie jest wykorzystywane na tym poziomie
Poziom grupy roboczej	Rozwiązanie przeważnie nie jest wykorzystywane na tym poziomie	Umożliwia łączność pomiędzy użytkownikami końcowymi a grupami roboczymi. Wprowadza podłączenie grup roboczych do sieci rdzeniowej. Umożliwia podłączenie bloków serwerów do sieci szkieletowej	Umożliwia połączenie o wysokiej wydajności do bloku serwerów organizacyjnych
Poziom rdzenia	Rozwiązanie przeważnie nie jest wykorzystywane na tym poziomie	Wprowadza połączenie bloków serwerów grup roboczych do rdzenia sieci	Wprowadza możliwość podłączenia urządzeń sieciowych do sieci szkieletowej dużej szybkości

Media transmisyjne i przyłączeni

10BASE2	10BASE5	10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-FX
Okablowanie				
50Ω kabel współosiowy (Thinnet)	50Ω kabel współosiowy (Thicknet)	EIA/TIA kategorie 3, 4, 5 UTP, dwie pary	EIA/TIA kategoria 5 UTP, dwie pary	62.5/125 światłowód wielomodowy
Maksymalna długość segmentu				
185 m (606.94 stóp)	500 m (1640.4 stóp)	100 m (328 stóp)	100 m (328 stóp)	400 m (1312.3 stóp)
Topologia				
Magistrala	Magistrala	Gwiazda	Gwiazda	Gwiazda
Przyłączeni				
BNC	AUI (Attachment unit interface)	ISO 8877 (RJ-45)	ISO 8877 (RJ-45)	MIC (Duplex media interface connector) Końcówki ST lub SC

Media transmisyjne i przyłączeni

1000BASE-CX	1000BASE-T	1000BASE-SX	1000BASE-LX
Okablowanie			
STP	EIA/TIA kategoria 5 UTP, cztery pary	62.5/50 μ światłowod wielomodowy	62.5/50 μ światłowod wielomodowy, 9 μ światłowod jednomodowy
Maksymalna długość segmentu			
25 m (82 stopy)	100 m (328 stóp)	275 m dla 62.5 (853 stopy) 550 m (1804.5 stopy) dla 50	440 m dla 62.5 (1443.6 stóp), 550 m (1804.5 stopy) dla 50, 3 – 10 km dla jednomodowego światłowodu
Topologia			
Gwiazda	Gwiazda	Gwiazda	Gwiazda
Przyłączeni			
ISO 8877 (RJ-45)	ISO 8877 (RJ-45)	SC	SC

