



Internet rzeczy

Infrastruktura sieciowa

Powstanie Internetu rzeczy

Zapis informacji cyfrowej

Komunikacja i urządzenia sieciowe

Podstawy działania sieci komputerowych

Materiały

<http://staff.uz.zgora.pl/gpajak>

Literatura

- Gwiazda A., Granosik G., Buchwald P.: Internet Rzeczy i jego przemysłowe zastosowania, PWE, 2022
- King A.: Programowanie Internetu rzeczy. Wprowadzenie do budowania zintegrowanych rozwiązań IoT między urządzeniami a chmurą, Promise, 2021
- Miller M., Internet rzeczy. PWN, 2016.
- Sikorski M.: Internet rzeczy. PWN, 2020.
- Skorupski A., Mazur G., Daszczuk W., Gracki K., Kowalski H.A., Szymański Z.: Inżynieria systemów internetu rzeczy. Sprzęt i oprogramowanie, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2021
- Kluczewski J.: Internet rzeczy IoT i IoE w symulatorze Cisco Packet Tracer, Helion, 2018.
- Jesin A.: Packet Tracer Network Simulator, Packt Publishing Ltd, 2014

Oprogramowanie

- Cisco Packet Tracer: <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer>

Idea Internetu Rzeczy

- Wszystko jest połączone
- Wszystko generuje dane
- Wszystko staje się programowalne
- Wszystko można zautomatyzować
- Wszystko musi być zabezpieczone



Internet rzeczy

Pierwsze użycie

"Internet of Things" – tytuł prezentacji Kevina Ashtona dla Procter & Gamble

Definicje

Internet Rzeczy to sieć połączonych ze sobą urządzeń

The Internet of Things is about empowering computers so they can see, hear and smell the world for themselves

Kevin Ashton

W Internecie rzeczy chodzi o to, żeby komputery mogły widzieć, słyszeć i czuć świat

IoT is simply the point in time when more “things or objects” were connected to the Internet than people

Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), 2011

Internecie rzeczy to moment, w którym do Internetu podłączonych było więcej „rzeczy lub obiektów” niż ludzi

Narodziny Internetu rzeczy

Populacja świata	6,3 mld	6,8 mld	7,2 mld	7,6 mld
Liczba połączonych urządzeń	0,5 mld	12,5 mld	25 mld	50 mld



Liczba połączonych urządzeń na osobę	0,08	1,84	3,47	6,58
--------------------------------------	------	------	------	------



↑
Więcej połączonych urządzeń niż ludzi

Internet rzeczy narodził się między 2008 a 2009 rokiem



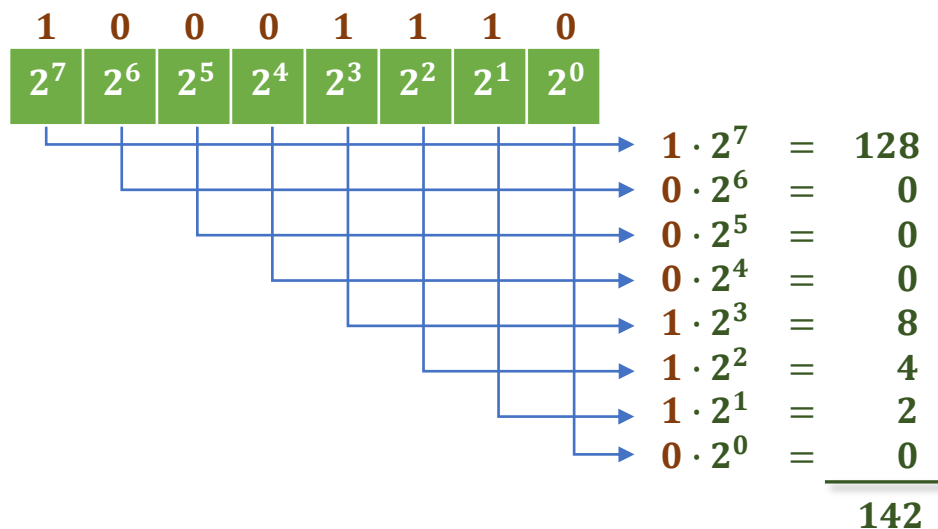
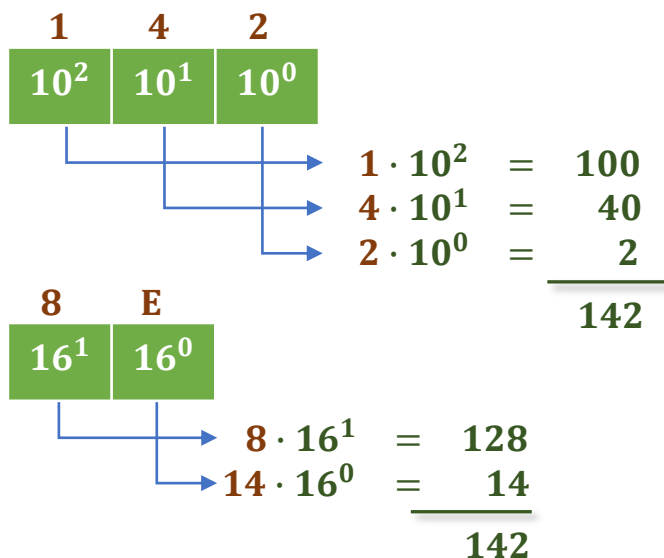
0100001101101111011011100
1110110011001010111001001
110100001000000111010001
100101011110000111010000
100000011010010110111001
110100111011001100101011

Zapis informacji cyfrowej

Pozycyjne systemy liczbowe

System pozycyjny

sposób zapisu liczb, w którym o znaczeniu cyfry decyduje jej pozycja w zapisie



system	podstawa	dostępne cyfry	przykład
dwójkowy	2	0, 1	10101110_2
ósemkowy	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	216_8
dziesiętny	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	142_{10}
szesnastkowy	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F	$8E_{16}$

