

Sieci Ethernet – wykład monograficzny

Dlaczego taaaaki temat?

Nowicki Krzysztof
Politechnika Gdańska

Zadanie domowe – lektura książek:

Nowicki K.: *Ethernet – sieci, mechanizmy*, Infotech 2006

Nowicki K., Uhl T.: *Monitorowanie i bezpieczeństwo sieci komputerowych*, Wyd. Naukowe Akademii Morskiej, Szczecin, 2016

Sieci Ethernet

Dlaczego taaaaki temat?

- bo warto budować sieci w jednej technologii (patrz ATM)
- bo dominacja na rynku
- bo tani sprzęt końcowy
- bo możliwe ewolucyjne wdrażanie i rozwój (patrz nieATM)
- bo inne technologie (stare) straciły możliwości zaspokojenia dzisiejszych potrzeb, a wdrożenie nowe „kosztowałyby” majątek
- bo ...

Zadanie domowe – lektura książek:

Nowicki K.: *Ethernet – sieci, mechanizmy*, Infotech 2006

Nowicki K., Uhl T.: *Monitorowanie i bezpieczeństwo sieci komputerowych*, Wyd. Naukowe Akademii Morskiej, Szczecin, 2016

Problemy budowy sieci internetowych w oparciu o jedną technologię - IEEE Ethernet

- bo warto budować sieci w jednej technologii

Internet budowany jest w wielu technologiach sieciowych

- o **ile** warstwy sieciowa i transportowa zostały zdominowane przez rozwiązania z jednej rodziny protokołów - TCP/IP,
- o **tylko** w warstwie łącza danych wykorzystywanych jest wiele odmiennych technologii, często z wieloletnim rodowodem telekomunikacyjnym.

szacuje się, iż ponad 95% ruchu internetowego zaczyna się bądź kończy w formacie ramek Ethernet.

Powoduje to:

- z jednej strony wielokrotną konwersję ramek na styku odmiennych sieci,
- z drugiej strony problemy z zapewnieniem jednolitego skutecznego zarządzania, skalowalności, niezawodności, jakości QoS, gamy usług.

PRZYKŁADY WZAJEMNEGO NIEDOPASOWNIA ROZWIĄZAŃ SIECIOWYCH

Standard	Maksymalna długość ramki [w bajtach]	Szybkość transmisji [w Mb/s]	Priorytety
IEEE 802.3 Ethernet	1518/1526 Min 512 bitów	(1) 10 (20)	
ANSI X3T9.5 FDDI	4500	100	8 poziomów (dla ruchu asynchronicznego)
IEEE 802.3z Gigabit Ethernet	1518/1526/ Jumbo Min 512 bajtów w trybie CSMA/CD Min 512 bitów	1000	8 poziomów
IEEE 802.17 RPR	8191	155 , 622, 1000 , 10 000	Klasy A, B, C sprawiedliwość
IEEE 802.3ba 10Gigabit Ethernet	1518/1526/Jumbo Min 512 bitów	10 000	8 poziomów
IEEE 802.11 WiFi	2 KB	11 54 104 ... 300	802.11e - 2005 - cztery klasy ruchu: głosowe, wideo, uprzywilejowane (best-effort) i przesyłane w tle (background)

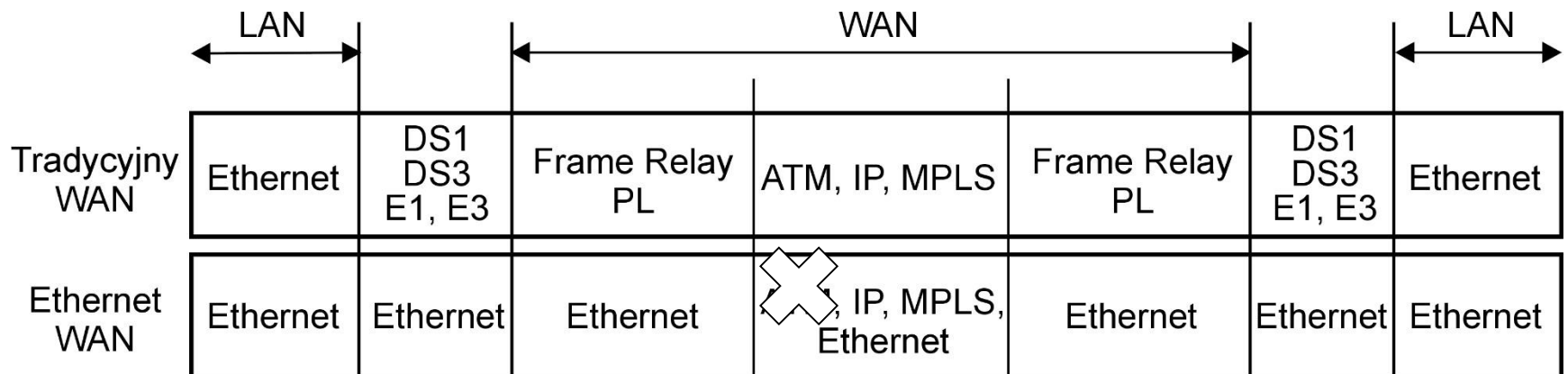
- Kolejność przesyłanych bitów (802.3, 4 – od bitu najbardziej znaczącego bajtu
802.5, FDDI – od bitu najmniej znaczącego bajtu)
- Sposób zapewniania poprawności transmisji (LAN – CRC-32, WAN – CRC – 16)

Zalety budowy homogenicznej sieci Ethernet

Gdyby udało się zbudować wszystkie sieci w jednej technologii, to większość ww. problemów niekompatybilności nie wystąpiłaby.

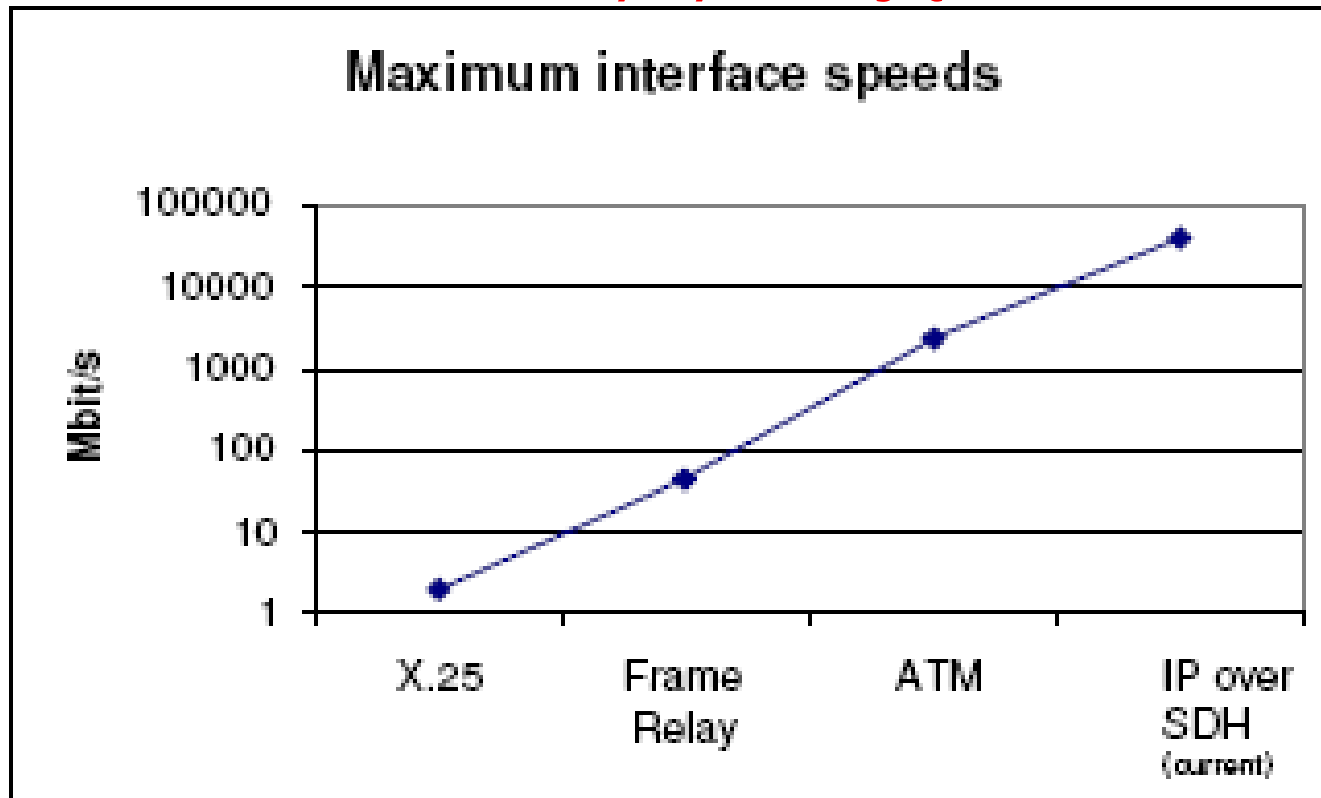
Stąd też zaczęto rozważać możliwość realizacji wszystkich sieci w jednej, ethernetowej technologii.

Pojawiła się więc idea „Ethernet wszędzie” – EEE (ang. *Ethernet End-to-End*)



Rozwój ROZWIĄZAŃ SIECIOWYCH

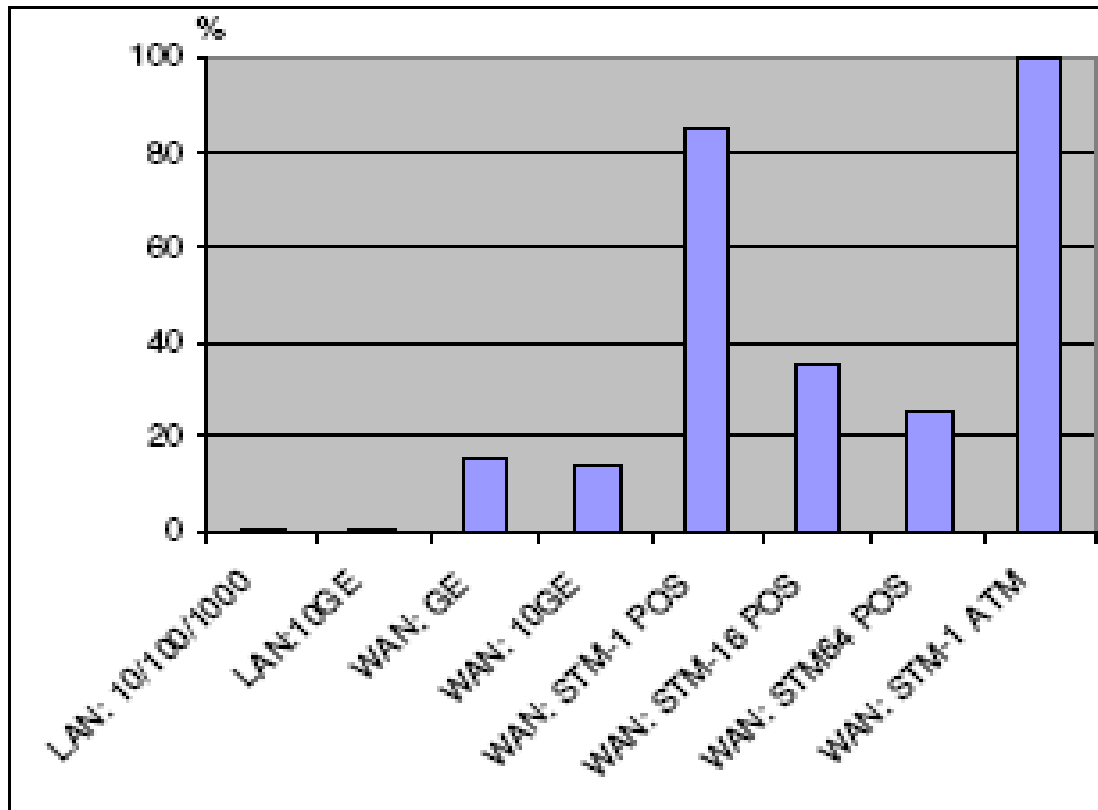
- bo inne technologie (stare) straciły możliwości zaspokojenia dzisiejszych potrzeb, a wdrożenie nowe „kosztowałyby” majątek