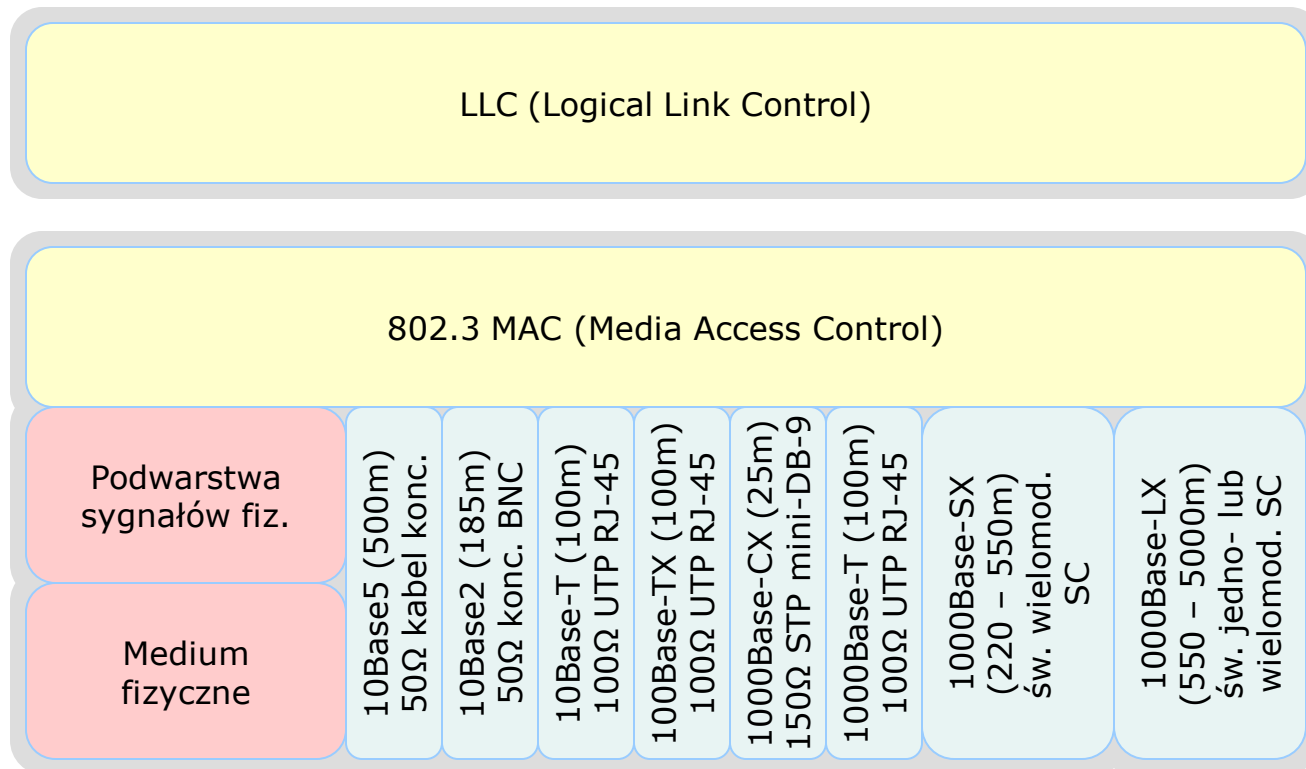
Technologia Ethernet

- Ethernet jest współcześnie najbardziej dominującą technologią LAN na świecie
- Jego główną zaletą jest prostota implementacji oraz duża elastyczność i wprowadzanie nowych rozwiązań
- Technologia Ethernet ewoluowała od 10 Mbps Ethernetu we wczesnych latach 80, poprzez Fast Ethernet wprowadzonych w drugiej połowie lat 90, aż do technologii Ethernetu gigabitowego

Technologia Ethernet

- Ethernet nie stanowi jednego rozwiązania technologicznego, winien być rozpatrywany jako rodzina technologii LAN
- Specyfikacje Ethernetu obejmują różne media, technologie sieciowe i co za tym idzie, pociągają za sobą różne właściwości płynące z konstrukcji samej sieci
- Warto pamiętać, iż coraz nowsze technologie Ethernet nadal korzystają z rozwiązań zaproponowanych we wczesnych wersjach, jak np. adresowanie MAC, ten sam format ramki.

Rodzaje Ethernetu



Rodzaje Ethernetu

- Standardy 10BASE5, 10BASE2 oraz 10BASE-T stanowią podstawę Ethernetu.
- Wszystkie one posiadają jednakowe parametry czasowe, ten sam format ramki oraz mechanizmy transmisji a także podstawowe reguły projektowe.

Rodzina standardów 10BaseX

Parametr	Wartość
Czas jednego bitu	100 ns
Szczelina czasowa	Czas transmisji krotność 512 bitów
Przestrzeń międzyramkowa	96 bitów
Limit prób po kolizji	16
Limit zwiększania okresu oczekiwania po kolizji	10
Rozmiar sekwencji zakłócającej	32 bity
Maksymalny rozmiar ramki bez znacznika VLAN	1518 oktetów
Minimalny rozmiar ramki	512 bitów