Jednostki informacji

jednostka	symbol	rozmiar	uwagi
bit	b		ang. <i>binary digit</i> , podstawowa jednostka informacji, wartości 0 i 1
bajt	B	8 b	ang. <i>byte</i> , ciąg 8 bitów, wartości $00000000_2..11111111_2$, tzn. 0..255

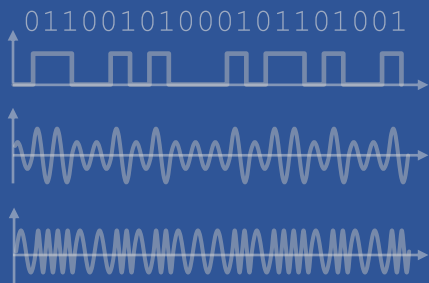
1 kilobajt = ? bajtów

1 kilobajt = 1000 B = 1 kB
1 kilobajt = 2^{10} B = 1024 B = 1 KB

1 megabajt = ? bajtów

przedrostki dziesiętne (SI)		
jednostka	symbol	bajty
kilobajt	kB	$1000^1 = 10^3$
megabajt	MB	$1000^2 = 10^6$
gigabajt	GB	$1000^3 = 10^9$
terabajt	TB	$1000^4 = 10^{12}$

przedrostki binarne (IEC 60027-2)		
jednostka	symbol	bajty
kibibajt	KiB	$1024^1 = 2^{10}$
mebibajt	MiB	$1024^2 = 2^{20}$
gibibajt	GiB	$1024^3 = 2^{30}$
tebibajt	TiB	$1024^4 = 2^{40}$



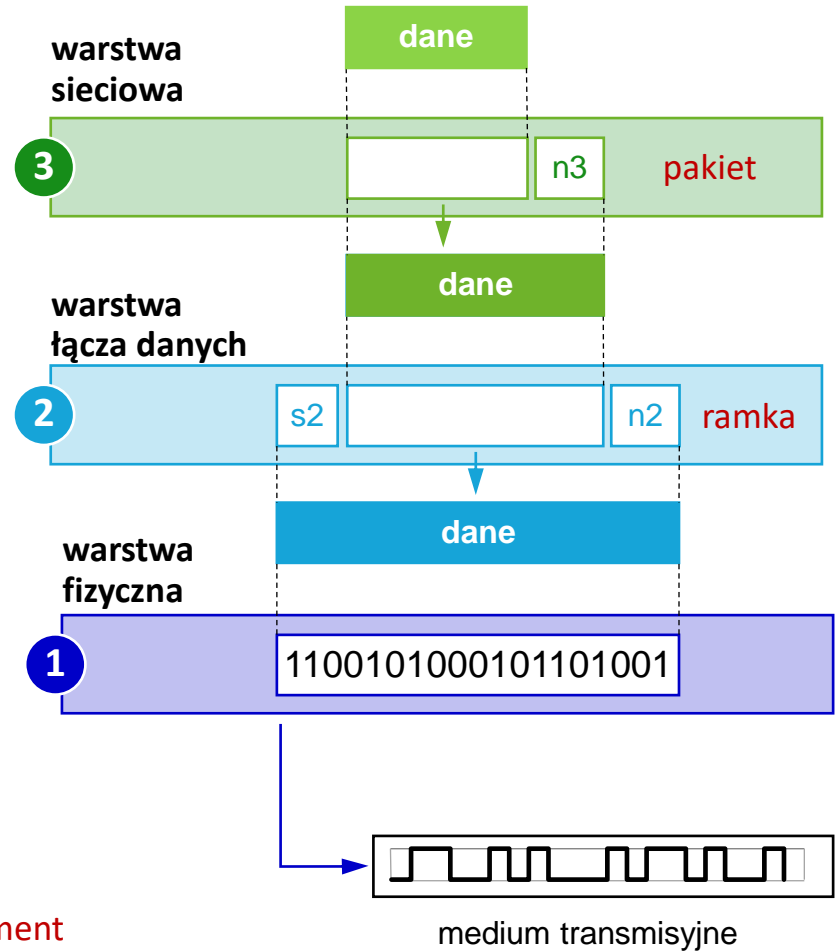
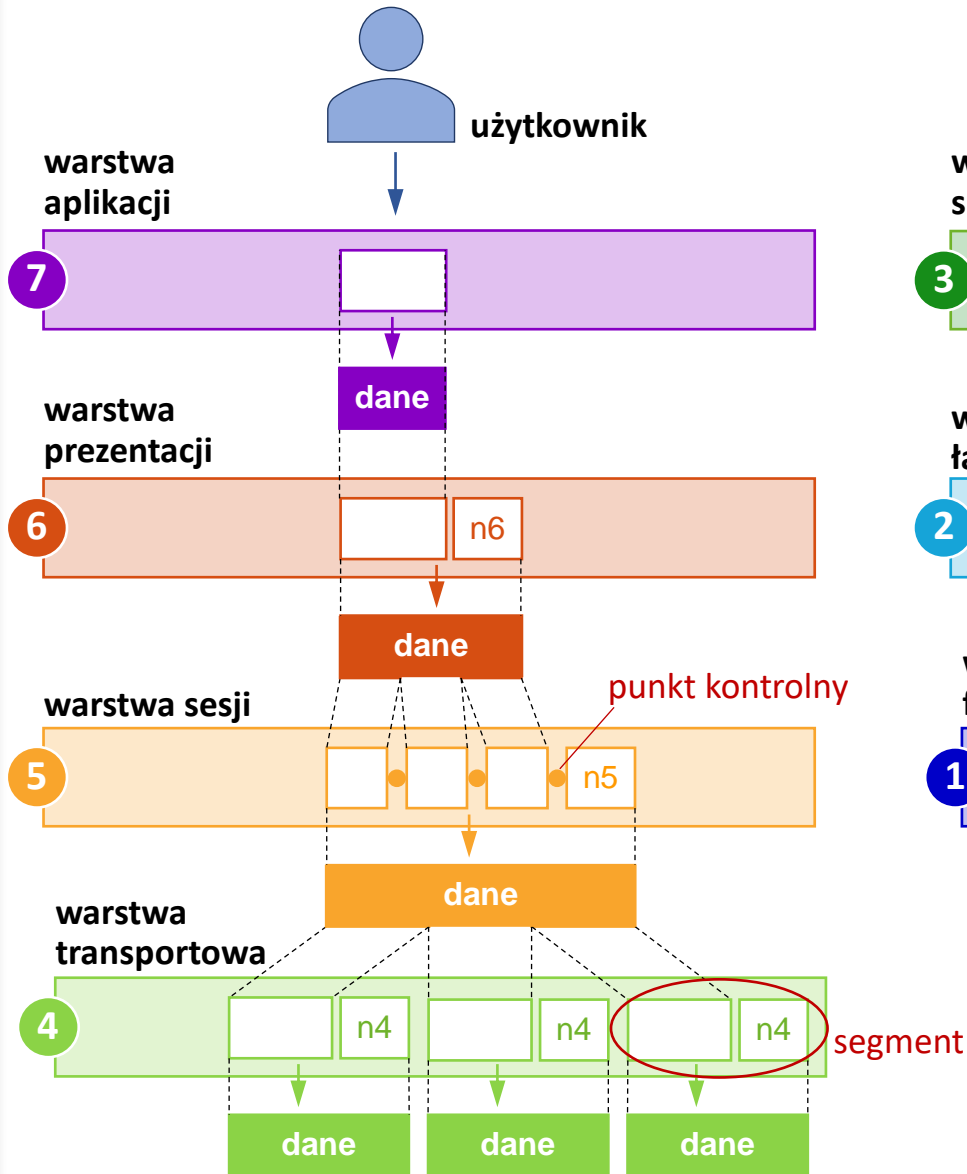
Podstawy komunikacji sieciowej