Maximum interface speeds for different technologies

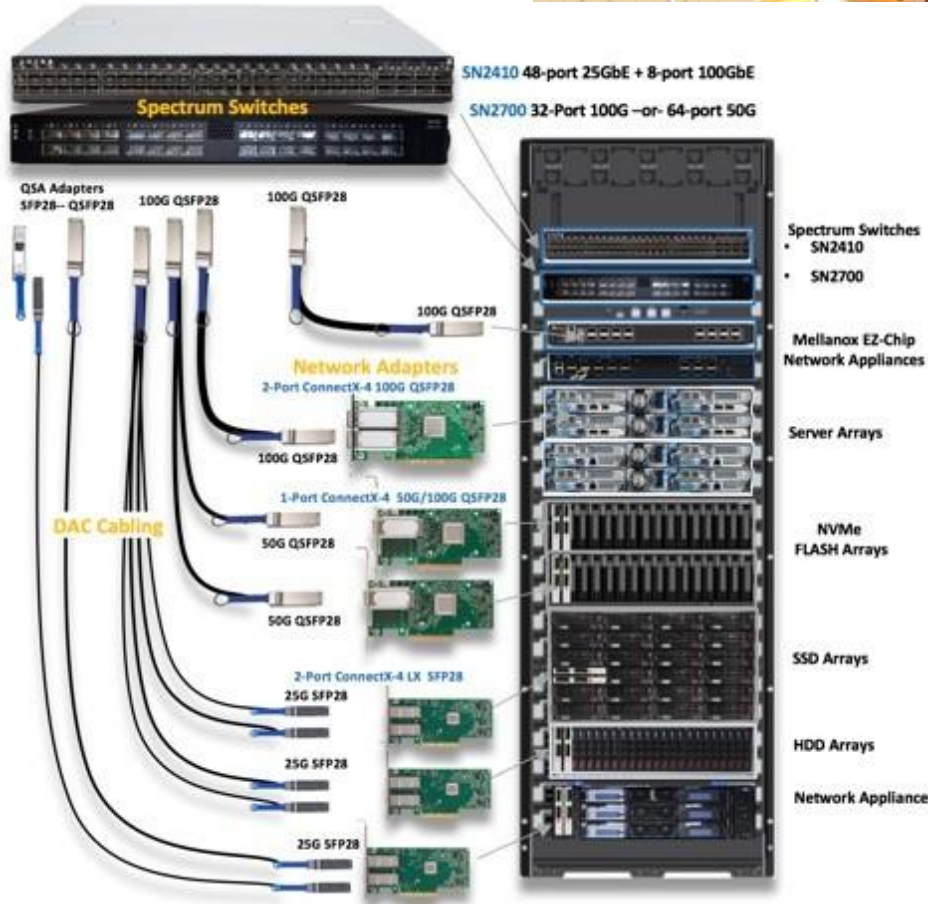
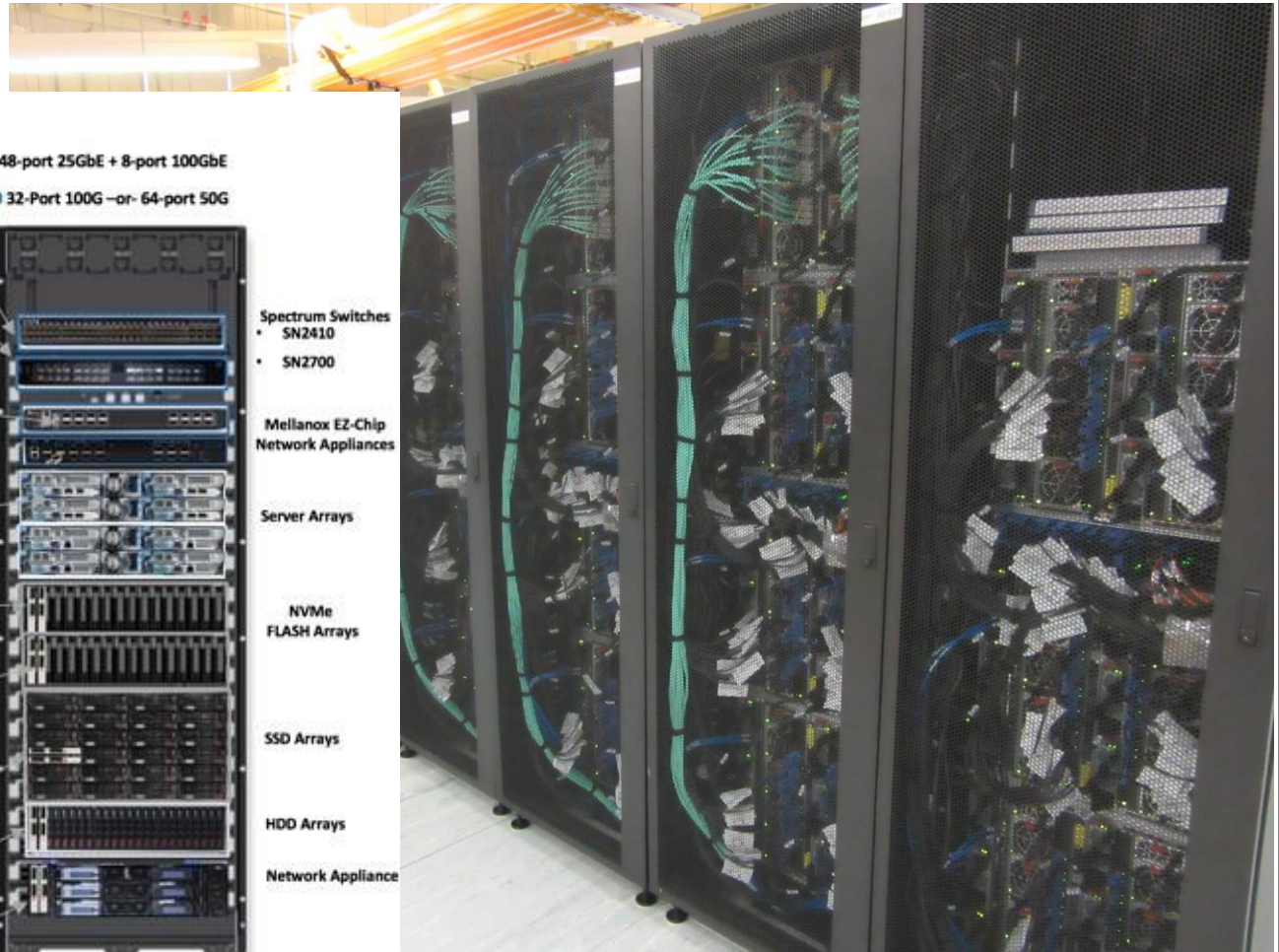
Rozwój ROZWIĄZAŃ SIECIOWYCH

- bo tani sprzęt końcowy

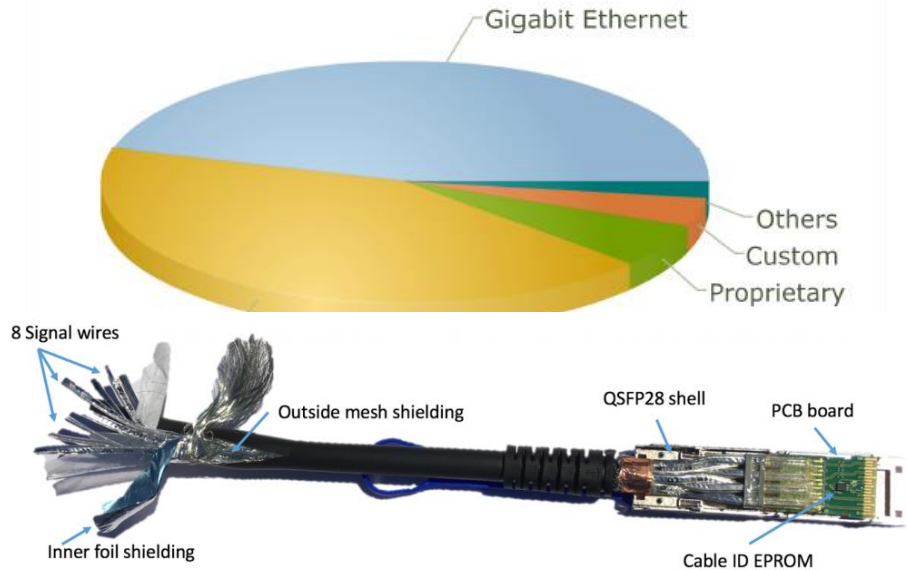


Relative prices of different interface technologies

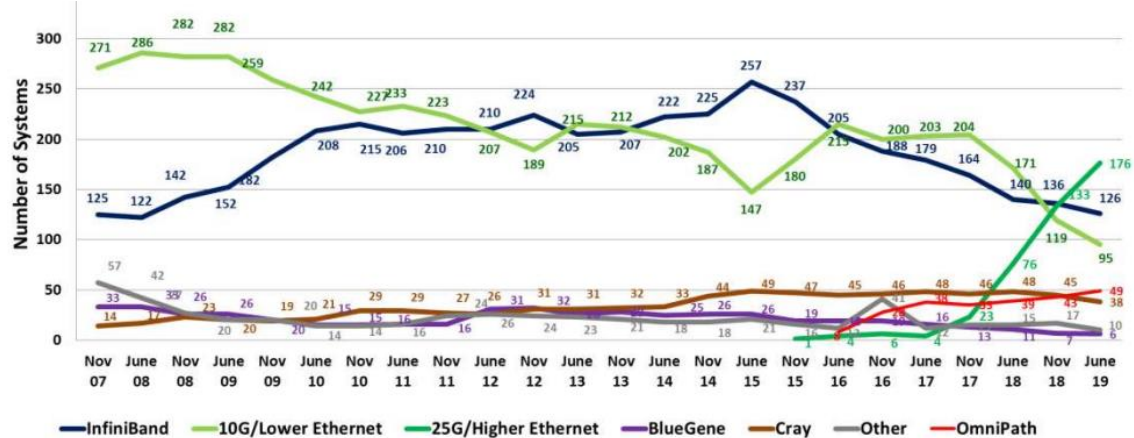
Top 500 Super Computers Interconnect systems