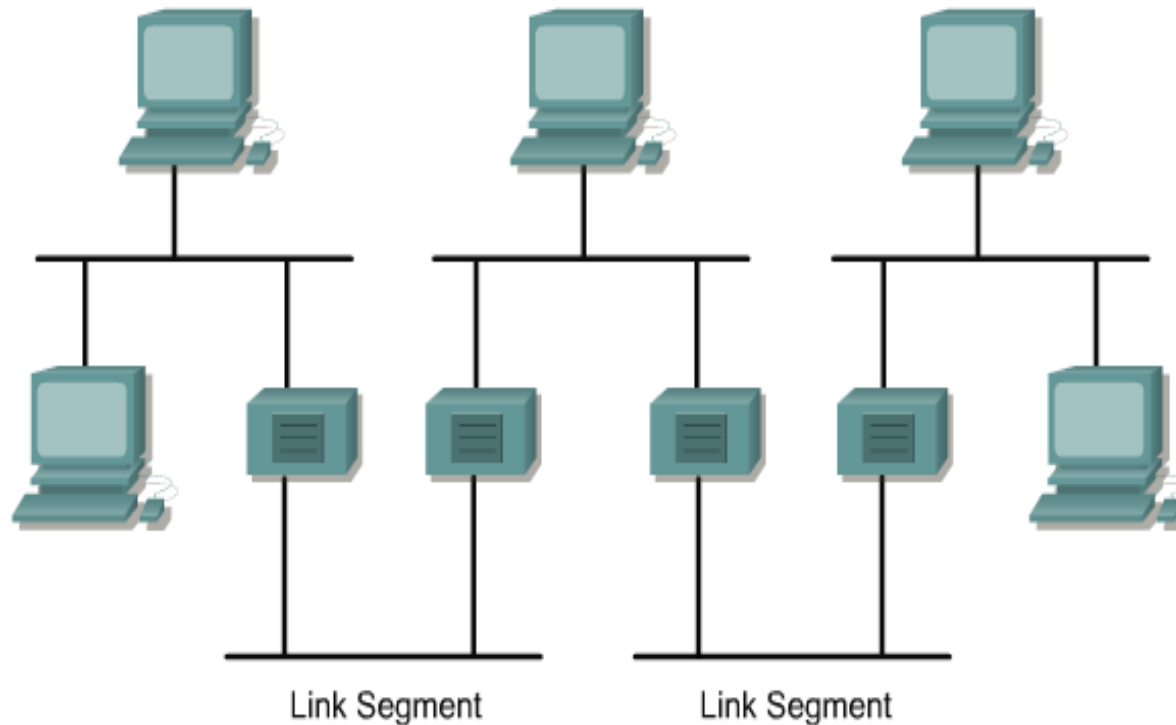
Standard 10Base5

- Powstały w 1980 standard 10Base5 umożliwiał transmisję o prędkości 10Mbps poprzez kabel koncentryczny.
- Standard ten jako pierwszy wykorzystywał technologię Ethernet i był on częścią oryginalnego standardu 802.3.
- Podstawową zaletą 10Base5 była długość segmentu.
- W chwili obecnej rozwiązanie to nie jest zalecane do instalacji, ale nadal istnieją sieci oparte na tej technologii.
- W systemach tych stosowane jest kodowanie typu Manchester.

Standard 10Base5

- Systemy oparte na tym standardzie są tanie, aczkolwiek podstawowe komponenty są trudne do zdobycia.
- Okablowanie jest duże, ciężkie i trudne w instalacji.
- W kablu znajduje się jednolity centralny przewodnik.
- Każdy z maksymalnie pięciu segmentów grubego kabla koncentrycznego może mieć do 500 metrów długości.

Standard 10Base5



Standard 10Base2

- Standard 10Base2 został zaprezentowany w roku 1985
- Jego instalacja była prostsza, ze względu na mniejszy przekrój kabla, mniejszą wagę i większą elastyczność okablowania
- Podobnie jak 10Base5 standard ten obecnie nie jest zalecany w nowoczesnych sieciach
- Komputery w sieci połączone są poprzez okablowanie koncentryczne

Standard 10Base2

- Kabel zakończony wtyczką BNC podłączony jest do trójników znajdujących się na karcie sieciowej
- Także w jej wypadku trudno jest znaleźć na rynku odpowiednie karty sieciowe.
- Podobnie jak w 10Base5 standard ten wykorzystuje kodowanie Manchester

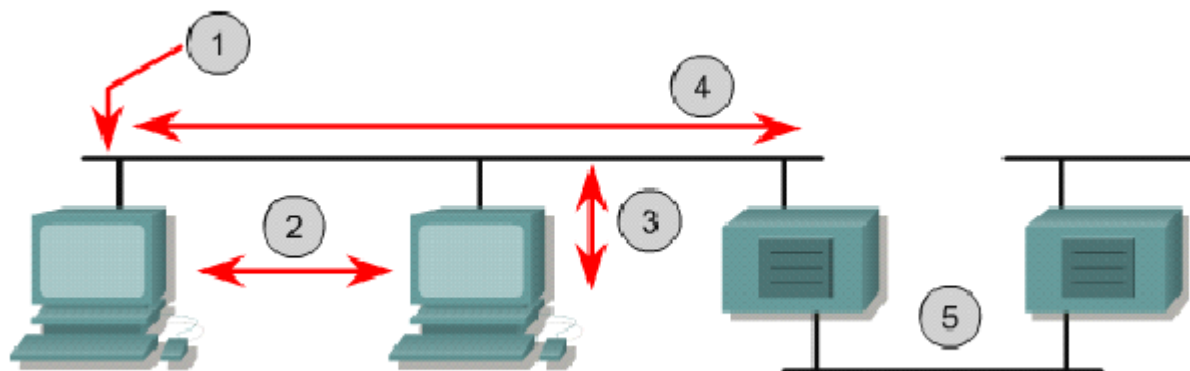
Standard 10Base2

- W technologii 10BASE2 jako wewnętrzną żyłę używa się linki.
- Każdy z maksymalnie pięciu segmentów kabla koncentrycznego może mieć długość do 185 metrów, a każda stacja jest podłączona bezpośrednio do złącza BNC typu T na kablu.
- Tylko jedna stacja może transmitować dane naraz, gdyż w przeciwnym razie nastąpi kolizja.