Model OSI (Open Systems Interconnection Model)

Model OSI to tzw. model odniesienia (ISO 7498), zawiera opis niezbędnych procedur pozwalających na współpracę systemów z wykorzystaniem mediów komunikacyjnych, model OSI ma strukturę warstwową, warstwy współpracują ze sobą a każda warstwa jest odpowiedzialna za obsługę określonej funkcji sieciowej.

7	warstwa aplikacji	udostępnia aplikacjom, którymi posługuje się użytkownik usługi sieciowe, jest interfejsem między aplikacjami a usługami sieciowymi
6	warstwa prezentacji	przekształca dane do formatu ustalonego w standardzie, wykonuje kompresję, szyfrowanie
5	warstwa sesji	kontroluje komunikację, jest odpowiedzialna za ustanawianie, utrzymywanie, zrywanie, wznowianie sesji (definiuje punkty kontrolne ułatwiające wznowianie)
4	warstwa transportowa	zapewnia niezawodną transmisję pomiędzy aplikacjami, dzieli strumień danych z warstwy wyższej na segmenty, kontroluje transmisję, wykrywa błędy
3	warstwa sieciowa	zamienia segmenty na pakiety, określa najlepszą drogę pomiędzy węzłami sieci, posługuje się adresami logicznymi węzłów
2	warstwa łącza danych	pakuje pakiety w ramki i wysyła je do warstwy fizycznej, wykrywa uszkodzone ramki i zajmuje się ich naprawą, posługuje się adresami fizycznymi węzłów
1	warstwa fizyczna	jest odpowiedzialna za fizyczną transmisję danych za pośrednictwem medium sieciowego, przesyła ramki w postaci ciągu bitów

Model OSI (Open Systems Interconnection Model)

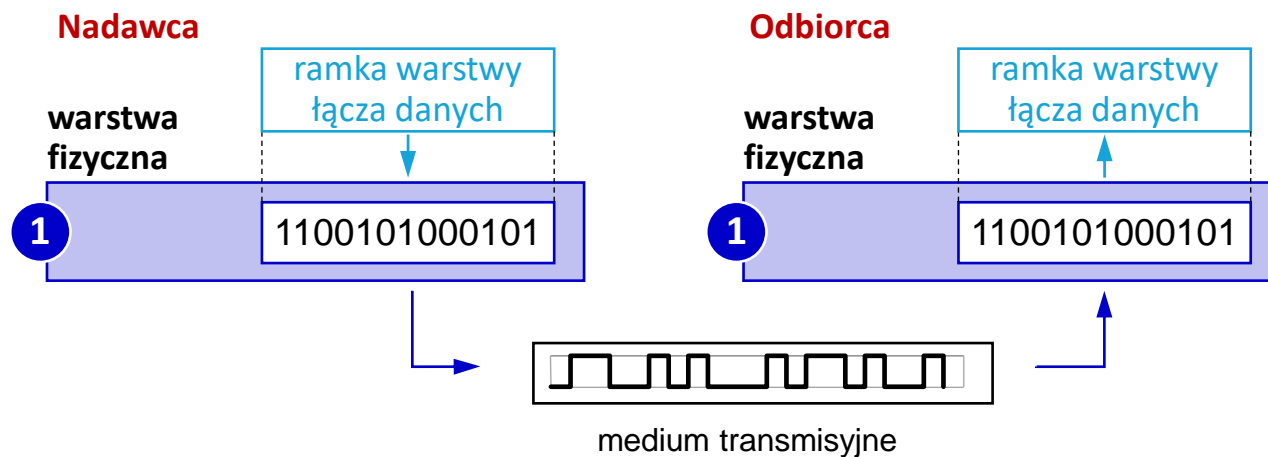


Warstwa fizyczna

Protokoły warstwy fizycznej opisują środki mechaniczne, elektryczne, funkcjonalne i proceduralne służące do aktywowania, utrzymywania i dezaktywowania połączeń fizycznych w celu transmisji bitów do i z urządzenia sieciowego.