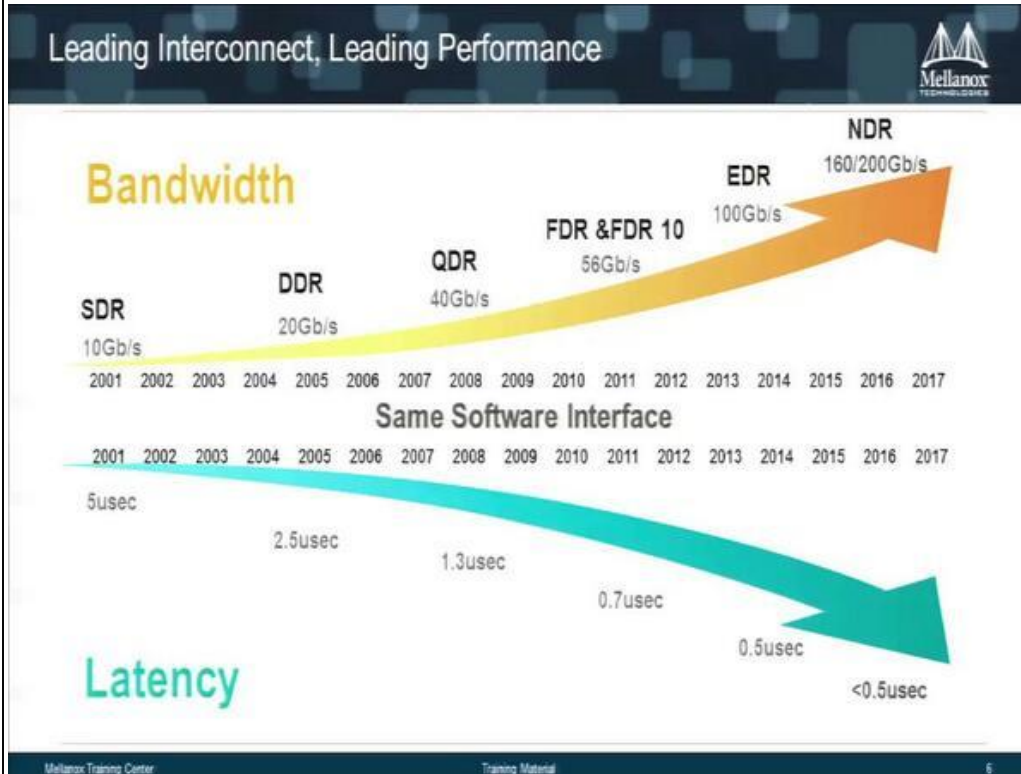
Top 500 Super Computers Interconnect systems



TOP500 Interconnect Trends



Top 500 Super Computers Interconnect systems



TRYTON
(TASK)
Sieć:

InfiniBand
FDR 56
Gb/s,
topologia
fat tree,
przełączniki
Mellanox

Razem:

1607
serwerów,
3214
procesorów,
38568
rdzeni, 48
akcelerator
ów, 218 TB
RAM

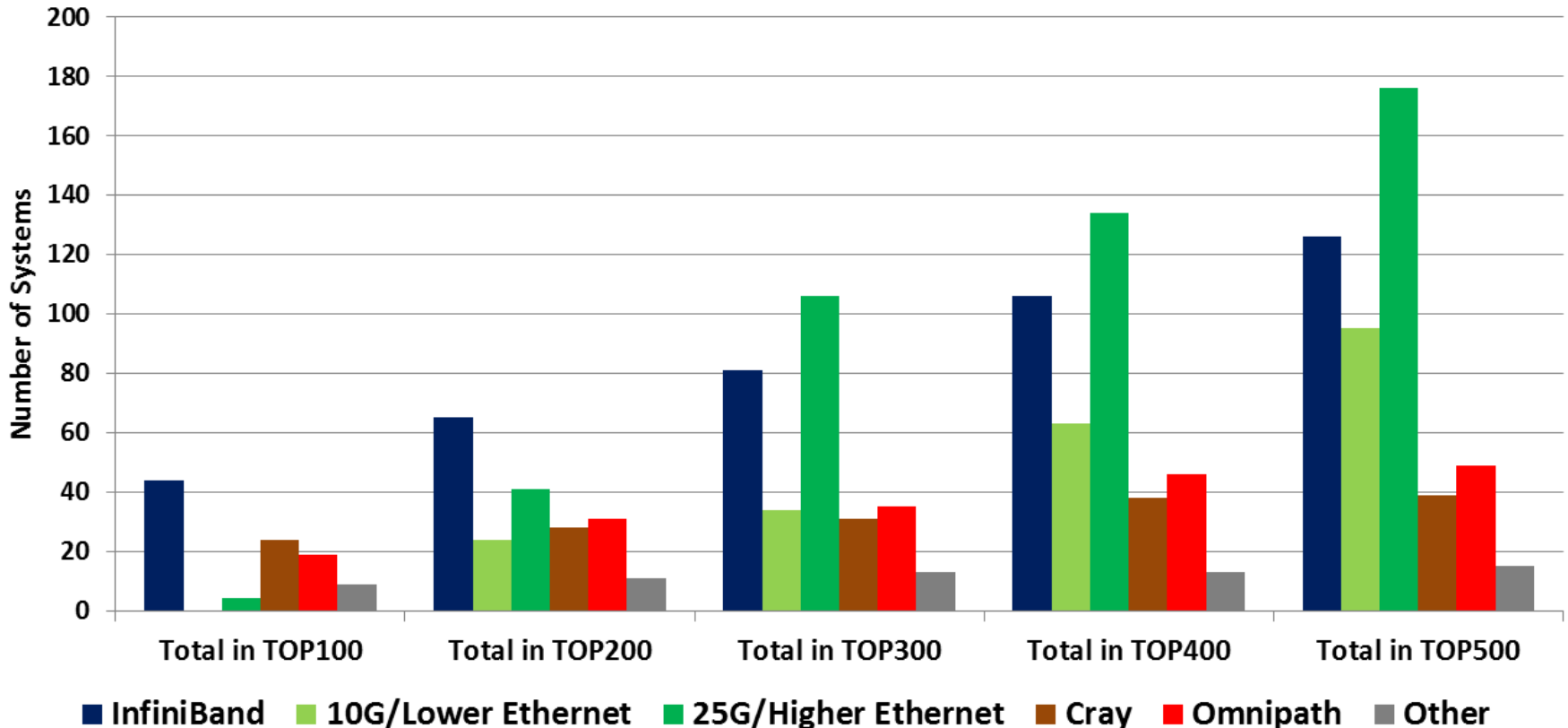
Infiniband - Efektywne prędkości

	SDR	DDR	QDR	FDR	EDR	HDR	NDR
1X	2 Gbit/s	4 Gbit/s	8 Gbit/s	14 Gbit/s	25 Gbit/s	125 Gbit/s	750 Gbit/s
4X	8 Gbit/s	16 Gbit/s	32 Gbit/s	56 Gbit/s	100 Gbit/s	500 Gbit/s	3000 Gbit/s
12X	24 Gbit/s	48 Gbit/s	96 Gbit/s	168 Gbit/s	300 Gbit/s	1500 Gbit/s	9000 Gbit/s

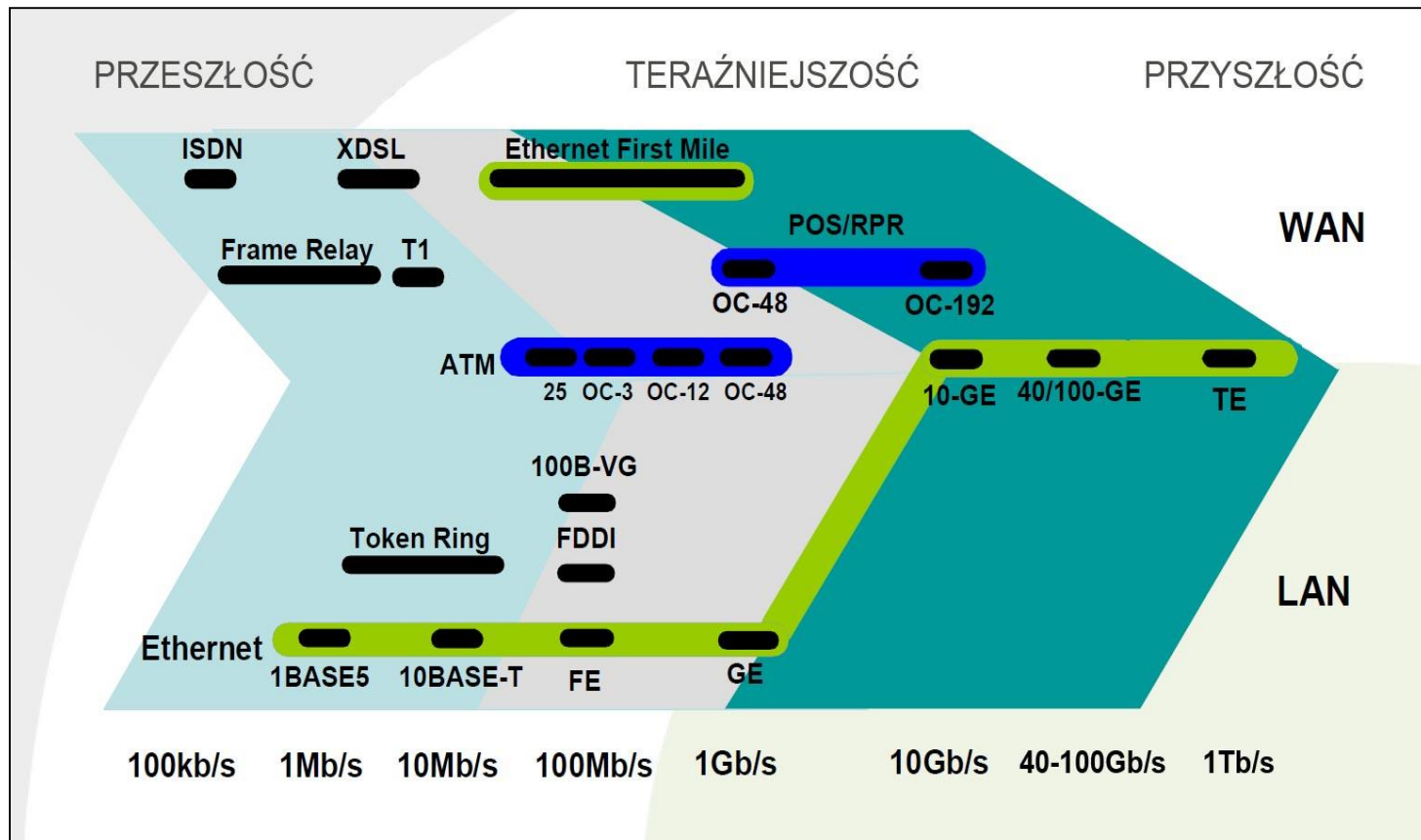
Top 500 Super Computers Interconnect systems

TOP500 - TOP 100, 200, 300, 400, 500 Systems Distribution
HPC Systems Only

TOP500 - TOP 100, 200, 300, 400, 500 Systems Distribution



- bo inne technologie (stare) straciły możliwości zaspokojenia dzisiejszych potrzeb ...
...w zakresie szybkości pracy,...