Standard 10Base2

- Również w technologii 10BASE2 używany jest tryb półdupleksu. Maksymalna szybkość transmisji w technologii 10BASE2 wynosi 10 Mb/s.
- Do pojedynczego segmentu 10BASE2 można przyłączyć do 30 stacji.
- Spośród pięciu kolejnych segmentów między dwiema stacjami tylko do trzech z nich mogą być podłączone komputery.

Standard 10Base2



1. Zakończenie okablowania (terminatory) powinny mieć 50 Ω .
2. Minimalna odległość pomiędzy stacjami końcowymi powinna wynosić 0.5 m.
3. Każda stacja musi być połączona 4 cm odcinkiem cienkiego kabla koncentrycznego.
4. Maksymalna długość segmentu to 185 m.
5. Segment między wzmacniakami może łączyć tylko dwa takie urządzenia (nie powinien zawierać komputerów).

Ethernet 10Mbps



Ethernet cienki – 10Base2 (Thin Ethernet) oznaczenie kabla RG-58, o impedancji falowej 50 omów i grubości 1/4", powszechnie stosowany w małych sieciach lokalnych (przy połączeniu 2 komputerów max. odległość między nimi to 185m). Czasem jeszcze spotyka się tą technologię w praktycznych zastosowaniach.



Ethernet gruby – 10Base5 (Thick Ethernet) oznaczenie kabla RG-8 i RG-11, o impedancji falowej 50 omów i grubości 1/2", praktycznie wyszedł z użycia, czasem stosowany jako rdzeń sieci (max. odległość między stacjami do 500m).

Standard 10BaseT

- Standard 10BaseT został zaprezentowany w roku 1990.
- Standard ten wykorzystywał nieekranowaną skrętkę kategorii 3.
- Wszystkie urządzenia podłączone są do centralnego punktu, który stanowi koncentrator.
- Topologia taka nosi nazwę **topologii gwiazdy (star topology)**.

Standard 10BaseT

- Rozwinięciem tej topologii jest topologia rozszerzonej gwiazdy, w której węzły połączone z punktem centralnym są punktami centralnymi kolejnej gwiazdy
- Początkowo standard ten pracował w trybie half-duplex. Tryb full-duplex został wprowadzony później.
- Standard ten stał się szczególnie popularny w połowie lat 90, kiedy to technologia Ethernetowa zaczęła dominować w sieciach lokalnych.

Standard 10BaseT

- Również w technologii 10BASE-T wykorzystywane jest kodowanie typu Manchester.
- Skrętka nieekranowana 10BASE-T ma jednolity przewodnik w każdym przewodzie kabla poziomego o maksymalnej długości 90 metrów.
- Do skrętki nieekranowanej używane są ośmiostykowe złącza RJ-45.

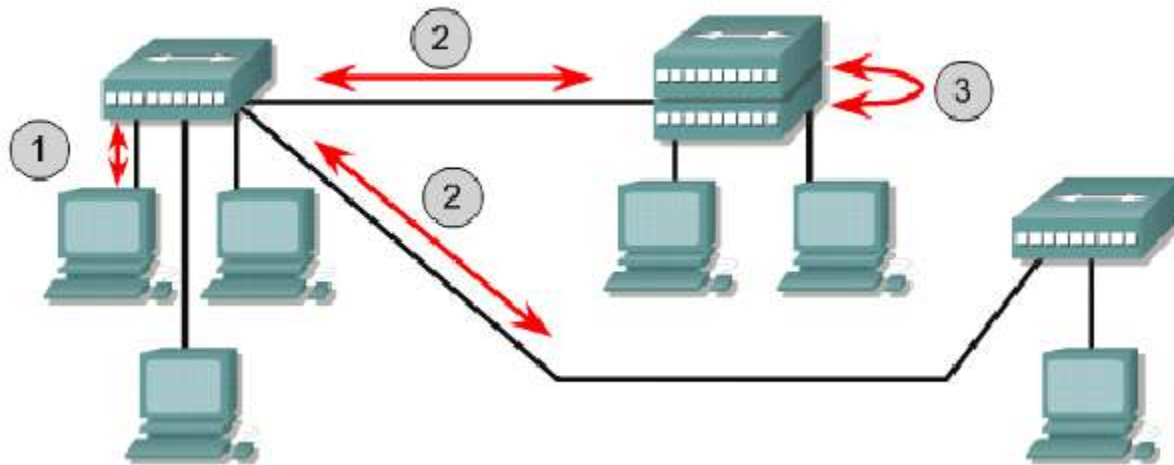
Standard 10BaseT

- Zaleca się używanie skrętki kategorii 5e lub lepszej
- W zależności od konfiguracji używany jest tryb półdupleksu bądź pełnego duplexu.
- Sieć 10BASE-T przenosi dane z prędkością 10 Mb/s w trybie półdupleksu i z prędkością 20 Mb/s w trybie pełnego duplexu.