Funkcje

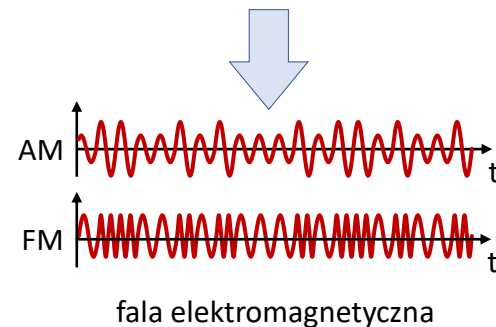
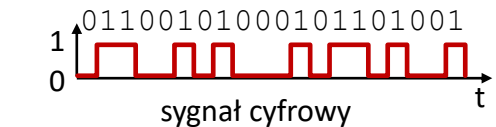
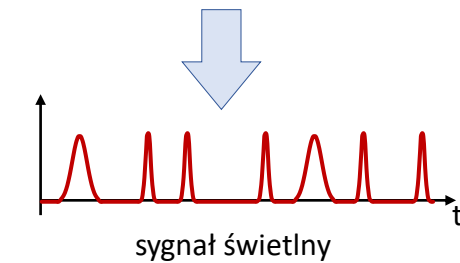
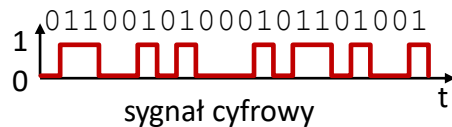
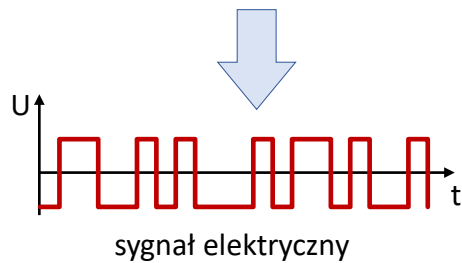
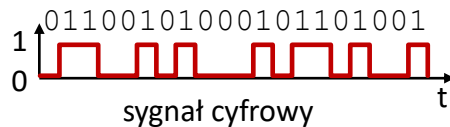
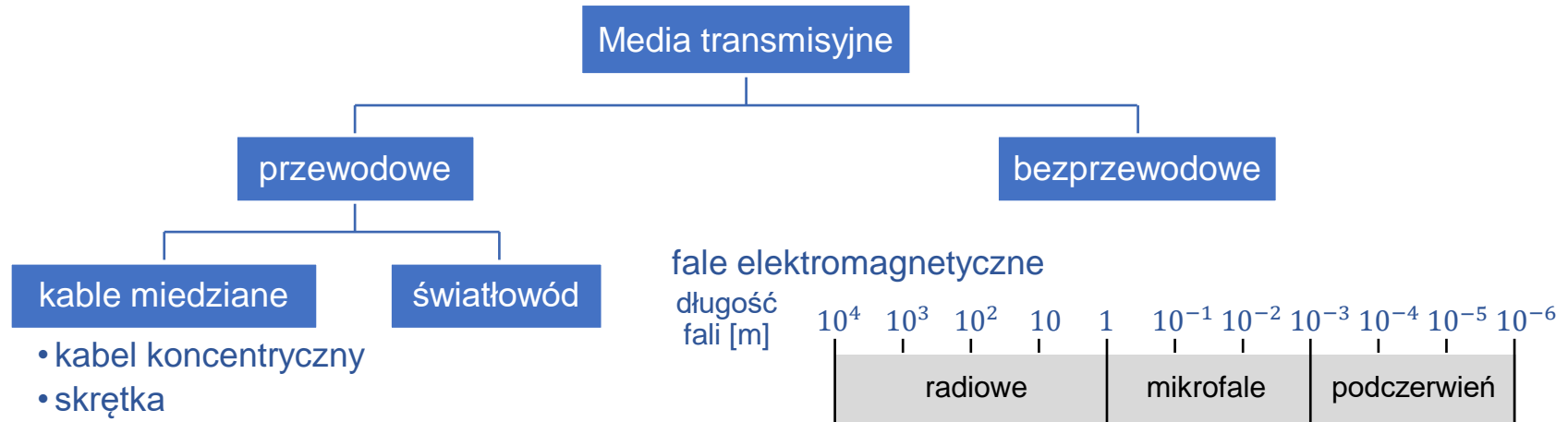
- kodowanie danych na sygnały przesyłane za pomocą medium transmisyjnego
- nawiązanie i zakończenie połączenia z medium transmisyjnym
- rozwiązywanie konfliktów i kontrola przepływu
- zapewnienie mechanizmów wykrywania i korygowania błędów



Warstwa fizyczna

Medium transmisyjne

nośnik, który pozwala na przesyłanie danych pomiędzy węzłami sieci



Kabel typu skrętka (ang. twisted-pair cable)

Budowa

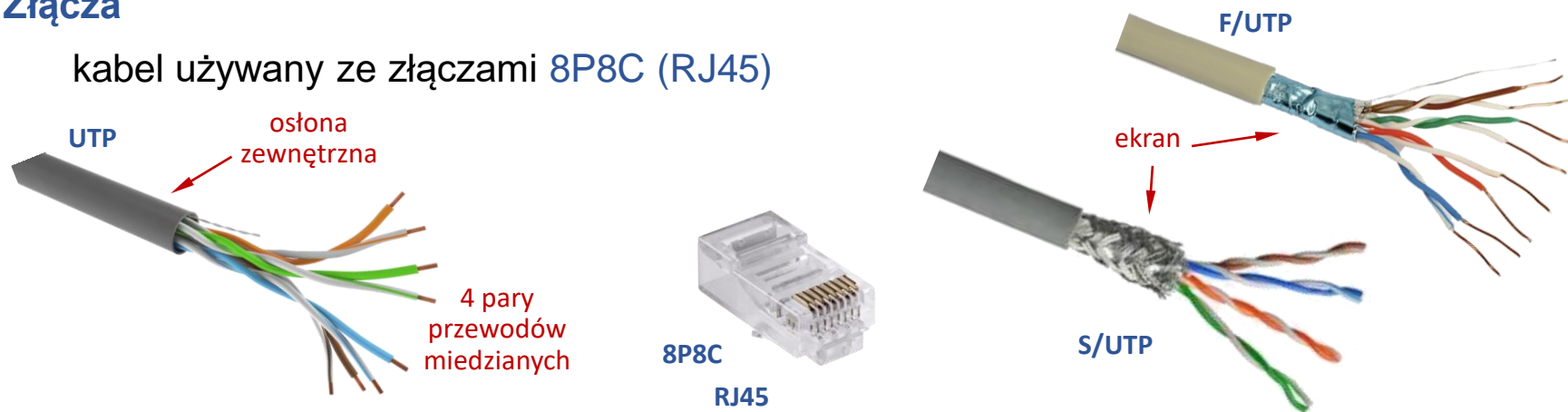
- 4 pary przewodów miedzianych (skręcenie eliminuje wpływ zakłóceń elektromagnetycznych oraz wzajemnych)
- zewnętrzna osłona z tworzywa sztucznego