- bo inne technologie (stare) straciły możliwości zaspokojenia dzisiejszych potrzeb ...

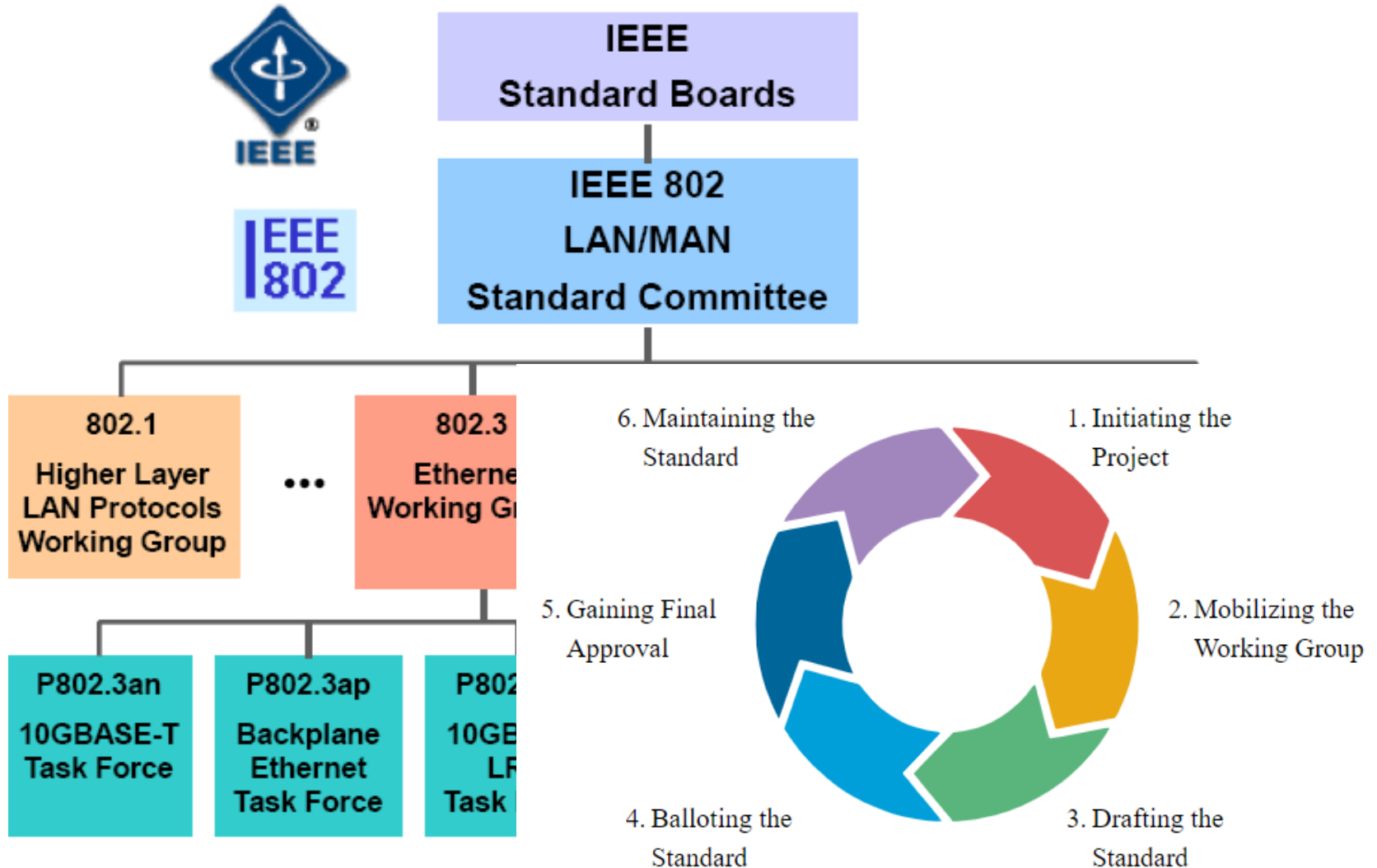
Również:

- skalowalności,
- niezawodności,
- zapewnienia QoS,
- zarządzalności,
- usług

Kto decyduje o rozwoju ETHERNETu?

- **IEEE 802. (1 / 3)**
- MEF – Metro Ethernet Forum
- ITU-T
- IETF
- Duże firmy

IEEE 802 Working Groups



<https://standards.ieee.org/develop/index.html>

IEEE 802 Active Working Groups

- 802.1 Higher Layer LAN Protocols Working Group
- 802.3 Ethernet Working Group
- 802.11 Wireless LAN Working Group
- 802.15 Wireless Personal Area Network Working Group
- 802.16 Broadband Wireless Access Working Group (WiMAX)
- **802.17 Resilient Packet Ring Working Group**
- 802.18 Radio Regulatory Technical Advisory Group
- 802.19 Coexistence Technical Advisory Group
- 802.21 Media Independent Handoff Working Group
- 802.22 Wireless Regional Area Networks
- **802.24 Smart Grid TAG**

IEEE 802 Inactive and Disbanded Working Groups

- 802.2 Logical Link Control Working Group Inactive
- 802.4 Token Bus Working Group Disbanded
- 802.5 Token Ring Working Group Inactive
- 802.6 Metropolitan Area Network Working Group Disbanded
- 802.7 Broadband Technical Advisory Group Disbanded
- 802.8 Fiber Optic Technical Advisory Group Disbanded
- 802.9 Isochronous LAN Working Group Disbanded
- 802.10 Security Working Group Disbanded
- 802.12 Demand Priority Working Group Inactive
- 802.14 Cable Modem Working Group Disbanded

Standardy IEEE 802

Ze względu na tematykę przedmiotu (w szczególności nie zajmujemy się rozwiązaniami bezprzewodowymi) interesujące są standardy rozwijane w ramach prac podkomitetów 802.3 i 802.2:

IEEE 802.1: standardy związane z zarządzaniem

IEEE 802.2: ogólny standard (General standard) odniesienia OSI (OSI Reference Model). IEL LLC (logical link control) oraz MAC (media access control) odmienna dla różnych typów sieci i dla każdego poziomu (np. standardami IEEE 802.3, IEEE 802.4, IEEE 802.5).

IEEE 802.3: definicja warstwy MAC początkowo dla sieci magistralowej (bus networks) z wykorzystaniem mechanizmu CSMA/CD; później rozbudowana o wiele nowych rozwiązań. Stała się bazą kolejnych standardów Ethernet.

Standardy te, 6 miesięcy po ich pierwszej publikacji, można pozyskać bezpłatnie on line (Online Standards)



IEEE 802.3-2018

PRICED FROM \$1,100.00

Standardy IEEE 802

IEEE 802.3 / 636 stron

Słowa kluczowe: 2.5 Gigabit Ethernet; 5 Gigabit Ethernet; 10 Gigabit Ethernet; 25 Gigabit Ethernet; 40 Gigabit Ethernet; 100 Gigabit Ethernet; 200 Gigabit Ethernet; 400 Gigabit Ethernet; attachment unit interface; AUI; Auto-Negotiation; Backplane Ethernet; data processing; DTE Power via the MDI; Energy Efficient Ethernet; EPoC; EPON; EPON Protocol over Coax; Ethernet; Ethernet in the First Mile; Ethernet passive optical network; express traffic; Fast Ethernet; Gigabit Ethernet; IEEE 802.3™; information exchange; LAN; local area network; management; MDI; medium dependent interface; media independent interface; MIB; MII; MPMC; multi-point MAC control; PCS; PHY; physical coding sublayer; Physical Layer; physical medium attachment; physical medium dependent; PMA; PMD; PoDL; Power over Data Lines; Power over Ethernet; reconciliation sublayer; repeater; RS; type field; VLAN tag

IEEE 802.3

Streszczenie: Ethernet local area network operation is specified for selected speeds of operation from 1 Mb/s to 400 Gb/s using a common media access control (MAC) specification and management information base (MIB). The Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) MAC protocol specifies shared medium (half duplex) operation, as well as full duplex operation. Speed specific Media Independent Interfaces (MIIs) allow use of selected Physical Layer devices (PHY) for operation over coaxial, twisted pair or fiber optic cables, or electrical backplanes. System considerations for multisegment shared access networks describe the use of Repeaters that are defined for operational speeds up to 1000 Mb/s. Local Area Network (LAN) operation is supported at all speeds. Other specified capabilities include: various PHY types for access networks, PHYs suitable for metropolitan area network applications, and the provision of power over selected twisted pair PHY types



IEEE 802.3-2018
Carrier Sense Multiple Access
with Collision Detection

Standardy IEEE 802.1

- projekty są identyfikowane nazwami składającymi się z oznaczenia “802.1” po którym występują jedna, dwie, trzy a nawet cztery litery.

Duże litery identyfikują standardy (standalone), a małe litery identyfikują uzupełnienia (amendments; pierwotnie nazywane supplements) do istniejących standardów.

Trzecia i czwarta litera została wprowadzona, aby lepiej zidentyfikować zmiany. W tym schemacie pierwsza litera lub dwie pierwsze litery (zawsze duże) identyfikują standard podlegający zmianom, a ostatnie dwie litery (zawsze małe) dotyczą zmian.

Notacja 802.1Q-REV jest wykorzystywana do identyfikacji aktualizacji (a revision) istniejącego standardu: zmiany są bardziej rozległe, niż w nowelizacji (amendment). Wcześniej zmiany miały również swoje nazwy projektu.