Wyprowadzenie pinów w 10BaseT

Pin	Wartość
1	TD+
2	TD-
3	RD+
4	Nie wykorzystywany
5	Nie wykorzystywany
6	RD-
7	Nie wykorzystywany
8	Nie wykorzystywany

Projektowe ograniczenia sieci 10BaseT



1. Rozmiar segmentu pomiędzy urządzeniami (hosty oraz urządzenia aktywne) wynosi od 1 do 100 m.
2. Każdy hub jest wieloportowym repeaterem, więc połączenie pomiędzy nimi wlicza się do ograniczeń ilości repeaterów
3. Huby stackowalne liczone są jako pojedyncze urządzenie

Standard Fast Ethernet

- Standard Fast Ethernet określany jest również jako Ethernet 100-Mbps
- W skład tego standardu wchodzi dwie technologie:
 - 100Base-TX – pracujący na skrętce UTP
 - 100Base-FX – pracujący na wielomodowym okablowaniu światłowodowym
- Oba te standardy mają wspólne parametry czasowe, format ramki oraz proces transmisji.
- Format ramki sieci 100 Mb/s jest taki sam, jak w sieci 10 Mb/s.
- W Ethernet 100 Mb/s używane są dwa oddzielne etapy kodowania. W pierwszym etapie kodowania używana jest metoda o nazwie 4B/5B, a w drugiej właściwe kodowanie liniowe, zależne od typu medium, którym jest kabel miedziany lub włókno światłowodowe.

Parametry 100 Mbps Ethernetu

Parametr	Wartość
Czas jednego bitu	100 ns
Szczelina czasowa	krotność 512 bitów
Przestrzeń międzyramkowa	96 bitów
Limit prób po kolizji	16
Limit zwiększania okresu oczekiwania po kolizji	10
Rozmiar sekwencji zakłócającej	32 bity
Maksymalny rozmiar ramki bez znacznika VLAN	1518 oktetów
Minimalny rozmiar ramki	512 bitów

Standard 100Base-TX

- W roku 1995 weszła do komercyjnego użycia technologia 100Base-TX wykorzystująca skrętkę UTP 5 kategorii
- W roku 1997 został wprowadzony tryb full-duplex, który zastąpił tryb half-duplex stosowany w technologii opartej na okablowaniu koncentrycznym
- Wraz z pojawieniem się nowej technologii coraz większą popularnością zaczęły się cieszyć przełączniki, które zastąpiły koncentratory
- Umożliwiały one bowiem transmisję w trybie pełnego duplexu, a czas obsługi ramek sieci Ethernet był bardzo krótki
- Standard 100Base-TX wykorzystuje kodowanie 4B/5B, które następnie jest konwertowane do MLT-3 (Multi-Level Transmit-3)
- W trybie pełnego duplexu możliwe jest przesyłanie danych z prędkością 200 Mb/s

Wyprowadzenie pinów w 100BaseTX

Pin	Wartość
1	TD+
2	TD-
3	RD+
4	Niewykorzystywany
5	Niewykorzystywany
6	RD-
7	Niewykorzystywany
8	Niewykorzystywany

Standard 100Base-FX

- Oprócz wersji opartej na okablowaniu miedzianym, pojawiła się również wersja oparta na okablowaniu światłowodowym
- Standard ten był szczególnie przydatny w instalacji szkieletowej, w połączeniach pomiędzy budynkami oraz w środowiskach o dużych zakłóceniach
- Standard ten nie cieszył się dużą popularnością, głównie z powodu wprowadzenia Ethernetu Gigabit, który doskonale przyjął się jako okablowanie strukturalne
- Taktowanie, format ramki i transmisja są wspólne dla obydwu wersji technologii Fast Ethernet 100 Mb/s
- Standard 100BASE-FX również wykorzystuje kodowanie 4B/5B

Wyprowadzenie pinów w 10BaseFX

Pin	Wartość
1	TX
2	RX

Przykładowe konfiguracje oraz dopuszczalne odległ.

	100BASE-TX	100BASE-FX	100BASE-TX oraz FX
Komp. i komp. Komp. i przełącznik Przełącznik i przełącznik	100 m	412 m	Niedostępne
Wzmacniak Klasa I	200 m	272 m	100 m (TX) 160.8 (FX)
Wzmacniak Klasa II	200 m	320 m	100 m (TX) 208 m (FX)
Dwa wzmacniaki Klasa II	205 m	228 m	105 m (TX) 211.3 m (FX)