Podział

- skrętki nieekranowane **UTP** (ang. Unshielded Twisted Pair)
 - skrętki ekranowane **STP** (ang. Shielded Twisted Pair) za pomocą siatki
 - skrętki ekranowane **FTP** (ang. Foiled Twisted Pair) za pomocą folii
- dodatkowo **U/FTP**, **F/UTP**, **S/UTP**, **SF/UTP**, **F/FTP**, **S/FTP**, **SF/FTP**
(typ "xx"/"y"TP – ekran zewnętrzny "xx", ekran pary przewodów "y")

Złącza

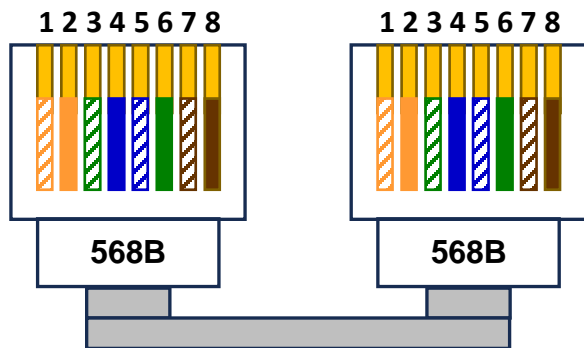
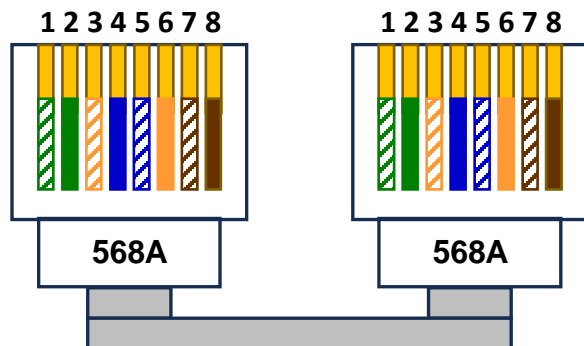
kabel używany ze złączami 8P8C (RJ45)



Kabel typu skrętka (ang. twisted-pair cable)

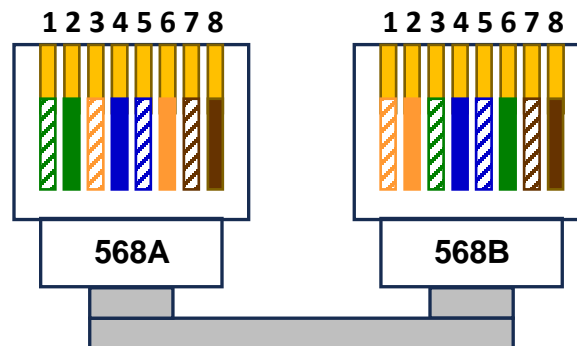
kabel prosty (ang. straight-thru cable)

łączenie różnych urządzeń



kabel krzyżowy (ang. cross-over cable)

łączenie podobnych urządzeń



wymagania dotyczące kabli			
port urz. 1 \ port urz. 2	MDI	MDI-X	auto MDI/MDIX
MDI	krzyżowy	prosty	dowolny
MDI-X	prosty	krzyżowy	dowolny
auto MDI/MDIX*	dowolny	dowolny	dowolny

*auto MDI/MDIX – automatyczne rozpoznawanie typu kabla

Kabel koncentryczny (ang. coaxial cable)

Budowa

- miedziany rdzeń
- izolator oddzielający rdzeń od kolejnej warstwy
- metalowy oplot – ekran
- zewnętrzna osłona z tworzywa sztucznego

Złącza

kabel najczęściej używany jest ze złączami bagnetowymi typu **BNC** (ang. Bajonet Neill-Concelman)



BNC

Kabel światłowodowy (ang. coaxial cable)

Budowa

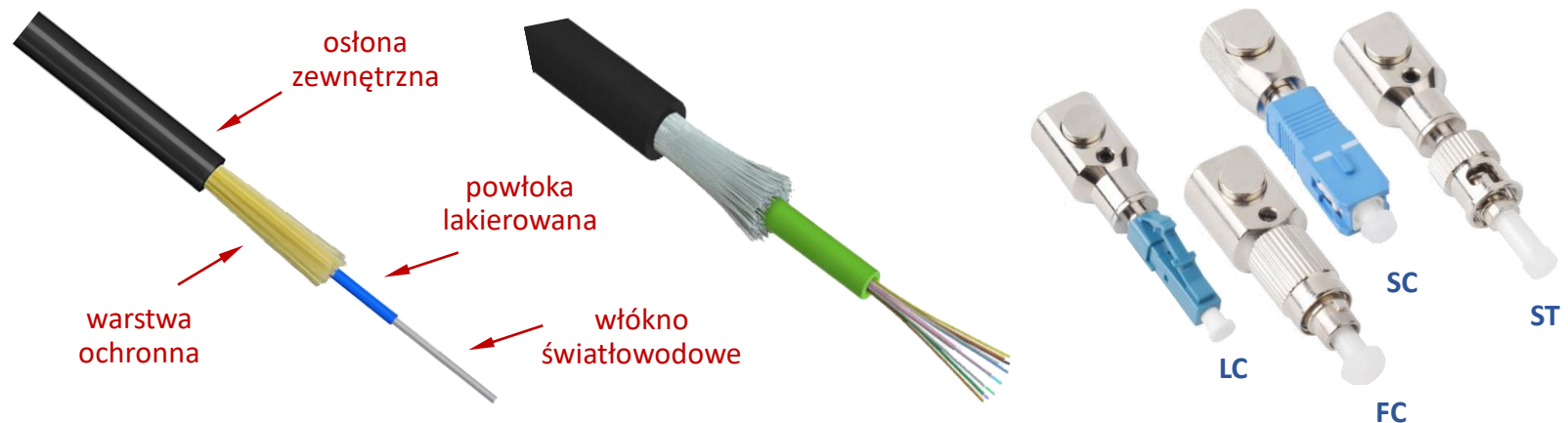
- jedno lub więcej włókien światłowodowych