Nie jest więc możliwe określenie, na podstawie przydzielonych liter, jakie jest powiązanie między normą bazową a uzupełnieniem (supplement).

Przykładowo 802.1j jest uzupełnieniem standardowego 802.1D.

Opis tych powiązań jest często udokumentowany w dodatku.

Standardy IEEE 802.1

Ostatnio - nowa notacja zawierająca więcej informacji w nazwie. Małe litery wciąż oznaczają aktualizację innej normy samodzielnej (autonomicznej), ale również oznaczają dodanie nowych własności. Na przykład, 802.1Qaw jest aktualizacją 802.1Q uzupełnioną zarządzaniem błędami komunikacyjnych opartych na danych i danych zależnych (management of data-driven and data-dependent connectivity faults).

Ta sama litera nie zostanie przypisana do uzupełnienia i do standardu bazowego.

Jeśli standard jest całkowicie zmieniony, wtedy w notacji dodajemy REV.

Podczas rozwoju standardu, numer nadany w czasie PAR (Projekt Żądanie Autoryzacji) poprzedzona prefiksem "P", na przykład P802.1D, obowiązuje dla bazowego standardu np. 802.1D.

Warto zwrócić uwagę, iż powyższy **sposób notacji różni się od powszechnie stosowanych konwencji w innych grupach roboczych 802, które opracowują pojedynczy standard bazowy i dodają do niego szereg dodatków.**

Standardy IEEE 802.1

Obecnie rozwijane standardy IEEE 802.1 to:

802.1D, 802.1Q, 802.1X,
802.1AB, 802.1AC, 802.1AE, 802.1AR, 802.1AS, 802.1AX,
802.1BA, 802.1BR, 802.1CB.

Są one realizowane przez pięć aktywnych grup zadaniowych (task groups):

1. Interworking,
2. Security,
3. Time Sensitive Networking,
4. Data Center Bridging
5. OmniRAN (Open Mobile Network Interface for Omni-Range Area Networks based on IEEE 802 access technologies).
6. Access Network

Standardy IEEE 802.1

Interworking

802-REV - Overview & Architecture revision

802.1Qbp - Equal Cost Multiple Paths

802.1AX-Rev - Link Aggregation - Revision (incorporating Distributed Resilient Network Interconnect)

802.1AB-2009/Cor 2 - 802.1AB-2009 - Technical and Editorial Corrections

802.1Q-Rev- 802.1Q - Revision

802.1Qbz - 802.1Qbz - Enhancements to Bridging of 802.11

802.1Qca - 802.1Qca - Path Control and Reservation

802.1AC-Rev- 802.1AC - MAC Service Definition Revision

Security

802.1Xbx - MAC Security Key Agreement protocol (MKA) extensions

802.1ARce - Secure Device Identity “ Amendment 1: SHA-384 and P-384 Elliptic Curve

802.1AEcg - MAC Security - Ethernet Data Encryption Devices

Time Sensitive Networking

802.1AS-2011/Cor 1 - 802.1AS-2011 - Technical and Editorial Corrections

802.1ASbt - Timing and Synchronisation: Enhancements and Performance Improvements

802.1Qbu - Frame Preemption

802.1Qbv - Enhancements for Scheduled Traffic

802.1CB - Frame Replication and Elimination for Reliability

802.1Qcc - Stream Reservation Protocol (SRP) Enhancements and Performance Improvements

Data Center Bridging

802.1Qcd - Application VLAN TLV

OmniRAN

802.1CF - Network Reference Model and Functional Description of IEEE 802 Access Network

Standardy IEEE 802.1 najnowsze „do kupienia”

1. <u>2020</u>	2	1. <u>2009</u>	<u>1</u>
2. <u>2019</u>	5	2. <u>2007</u>	2
3. <u>2018</u>	10	3. 2005	1
4. <u>2017</u>	4	4. 2004	2
5. <u>2016</u>	6	5. <u>1998</u>	<u>1</u>
6. <u>2015</u>	2	6. <u>1995</u>	<u>2</u>
7. <u>2014</u>	3	8. 1994	1
8. <u>2013</u>	4	9. 1993	1
9. <u>2012</u>	4	10. 1992	2
10. <u>2011</u>	10	11. 1991	1
11. <u>2010</u>	2		

Standardy IEEE 802.1 najnowsze „do kupienia 2020”

[IEEE 802.1X-2020](#) ▶

IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks--
Port-Based Network Access Control

STANDARD by IEEE, 02/28/2020.

LANGUAGES: English

HISTORICAL EDITIONS: [IEEE 802.1X-2010](#), [IEEE 802.1X-2004](#), [IEEE 802.1X-2001](#)

Priced From:

[\\$197 Self Extracting File](#)

[\\$246 Printed Edition](#)

[\\$296 Printed Edition + PDF](#)

[IEEE P802.1AS](#) ▶

IEEE Approved Draft Standard for Local and Metropolitan
Area Networks - Timing and Synchronization for Time-
Sensitive Applications

STANDARD by IEEE, 03/30/2020.

LANGUAGES: English

Standardy IEEE 802.1 najnowsze „do kupienia 2019”

[IEEE 802.1CF-2019](#) ▶

IEEE Recommended Practice for Network Reference Model and Functional Description of IEEE 802(R) Access Network **STANDARD** by IEEE, 05/31/2019

[IEEE/ISO/IEC 8802-1Q/Amd 6-2019](#) ▶

IEEE/ISO/IEC International Standard - Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 1Q: Bridges and bridged networks- AMENDMENT 6: Per-stream filtering and policing **STANDARD** by IEEE/ISO/IEC, 03/08/2019

[IEEE/ISO/IEC 8802-1Q/Amd 7-2019](#) ▶

IEEE/ISO/IEC International Standard - Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 1Q: Bridges and bridged networks - AMENDMENT 7: Cyclic queuing and forwarding **STANDARD** by IEEE/ISO/IEC, 03/08/2019.

[IEEE/ISO/IEC 8802-1CM-2019](#) ▶

ISO/IEC/IEEE International Standard - Telecommunications and information exchange between information technology systems - Requirements for local and metropolitan area networks - Part 1CM: Time-sensitive networking for fronthaul **STANDARD** by IEEE/ISO/IEC, 08/23/2019.

[IEEE/ISO/IEC 8802-1CB-2019](#) ▶

IEEE/ISO/IEC International Standard - Information technology--Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 1CB: Frame replication and elimination for reliability **STANDARD** by IEEE/ISO/IEC, 03/06/2019

Standardy IEEE 802.1 najnowsze „do kupienia 2018”

[IEEE 802.1Q-2018](#) ▶

IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Bridges and Bridged Networks **STANDARD** by IEEE, 07/06/2018

HISTORICAL EDITIONS: [IEEE 802.1Q-2014](#), [IEEE 802.1Q-2012](#), [IEEE 802.1Q-2011](#), [IEEE 802.1Q-2005](#), [IEEE 802.1Q-1998](#)

• [\\$589 Self Extracting File](#)

• [\\$700 Printed Edition](#)

[IEEE 802.1BA-2011](#) ▶

IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Audio Video Bridging (AVB) Systems **STANDARD** by IEEE, 09/30/2011.

CORRIGENDA: [IEEE 802.1BA-2011/Cor 1-2016](#)

[IEEE 802.1CM-2018](#) ▶

IEEE Standard for Local and metropolitan area networks -- Time-Sensitive Networking for Fronthaul **STANDARD** by IEEE, 06/08/2018.

AMENDMENTS, RULINGS, AND SUPPLEMENTS: [IEEE P802.1CMde](#)

[IEEE 802.1AR-2018](#) ▶

IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Secure Device Identity **STANDARD** by IEEE, 08/02/2018.

HISTORICAL EDITIONS: [IEEE 802.1AR-2009](#)

[IEEE 802.1AE-2018](#) ▶

IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Media Access Control (MAC) Security **STANDARD** by IEEE, 12/26/2018.

CORRIGENDA: [IEEE P802.1AE-2018/Cor 1](#)

HISTORICAL EDITIONS: [IEEE 802.1AE-2009](#)

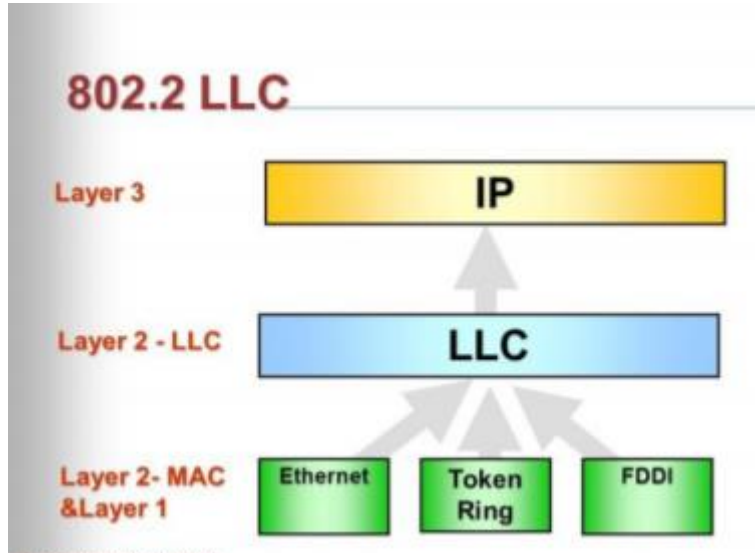
Standardy IEEE 802.1

Do tej pory opracowano szereg standardów (Archived Projects)