Gigabit Ethernet

- Standard 1000-Mbps Ethernet (Ethernet gigabit) wykorzystuje do transmisji okablowanie miedziane oraz światłowodowe
- Standard 1000Base-X (znany również jako IEEE 802.3z) określa specyfikację 1 Gbps transmisji poprzez łącze światłowodowe w trybie full-duplex
- Natomiast standard 1000BASE-T, lub inaczej IEEE 802.3ab używa kabli miedzianych o kategorii 5 lub wyższej.
- Standardy 1000BASE-TX, 1000BASE-SX oraz 1000BASE-LX mają jednakowe parametry czasowe
- Format ramki dla tego standardu jest identyczny z formatem używanym w technologii 10 oraz 100-Mbps
- W zależności od implementacji Gigabit Ethernet może używać różnego mechanizmu konwersji ramki na bity

Gigabit Ethernet

- Różnice między klasyczną technologią Ethernet, technologią Fast Ethernet i Gigabit Ethernet występują w warstwie fizycznej.
- Skrócony z powodu większej prędkości stosowanej w nowszych standardach czas transmisji bitu wymaga specjalnego traktowania ze względu na przekazywanie bitów do medium w krótszym czasie i częściej
- Transmisja o dużej prędkości wymaga częstotliwości bliskich wartościom krytycznym dla medium miedzianego.
- Powoduje to większą podatność bitów na szum w medium miedzianym.
- Ten problem wymagał wprowadzenia w sieciach Gigabit Ethernet dwóch oddzielnych etapów kodowania.

Parametry Gigabit Ethernetu

Parametr	Wartość
Czas jednego bitu	1 ns
Szczelina czasowa	krotność 4096 bitów
Przeźreń międzyramkowa	96 bitów
Limit prób po kolizji	16
Limit zwiększania okresu oczekiwania po kolizji	10
Rozmiar sekwencji zakłócającej	32 bity
Maksymalny rozmiar ramki bez znacznika VLAN	1518 oktetów
Minimalny rozmiar ramki	512 bitów
Limit przesyłania w trybie wiązkowym	65536 bitów

Sygnał Tx w 1000Base-T

- Standard Fast Ethernet został zaprojektowany tak, aby mógł korzystać z istniejących kabli miedzianych kategorii 5, które spełniają wymagania dla kabli kategorii 5e.
- Większość zainstalowanych i poprawnie zakończonych kabli kategorii 5 może przejść certyfikację dla kabli kategorii 5e.
- Jedną z najważniejszych cech standardu 1000BASE-T jest możliwość współpracy ze standardami 10BASE-T i 100BASE-TX.
- Ponieważ kabel kategorii 5e może niezawodnie przenosić dane z prędkością do 125 Mb/s, uzyskanie prędkości 1000 Mb/s (Gigabit) stanowiło wyzwanie dla tego projektu.

Sygnał Tx w 1000Base-T

- Pierwszym krokiem na tej drodze było wykorzystanie wszystkich czterech par kabli zamiast tradycyjnych dwóch par, używanych w sieciach 10BASE-T i 100BASE-TX.
- Zostało to osiągnięte przy użyciu skomplikowanych układów, które umożliwiły transmisję w trybie full-duplex na tej samej parze przewodów. Daje to prędkość 250 Mb/s na parę.
- Mając do dyspozycji cztery pary przewodów, możemy osiągnąć żądaną prędkość 1000 Mb/s.
- Ponieważ informacje są transmitowane jednocześnie czterema ścieżkami, układ sterujący nadajnika musi dzielić ramki, a odbiornika — składać je ponownie.