włókno światłowodowe tworzy rdzeń z włókna (szklanego lub z tworzywa sztucznego) otoczony płaszczem (okładziną), wyróżnia się włókna jednomodowe SM (ang. Single Mode, rdzeń o średnicy $9\ \mu\text{m}$) i wielomodowe MM (ang. Multi Mode, rdzeń o średnicy $50\ \mu\text{m}$ lub $62,5\ \mu\text{m}$), współczynnik załamania światła rdzenia jest wyższy niż płaszcz

- warstwy ochronne i wzmacniające
- zewnętrzna osłona z tworzywa sztucznego

Złącza

kabel używany ze złączami typu LC, FC, SC, ST, ...



Standardy transmisji

nazwa	kod	odlegość	kabel
Ethernet (10 Mb/s)			
	10Base2	185 m	koncentryczny
	10Base-T	100 m	UTP (kategoria 3)
FastEthernet (100 Mb/s)			
	100Base-TX	100 m	UTP (kategoria 5)
	100Base-FX	2 km	światłowód MM
	100Base-SX	2 km	światłowód MM
GigabitEthernet (1000 Mb/s)			
	1000Base-T	100 m	UTP (kategoria 5)
	1000Base-LX	5 km/550m (SM/MM)	światłowód SM lub MM
	1000Base-SX	500 m	światłowód MM
10 GigabitEthernet (10 Gb/s)			
	10GBase-T	100 m	UTP (kategoria 6)
	10GBase-LR	10 km	światłowód SM
100 GigabitEthernet (100 Gb/s)			
	100GBase-LR4	10 km	światłowód SM



Podstawowe urządzenia sieciowe

Karta sieciowa

Karta sieciowa (ang. NIC – Network Interface Card)



zapewnia komunikację urządzeń peryferyjnych z siecią komputerową, pracuje w warstwie fizycznej modelu OSI, przekształca pakiety danych w sygnały przesyłane przez medium transmisyjne.

Cechy kart sieciowych

- pracują w ustalonym standardzie (Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, FDDI, itp.),
- w większości standardów mają unikalny adres fizyczny (adres MAC),
- występują w postaci układów wbudowanych, kart rozszerzeń montowanych wewnątrz obudowy (PCI, PCI Express, PCMCIA, ExpressCard) lub podłączanych do portów USB.



Karta PCI



ExpressCard



Karta USB

Modem

Modem (modulator-demodulator)



konwertuje dane z formatu cyfrowego na format odpowiedni dla analogowego medium transmisyjnego (np. telefon, radio); nadajnik moduluje określony parametr fali nośnej (amplituda, częstotliwość, faza) w celu zakodowania informacji cyfrowych, odbiornik demoduluje sygnał odtwarzając oryginalną informację cyfrową.

Modem telefoniczny

transmituje dane używając przyłącze lokalne publicznej komutowanej sieci telefonicznej (**PSTN**, *ang. public switched telephone network*); typy:

- modem klasyczny – korzysta z pasma podstawowych usług telefonicznych (**POTS** *ang. plain old telephone service*), używając częstotliwości 300–3400 Hz (transfer do 56kb/s);
- modem xDSL – używa częstotliwości powyżej 3,4 kHz dostępnych dla przyłączy abonenckich (odbiór 8–52Mb/s, wysyłanie 1–5Mb/s).

Modem kablowy

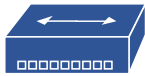
transmituje dane używając infrastruktury telewizji kablowej (typowo kabel koncentryczny).

Modem radiowy

transmituje dane wykorzystując fale radiowe.

Koncentrator

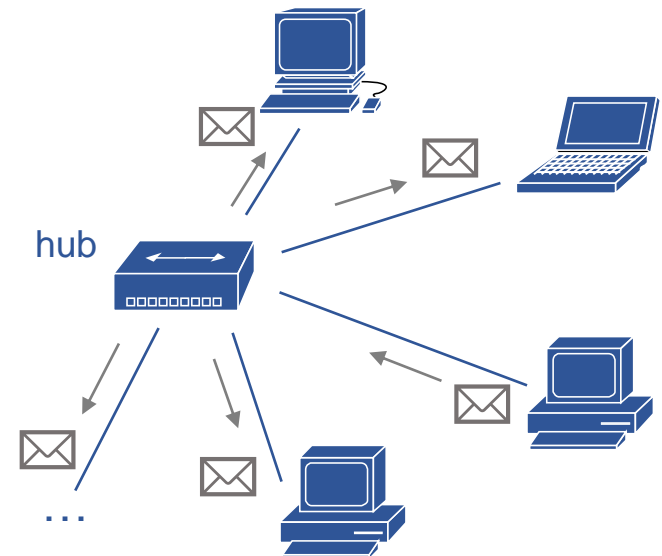
Koncentrator sieciowy (ang. hub)



łączy kilka urządzeń sieciowych, pracuje w pierwszej warstwie (fizycznej) modelu OSI; rzadko używany, zastąpiony przez przełączniki.