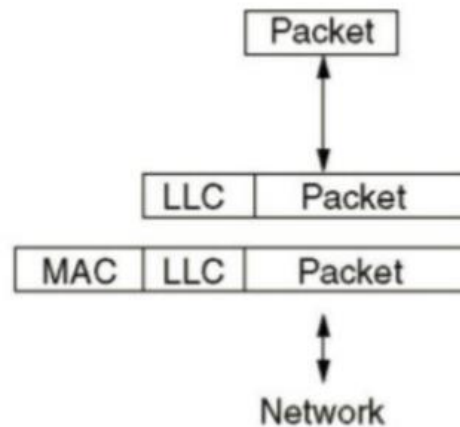
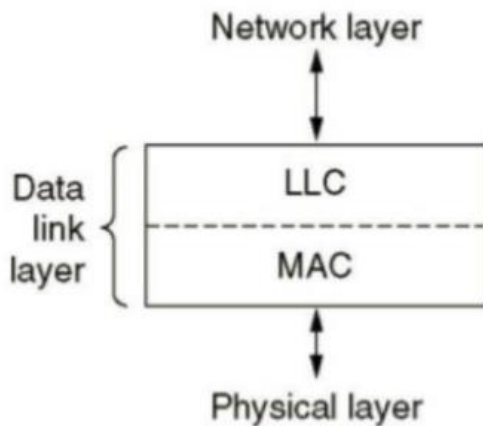
- 802 - Overview & Architecture
- 802a - Playpen Ethertypes
- 802b - Registration of Object Identifiers
- 802.1D (1998) - MAC bridges
- 802.1D (2004) - MAC Bridges
- 802.1G - Remote MAC bridging
- 802.1H-REV - Recommended Practice for MAC Bridging of Ethernet in LANs
- 802.1p - Traffic Class Expediting and Dynamic Multicast Filtering (published in 802.1D-1998)
- 802.1Q - Virtual LANs
- 802.1Q-2005 - 802.1Q Revision 2005
- 802.1Q-2011 - 802.1Q Revision 2011
- 802.1Q-2011/Cor 2 - 802.1Q-2011 - Technical and Editorial Corrections
- 802.1s - Multiple Spanning Trees
- 802.1t - 802.1D Maintenance
- 802.1u - 802.1Q Maintenance
- 802.1v - VLAN Classification by Protocol and Port
- 802.1w - Rapid Reconfiguration of Spanning Tree
- 802.1aa - 802.1X Maintenance
- 802.1X-2001 - Port Based Network Access Control
- 802.1af - MAC Key Security
- 802.1X-2004 - Port Based Network Access Control
- 802.1X-2010 - Port-based Network Access Control
- 802.1y - 802.1D Maintenance (published under 802.1D(2004))
- 802.1z - 802.1Q Maintenance - withdrawn
- 802.1AB-2005 - Station and Media Access Control Connectivity Discovery
- 802.1AB-2009 - Station and Media Access Control Connectivity Discovery Revision
- 802.1ad - Provider Bridges
- 802.1AE - MAC Security
- 802.1ag - Connectivity Fault Management
- 802.1ah - Provider Backbone Bridges
- 802.1aj - Two-port MAC Relay
- 802.1ak - Multiple Registration Protocol
- 802.1ap - VLAN Bridge MIBs
- 802.1aq - Shortest Path Bridging
- 802.1AR - Secure Device Identity
- 802.1AS - Timing and Synchronization
- 802.1Qat - Stream Reservation Protocol
- 802.1Qau - Congestion Notification
- 802.1Qav - Forwarding and Queuing Enhancements for Time-Sensitive Streams
- 802.1Qaw - Management of Data-Driven and Data-Dependent Connectivity Faults
- 802.1Qay - Provider Backbone Bridge Traffic Engineering
- 802.1Qaz - Enhanced Transmission Selection
- 802.1AX - Link Aggregation
- 802.1AXbk - Link Aggregation: Protocol Addressing
- 802.1AXbq - Link Aggregation: Distributed Resilient Network Interconnect
- 802.1Qbb - Priority-based Flow Control
- 802.1Qbc - Provider Bridging: Remote Customer Service Interfaces
- 802.1Qbe - Multiple I-SID Registration Protocol
- 802.3bd - MAC Control Frame for Priority-based Flow Control
- 802.1AEbn - Galois Counter Mode-Advanced Encryption Standard-256 (GCM-AES-256) Cipher Suite
- 802.1AEbw - MAC Security Amendment: Extended Packet Numbering
- 802.1Qbf - PBB-TE Infrastructure Segment Protection
- 802.1Qbg - Edge Virtual Bridging
- 802.1BR - Bridge Port Extension
- 802.1AC - Media Access Control Service definition
- 802.1ACby - MAC Service Definition - Support of Ethernet over Media Oriented Systems Transport (MOST)
- 802.1AB-2009/Cor 1 - 802.1AB-2009 - Technical and Editorial Corrections
- Kilka opracowanych standardów zostało wycofanych (Withdrawn Projects)
- 802.1r - GARP Proprietary Attribute Registration Protocol (GPRP)
- 802.1Qbh - Bridge Port Extension

Standardy IEEE 802.2

Podwarstwa LLC



- Identyczna dla różnych mediów fizycznych (ethernet, token ring, wi-fi)
- Jest odpowiedzialna za:
 - Rozdzielanie (nadawanie) / łączenie (odbieranie) danych transmitowanych przez podwarstwę MAC
 - Retransmisje pakietów
 - Sterowanie przepływem (przekierowanie do odpowiedniego stosu pakietów warstwy 3, np. IP/IPX)
 - Detekcję błędów



- Opisuje trzy typy komunikacji
 1. unacknowledged connectionless-mode
 - brak potwierżeń dostarczenia ramki,
 - brak kontroli przepływu,
 - dostarcza funkcje służące do inicjacji trasy pomiędzy źródłem a celem.
 2. connection-mode
 - logiczne połączenie wykorzystywane do wymiany ramek,
 - sekwencyjna transmisja,
 - kontrola przepływu oraz korekcji błędów.
 3. acknowledged connectionless-mode
 - wymiana danych bez ustanawiania połączenia,
 - potwierdzanie ramek występuje w celu korekcji ewentualnych błędów

Standardy IEEE 802.2 Podwarstwa LLC

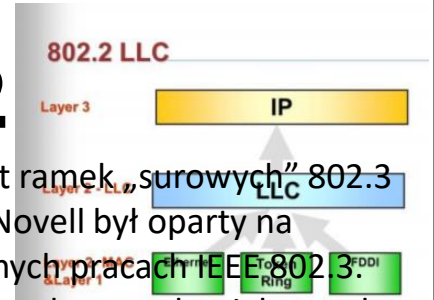
Liczba bajtów:	7	1	6	6	2	46 - 1500	4
	Preambuła	Pole startu ramki SFD	Adres stacji docelowej	Adres stacji źródłowej	Długość/Typ protokołu	Pole danych i wypełnienie	Ciąg kontrolny CRC

Ramka DIX Typ II	Typ 2 bajty zawsze > 1500 (np. NetWare 8137)	Nagłówek + Pakiet IPX	Wypełnienie
------------------	--	-----------------------	-------------

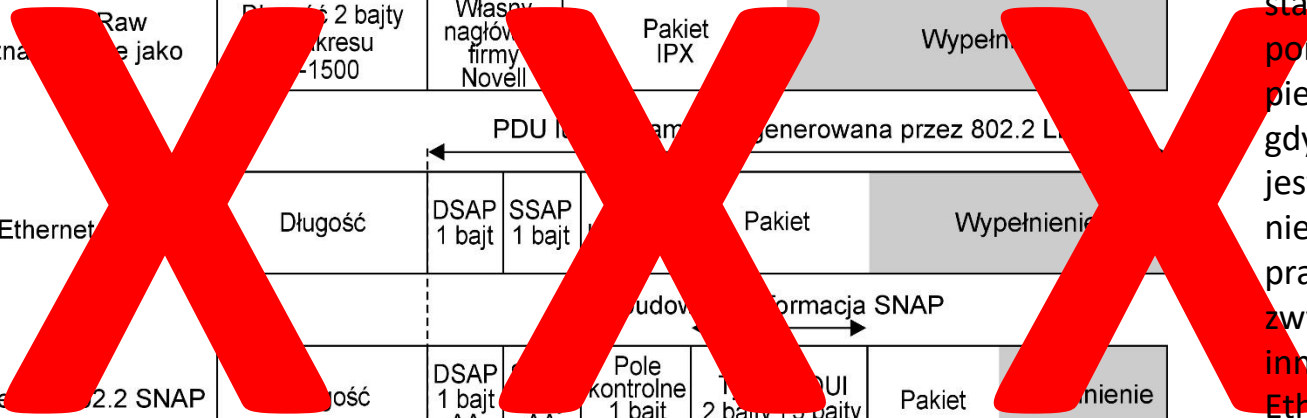
Raw (znane jako)	Pole startu ramki 2 bajty zakresu > 1500	Własny nagłówek firmy Novell	Pakiet IPX	Wypełnienie
------------------	--	------------------------------	------------	-------------

Ethernet II	Długość	DSAP 1 bajt	SSAP 1 bajt	Pakiet	Wypełnienie
-------------	---------	-------------	-------------	--------	-------------

Ethernet II SNAP	Długość	DSAP 1 bajt AA	SSAP 1 bajt AA	Pole kontrolne 1 bajt 03	Typ protokołu 2 bajty	UI 3 bajty	Pakiet	Wypełnienie
------------------	---------	----------------	----------------	--------------------------	-----------------------	------------	--------	-------------



Format ramek „surowych” 802.3 firmy Novell był oparty na wczesnych pracach IEEE 802.3. Novell wykorzystał to jako punkt wyjścia do stworzenia pierwszej implementacji własnego protokołu sieciowego IPX w sieci Ethernet. Nie użyli żadnego nagłówka LLC, ale rozpoczęli pakiet IPX bezpośrednio po polu długości. Nie jest to zgodne ze standardem IEEE 802.3, ale ponieważ IPX zawsze ma FF jako pierwsze dwa oktety (podczas gdy w IEEE 802.2 LLC ten wzorzec jest teoretycznie możliwy, ale niezwykle mało prawdopodobny), w praktyce zwykle współistnieje w sieci z innymi implementacjami Ethernet



Frame type	Ethertype or length	Payload start two bytes
Ethernet II	≥ 1536	Any
Novell raw IEEE 802.3	≤ 1500	0xFFFF
IEEE 802.2 LLC	≤ 1500	Other
IEEE 802.2 SNAP	≤ 1500	0xAAAA

Problemy budowy sieci opartej o jedną technologię

Standardy IEEE 802.3

Ethernet Standard	Date	Description
• Experimental Ethernet	1972	2.94 Mbit/s (367 kB/s) over coaxial cable (coax) cable bus
• Ethernet II (DIX v2.0)	1982	10 Mbit/s (1.25 MB/s) over thin coax (thinnet) - Frames have a Type field. This frame format is used on all forms of Ethernet by protocols in the Internet protocol suite.
• IEEE 802.3	1983	10BASE5 10 Mbit/s (1.25 MB/s) over thick coax — same as Ethernet II (above) except Type field is replaced by Length, and an 802.2 LLC header follows the 802.3 header
• 802.3a	1985	10BASE2 10 Mbit/s (1.25 MB/s) over thin Coax (thinnet or cheapernet)
• 802.3b	1985	10BROAD36
• 802.3c	1985	10 Mbit/s (1.25 MB/s) repeater specs
• 802.3d	1987	FOIRL (Fiber-Optic Inter-Repeater Link)
• 802.3e	1987	1BASE5 or StarLAN
• 802.3i	1990	10BASE-T 10 Mbit/s (1.25 MB/s) over twisted pair
• 802.3j	1993	10BASE-F 10 Mbit/s (1.25 MB/s) over Fiber-Optic
• 802.3u	1995	100BASE-TX, 100BASE-T4, 100BASE-FX Fast Ethernet at 100 Mbit/s (12.5 MB/s) w/autonegotiation
• 802.3x	1997	Full Duplex and flow control; also incorporates DIX framing, so there's no longer a DIX/802.3 split
• 802.3y	1998	100BASE-T2 100 Mbit/s (12.5 MB/s) over low quality twisted pair
• 802.3z	1998	1000BASE-X Gbit/s Ethernet over Fiber-Optic at 1 Gbit/s (125 MB/s)