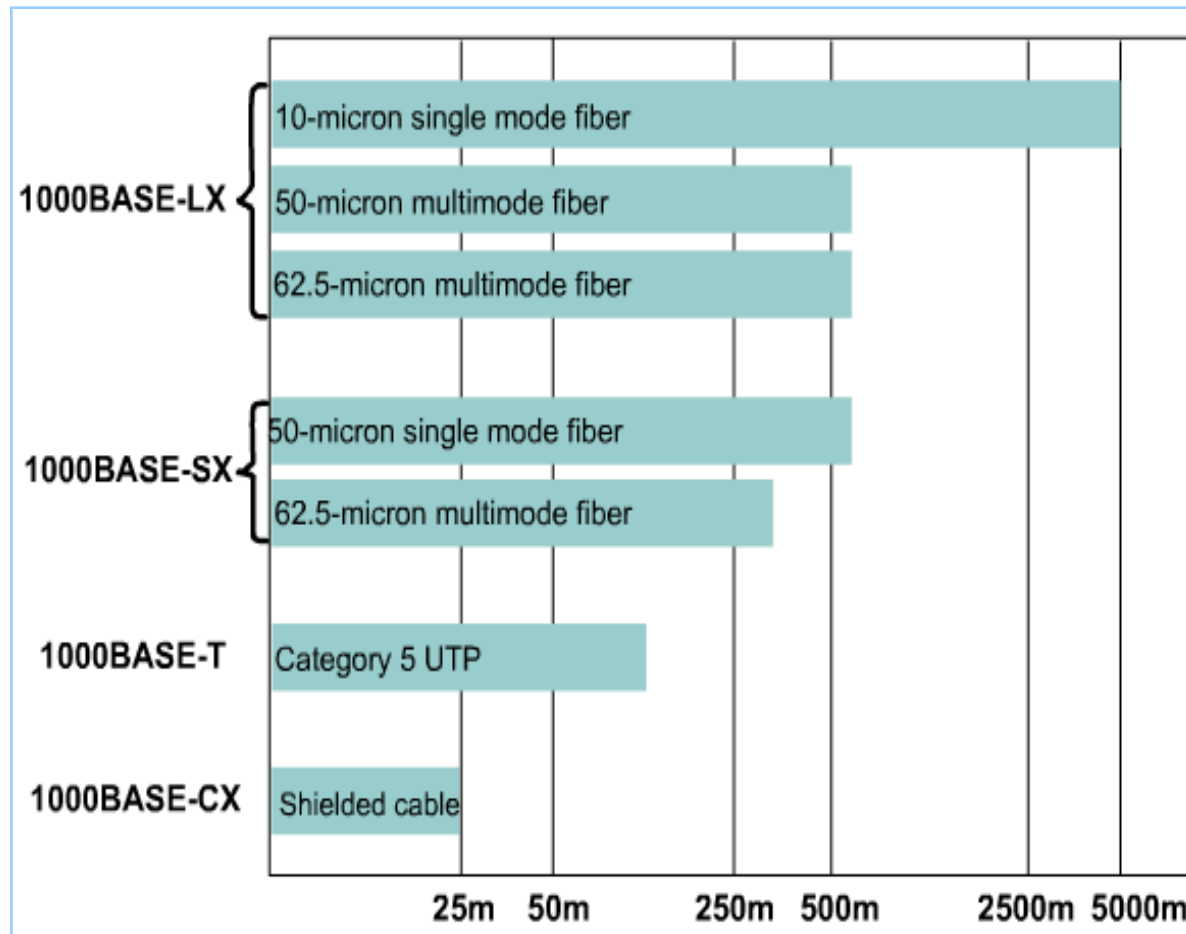
1000Base-SX oraz LX

- Ethernet gigabitowy jest zalecanym standardem okablowania szkieletowego
- Podstawowe zalety tej technologii to:
 - Odporność na zakłócenia
 - Brak problemów z uziemianiem
 - Technologia przydatna na duże odległości
 - Szerokie wybór urządzeń dla standardu 1000Base-X
 - Pozwala na połączenie pomiędzy rozproszonymi segmentami pracującymi w technologii Fast Ethernet

1000Base-SX oraz LX

- W standardzie 1000BASE-X stosowane jest kodowanie 8B/10B, po którym następuje kodowanie liniowe NRZ.
- Kodowanie NRZ do określenia wartości binarnej dla danego okresu bitu używa poziomego sygnału w oknie czasowym.
- W przeciwieństwie do innych opisanych schematów kodowania, ten system wykorzystuje poziomy sygnał, a nie zbocza.
- Oznacza to, że określenie, czy dany bit jest zerem, czy jedynką, następuje na podstawie poziomego sygnału, a nie wtedy, gdy sygnał zmienia poziomy.

Porównanie technologii 1000BaseX



Architektura sieci Gigabit Ethernet

- Dozwolone są topologie gwiazdy, rozszerzonej gwiazdy oraz połączenia łańcuchowe.
- W sieciach 1000BASE-T używana jest taka sama skrętka nieekranowana jak w sieciach 10BASE-T lub 100BASE-TX, ale łącze musi być wyższej jakości i spełniać wymogi kategorii 5e lub klasy D ISO (2000).
- W sieci 1000BASE-T niepożądane są wszelkie modyfikacje reguł architektury. Przy odległości 100 metrów sieć 1000BASE-T pracuje na granicy możliwości odtworzenia przez sprzęt transmitowanego sygnału.

Architektura sieci Gigabit Ethernet

- Dlatego zaleca się, aby wszystkie łącza pomiędzy stacją a koncentratorem lub przełącznikiem pracowały w trybie autonegocjacji, który pozwala osiągnąć najwyższą ogólną wydajność.
- Zapobiega to przypadkowym błędom konfiguracji innych parametrów, wymaganych do prawidłowego działania sieci Gigabit Ethernet.