Cechy koncentratorów

- nie może określić źródła oraz miejsca docelowego sygnału,
- każdy sygnał z jednego portu przekazuje na wszystkie pozostałe,
- mechanizm propagacji sygnałów prowadzi do wystąpienia kolizji (jednoczesne nadawanie przez wiele urządzeń).



Przełącznik

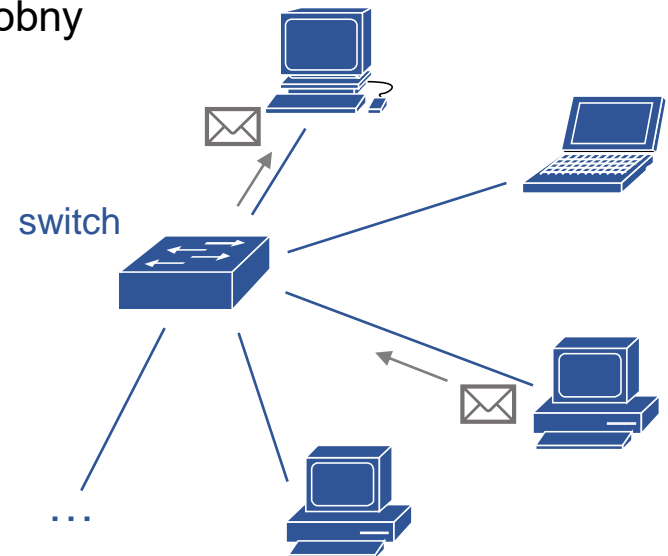
Przełącznik sieciowy (*ang. switch*)



łączy wiele urządzeń sieciowych, pracuje w drugiej lub trzeciej warstwie (łącza danych lub sieciowej) modelu OSI.

Cechy przełączników

- korzystając z adresów fizycznych (MAC) tworzy tablicę skojarzeń, która przechowuje informacje o urządzeniach podłączonych do poszczególnych portów,
- przekazuje ramki pomiędzy segmentami sieci wybierając port odbiorcy,
- mechanizm propagacji sygnałów ogranicza występowanie kolizji,
- zapewnia każdemu podłączonemu urządzeniu osobny kanał komunikacyjny.



Ruter

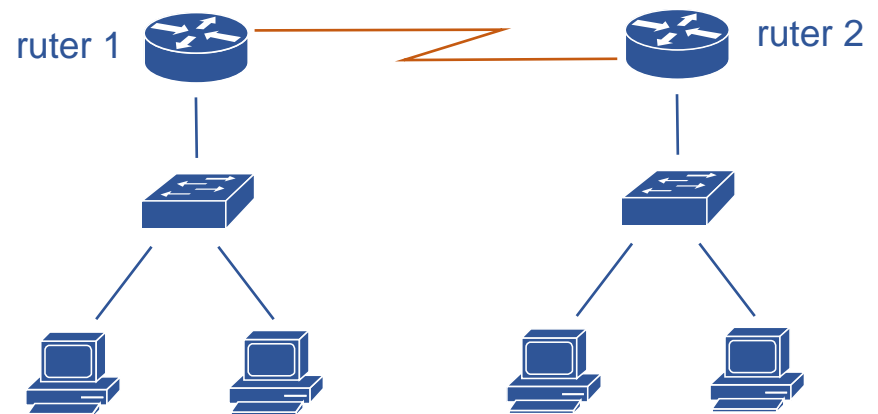
Ruter (*ang. router*)



pełni rolę węzła komunikacyjnego łącząc różne sieci, pracuje w trzeciej warstwie (sieciowej) modelu OSI

Cechy ruterów

- jest wyposażony w kilka interfejsów sieciowych łącząc co najmniej dwie sieci,
- przechowuje tablicę routingu z zapisem tras do innych sieci,
- na podstawie adresu logicznego (IP) odbiorcy wybiera optymalną trasę pakietów do sieci docelowej.



Inne urządzenia sieciowe

Panel krosowy, krosownica (*ang. patch panel*)



ułatwia zarządzanie architekturą sieci; stanowi zakończenie okablowania strukturalnego, ułatwia połączenie urządzeń końcowych (komputery, drukarki, itp.) do aktywnych urządzeń sieciowych (switch, router).

Regenerator sygnału, wzmacniacz (*ang. repeater*)



regeneruje sygnał w torze transmisyjnym pozwalając na zwiększenie zasięgu; obecnie rzadko używany samodzielnie, jego funkcje są zaimplementowane w innych urządzeniach sieciowych (switch, ruter, itp.).

Most (*ang. bridge, AP*)