Standardy IEEE 802.3

Ethernet Standard	Date	Description
• 802.3-1998	1998	<i>A revision of base standard incorporating the above amendments and errata</i>
• 802.3ab	1999	1000BASE-T Gbit/s Ethernet over twisted pair at 1 Gbit/s (125 MB/s)
• 802.3ac	1998	Max frame size extended to 1522 bytes (to allow "Q-tag") The Q-tag includes 802.1Q VLAN information and 802.1p priority information.
• 802.3ad	2000	Link aggregation for parallel links, since moved to IEEE 802.1AX
• 802.3-2002	2002	<i>A revision of base standard incorporating the three prior amendments and errata</i>
• 802.3ae	2003	10 Gbit/s (1,250 MB/s) Ethernet over fiber; 10GBASE-SR, 10GBASE-LR, 10GBASE-ER, 10GBASE-SW, 10GBASELW, 10GBASE-EW
• 802.3af	2003	Power over Ethernet
• 802.3ah	2004	Ethernet in the First Mile
• 802.3ak	2004	10GBASE-CX4 10 Gbit/s (1,250 MB/s) Ethernet over twin-axial cable
• 802.3-2005	2005	A revision of base standard incorporating the four prior amendments and errata

Standardy IEEE 802.3

Ethernet Standard	Date	Description
• 802.3an 2006 10GBASE-T 10 Gbit/s (1,250 MB/s) Ethernet over unshielded twisted pair(UTP)		
• 802.3ap 2007 Backplane Ethernet (1 and 10 Gbit/s (125 and 1,250 MB/s) over printed circuit boards)		
• 802.3aq 2006 10GBASE-LRM 10 Gbit/s (1,250 MB/s) Ethernet over multimode fiber		
• P802.3ar Cancelled Congestion management (withdrawn)		
• 802.3as 2006 Frame expansion		
• 802.3at 2009 Power over Ethernet enhancements (25.5 W)		
• 802.3au 2006 Isolation requirements for Power Over Ethernet (802.3-2005/Cor 1)		
• 802.3av 2009 10 Gbit/s EPON		
• 802.3aw 2007 Fixed an equation in the publication of 10GBASE-T (released as 802.3-2005/Cor 2)		
• 802.3-2008 2008 A revision of base standard incorporating the 802.3an/ap/aq/as amendments, two corrigenda and errata. Link aggregation was moved to 802.1AX.		
• 802.3az 2010 Energy Efficient Ethernet		

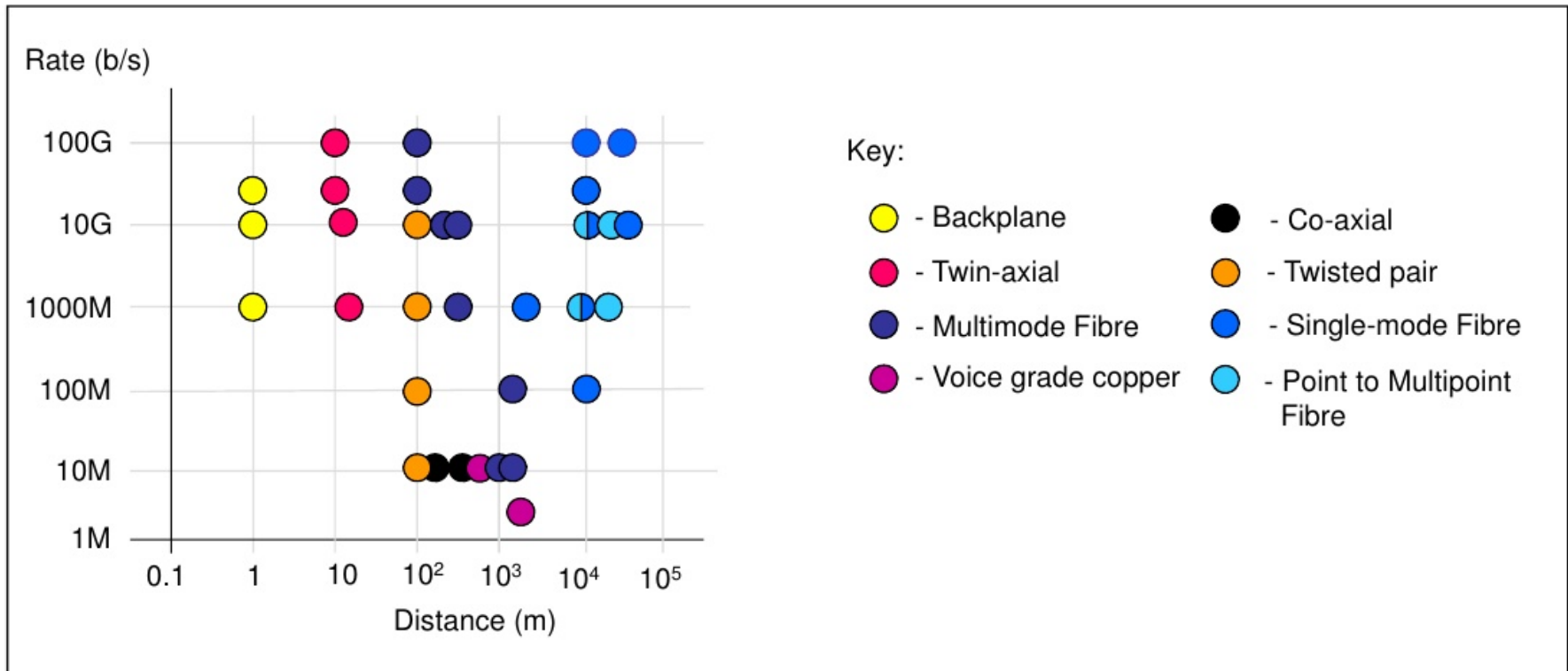
Standardy IEEE 802.3

Ethernet Standard	Date	Description
• 802.3ba	2010	40 Gbit/s and 100 Gbit/s Ethernet. 40 Gbit/s over 1m backplane, 10m Cu cable assembly (4x25 Gbit or 10x10 Gbit lanes) and 100 m of MMF and 100 Gbit/s up to 10 m of Cu cable assembly, 100 m of MMF or 40 km of SMF respectively
• 802.3-2008/Cor 1	2009	Increase Pause Reaction Delay timings which are insufficient for 10G/sec (workgroup name was 802.3bb)
• 802.3bc	2009	Move and update Ethernet related TLVs (type, length, values), previously specified in Annex F of IEEE 802.1AB (LLDP) to 802.3.
• 802.3bd	2010	Priority-based Flow Control. A amendment by the IEEE 802.1 Data Center Bridging Task Group (802.1Qbb) to develop an amendment to IEEE Std 802.3 to add a MAC Control Frame to support IEEE 802.1Qbb Priority-based Flow Control.
• 802.3.1	2011	Provide an accurate indication of the transmission and reception initiation times of certain packets as required to support IEEE P802.1AS.
• 802.3be	2011	Creates an IEEE 802.3.1 MIB definitions for Ethernet that consolidates the Ethernet related MIBs present in Annex 30A&B, various IETF RFCs, and 802.1AB annex F into one master document with a machine readable extract.
• 802.3bf	2011	Provide an accurate indication of the transmission and reception initiation times of certain packets as required to support IEEE P802.1AS.
• 802.3bg	2011	Provide a 40 Gbit/s PMD which is optically compatible with existing carrier SMF 40Gb/s client interfaces (OTU3/STM-256/OC-768/40G POS).

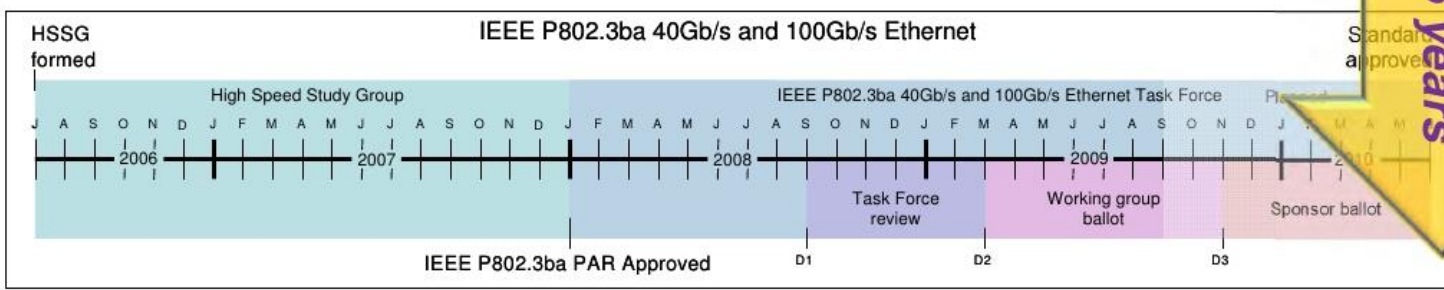
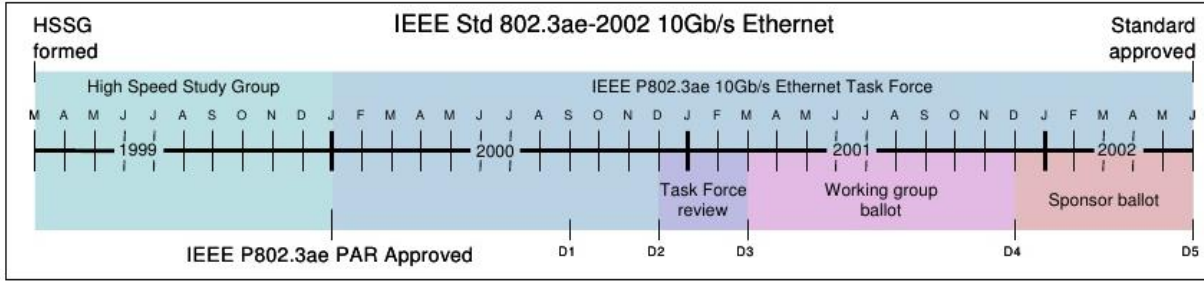
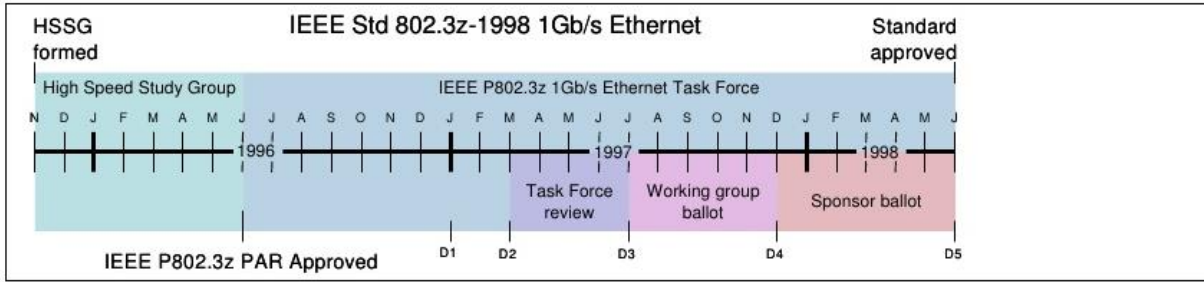
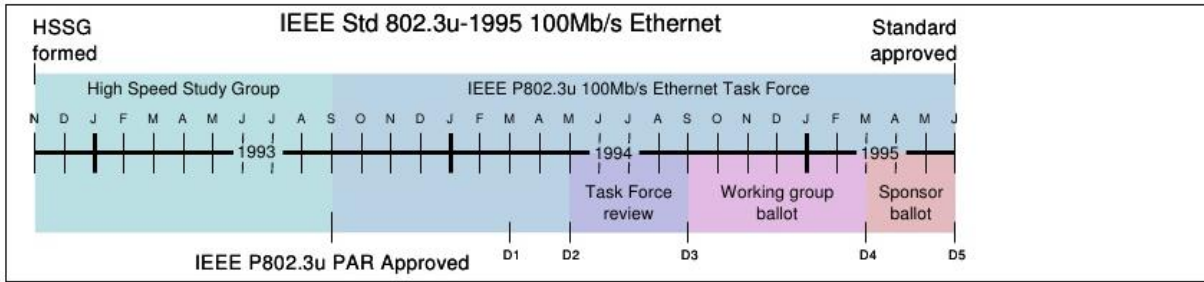
Standardy IEEE 802.3