Architektura sieci Gigabit Ethernet

Maksymalna długość kabla w 1000Base-SX

Medium światłowodowe	Przepustowość	Maksymalna odległość
62.5 μm wielomodowy	160	220 m
62.5 μm wielomodowy	200	275 m
50 μm wielomodowy	400	500 m
50 μm wielomodowy	500	500 m

Maksymalna długość kabla w 1000Base-LX

Medium światłowodowe	Przepustowość	Maksymalna odległość
62.5 μm wielomodowy	500	550 m
50 μm wielomodowy	400	550 m
50 μm wielomodowy	500	550 m
10 μm wielomodowy	nd	5000 m

Ethernet 10-Gigabit

- Specyfikacja IEEE 802.3ae została stworzona celem dołączenia transmisji o prędkości 10Gbps poprzez łącze światłowodowe w trybie full-duplex
- Specyfikacja ta jest w pełni zgodna z IEEE 802.3, dzięki czemu Ethernet 10-Gbps może funkcjonować w istniejącej infrastrukturze sieciowej
- Ethernet 10-Gbps jest standardem nie tylko dla sieci LAN, ale także dla MAN i WAN

Ethernet 10-Gigabit

- Wraz z powstaniem technologii 10GbE nastąpiła poważna zmiana w koncepcji stosowania sieci Ethernet.
- Technologia Ethernet tradycyjnie jest uważana za technologię sieci LAN, ale standardy warstwy fizycznej sieci 10GbE umożliwiają zarówno zwiększenie dystansu do 40 km przy użyciu światłowodu jednomodowego, jak również zapewniają zgodność z sieciami SONET (*Synchronous Optical Network*) oraz sieciami SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*).

Ethernet 10-Gigabit

- Możliwość pracy na odległość do 40 km powoduje, że technologia 10GbE jest technologią odpowiednią dla sieci MAN.
- Zgodność z sieciami SONET/SDH aż do poziomu OC-192 (prędkość do 9,584640 Gb/s) powoduje, że technologia 10GbE jest technologią odpowiednią dla sieci WAN.
- Technologia 10GbE może także w pewnych zastosowaniach rywalizować z technologią ATM.

Parametry 10Gbps Ethernetu

Parametr	Wartość
Czas jednego bitu	0.1 ns
Szczelina czasowa	nd
Przestrzeń międzyramkowa	96 bitów *8
Limit prób po kolizji	nd
Limit zwiększania okresu oczekiwania po kolizji	nd
Rozmiar sekwencji zakłócającej	nd
Maksymalny rozmiar ramki bez znacznika VLAN	1518 oktetów
Minimalny rozmiar ramki	512 bitów
Limit przesyłania w trybie wiązkowym	nd
Stożek rozszerzenia przerw międzyramkowych	104 bitów

Implementacje standardu 10Gbps

Implementacja	Długość fali	Medium	Minimalna przepustowość	Zasięg operacyjny
10GBase-LX4	1310 nm	62.5 μm MMF	500 MHz/km	2-300 m
10GBase-LX4	1310 nm	50 μm MMF	400 MHz/km	2-240 m
10GBase-LX4	1310 nm	50 μm MMF	500 MHz/km	2-300 m
10GBase-LX4	1310 nm	10 μm MMF	nd	2-10 km
10GBase-S	850 nm	62.5 μm MMF	160 MHz/km	2-26 m
10GBase-S	850 nm	62.5 μm MMF	200 MHz/km	2-33 m
10GBase-S	850 nm	50 μm MMF	400 MHz/km	2-66 m
10GBase-S	850 nm	50 μm MMF	500 MHz/km	2-82 m
10GBase-S	850 nm	50 μm MMF	2000 MHz/km	2-300 m
10GBase-L	1310 nm	10 μm MMF	nd	2-10 km
10GBase-E	1550 nm	10 μm MMF	nd	2-30 km

Przyszłość Ethernetu

- Ewolucja sieci Ethernet wyglądała następująco: sieci klasyczne —> Fast —> Gigabit —> technologie wielogigabitowe.
- Chociaż inne technologie sieci LAN nadal są używane w starszych instalacjach, w nowych instalacjach sieci LAN dominuje technologia Ethernet.
- Nowo powstające wersje technologii Ethernet powodują zatarcie różnic pomiędzy sieciami LAN, MAN i WAN.
- Organizacje IEEE oraz 10-Gigabit Ethernet Alliance pracują nad standardami 40 Gb/s, 100 Gb/s i nawet 160 Gb/s. To, które technologie zostaną przyjęte, zależy od wielu czynników, między innymi dojrzałości tych technologii i standardów, ich przyjęcia przez rynek oraz kosztów.

Przyszłość Ethernetu

- Przyszłość mediów sieciowych zależy od ich rodzajów:
 - Miedziane (do 1000 Mb/s, możliwe, że więcej).
 - Bezprzewodowe (zbliżają się do 100 Mb/s, możliwe, że więcej).
 - Światłowody (aktualnie 10 000 Mb/s, a wkrótce więcej).

Wykład 6



KONIEC