Ethernet Standard	Date	Description
• 802.3-2012	2012	A revision of base standard incorporating the 802.3at/av/a.z/ba/bc/bd/bf/bg amendments, a corrigenda and errata.
• 802.3bj	~Mar 2014	Define a 4-lane 100 Gbit/s backplane PHY for operation over links consistent with copper traces on "improved FR-4" (as defined by IEEE P802.3ap or better materials to be defined by the Task Force) with lengths up to at least 1m and a 4-lane 100 Gbit/s PHY for operation over links consistent with copper twin-axial cables with lengths up to at least 5m

Ethernet IEEE 802.3 – typy warstwy fizycznej



Ethernet IEEE 802.3 –



Standardy IEEE 802

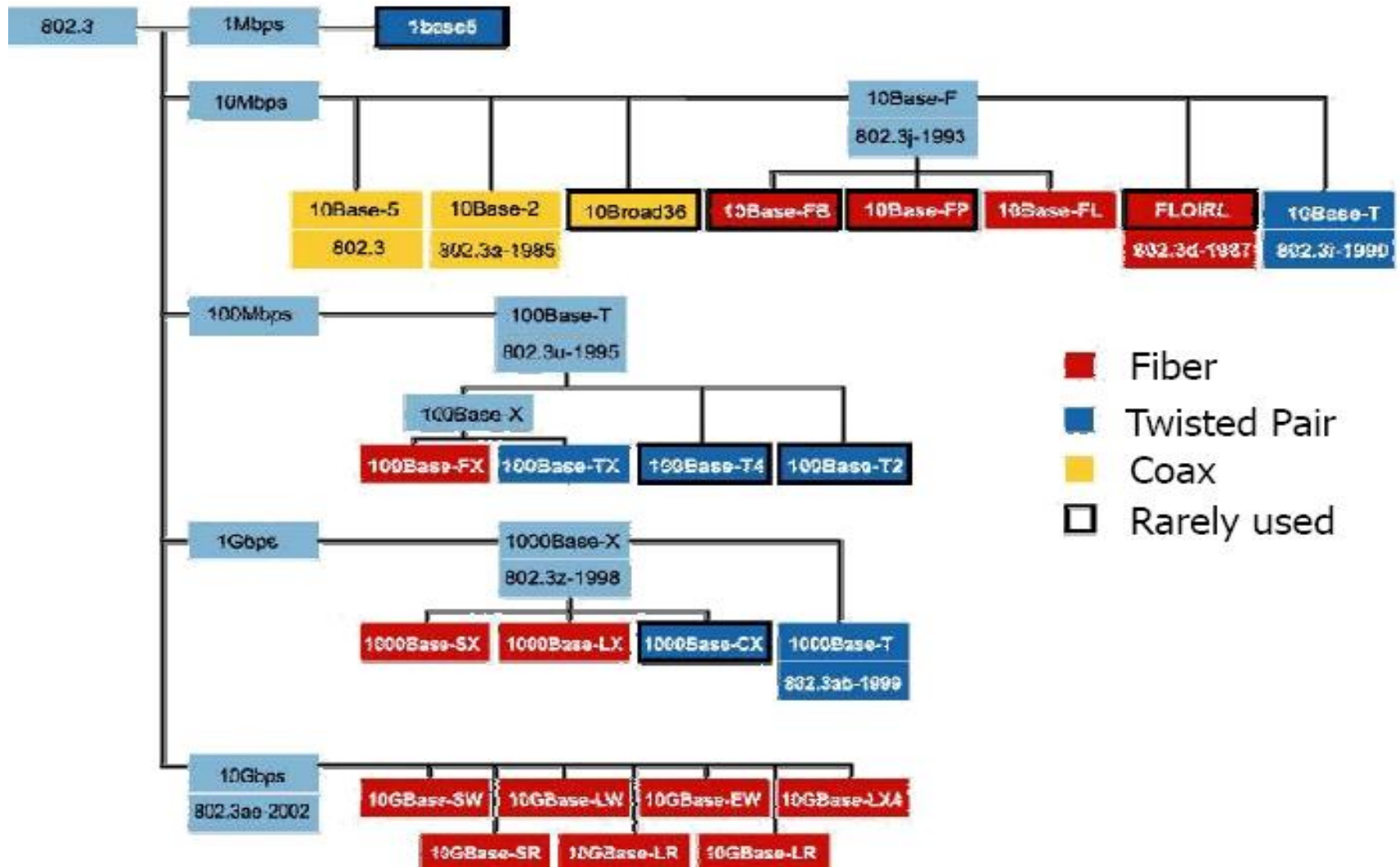
lista i oznaczenia w standardzie 802.3

Standard IEEE 802.3 definiuje wiele typów warstwy fizycznej. Przykładowe jej rozwiązania przedstawiono w tabeli

Typ	Nazwa standardu Data wprowadzenia
10Base-5	DIX-1980, 802.3-1983
10Base-2	802.3a-1985
10Broad36	802.3b-1985
FOIRL	802.3d-1987
1Base-5	802.3e-1987
10Base-T	802.3i-1990
10Base-FL	802.3j-1993
10Base-FB	802.3j-1993
10Base-FP	802.3j-1993
100Base-TX	802.3u-1995
100Base-FX	802.3u-1995

Typ	Nazwa standardu Data wprowadzenia
100Base-T4	802.3u-1995
100Base-T2	802.3y-1997
1000Base-LX	802.3z-1998
1000Base-SX	802.3z-1998
1000Base-CX	802.3z-1998
1000Base-T	802.3ab-1999
10 GBase-X	802.3ae-2002
10 GBase-R	
10 GBase-W	
40 Gb/s	2010
100 Gb/s	2010
400 Gb/s	2017
	2020????

Ethernet IEEE 802.3 – przegląd

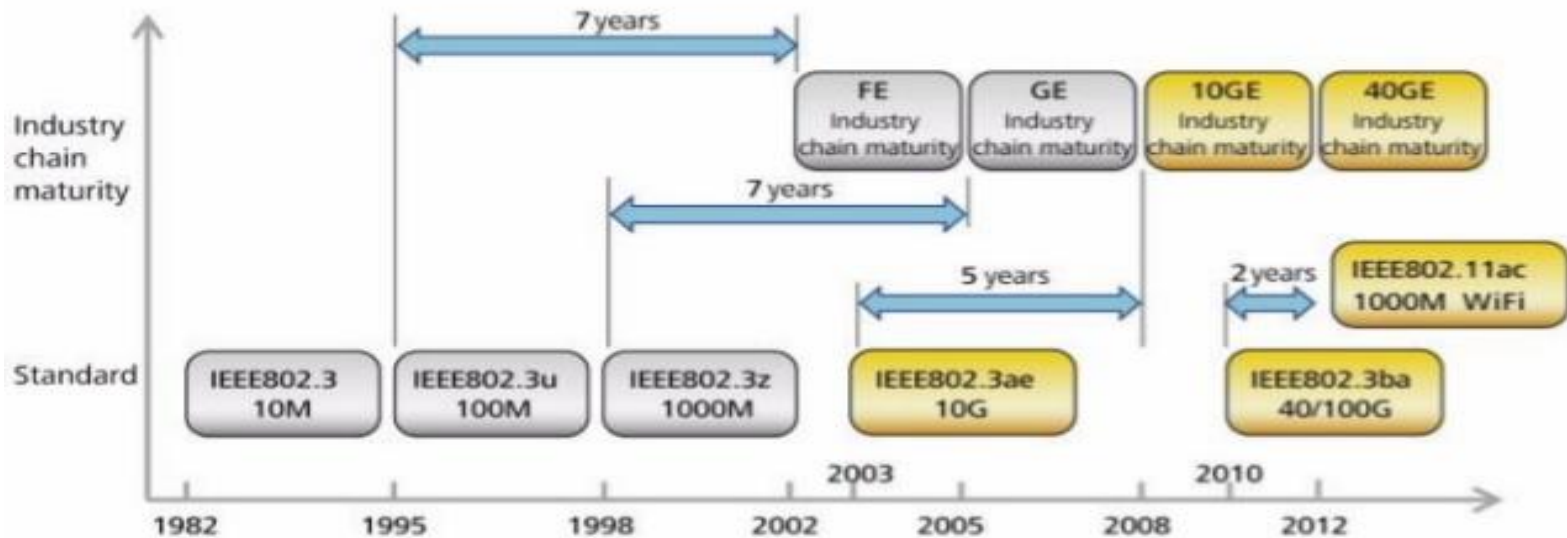


40/100 Gb/s

Standardy IEEE 802

„dojrzewanie” standardów 802.3

Standard to maturity



Source: http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3#Timeline_of_standards

Rozwój ROZWIĄZAŃ sieciowych ETHERNETowych