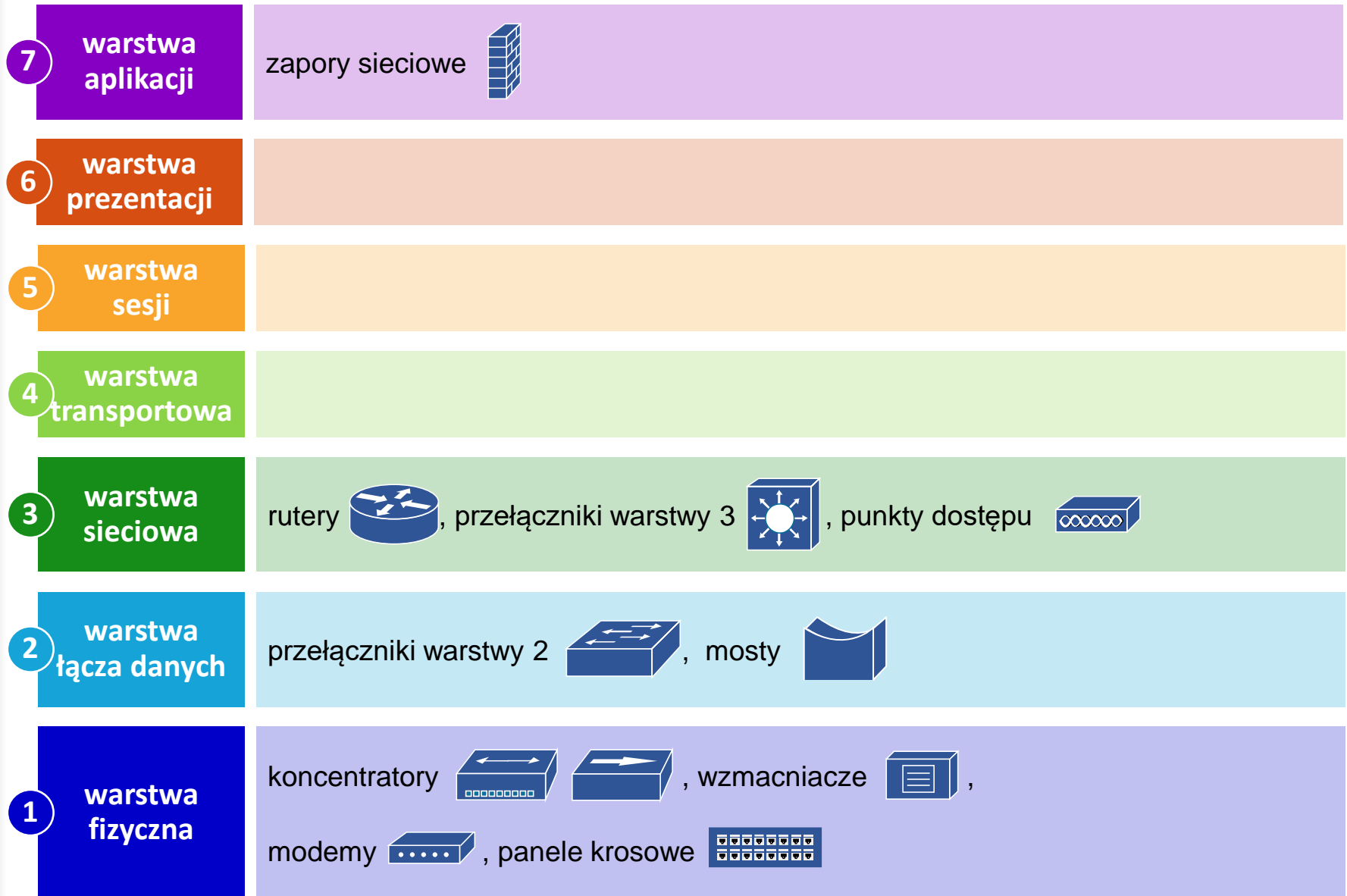
łączy różne segmenty sieci tworząc jedną sieć zagregowaną; łączone segmenty mogą korzystać z różnych fizycznych i logicznych protokołów łącza.

Punkt dostępu (*ang. access point, AP*)



zapewnia dostęp do sieci komputerowej z wykorzystaniem bezprzewodowego nośnika transmisyjnego (fal radiowych), stanowi most pomiędzy siecią przewodową i bezprzewodową

Urządzenia sieciowe w warstwach modelu OSI



Szafa serwerowa

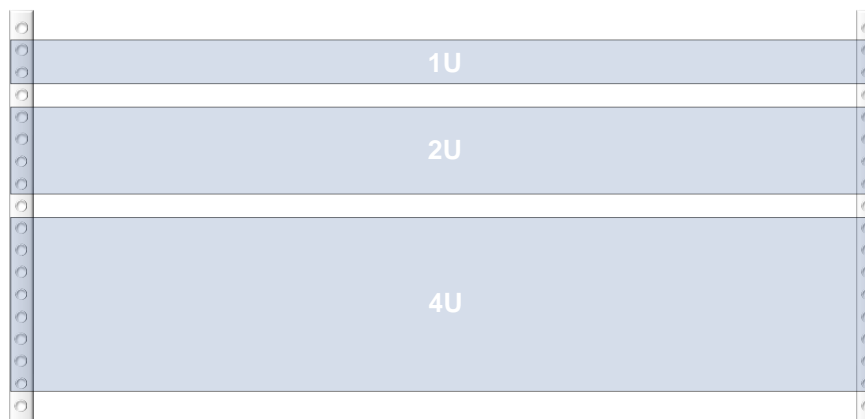
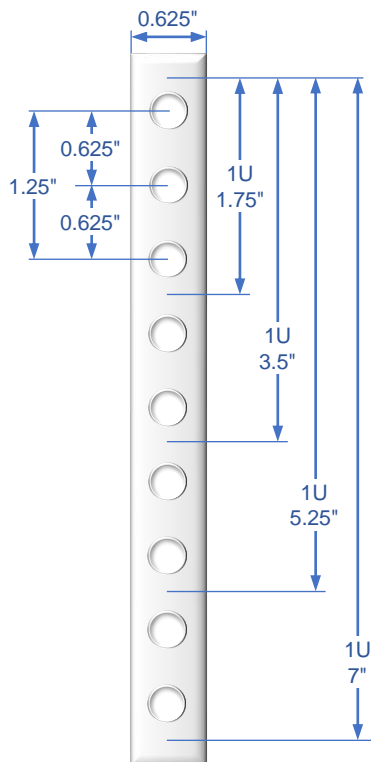
Rack, szafa rack, szafa serwerowa

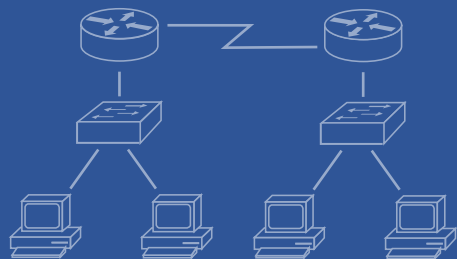
nazwa standardu szaf lub stojaków stosowanych w serwerowniach komputerowych energetyce oraz pomieszczeniach przemysłowych, przeznaczonych do montażu dedykowanych urządzeń; standard opisany w dokumencie EIA-310D (Electronic Industries Association); typowa szerokość 19" (482,6 mm), rzadziej 10", 21", 24" (IBM).



Jednostka U

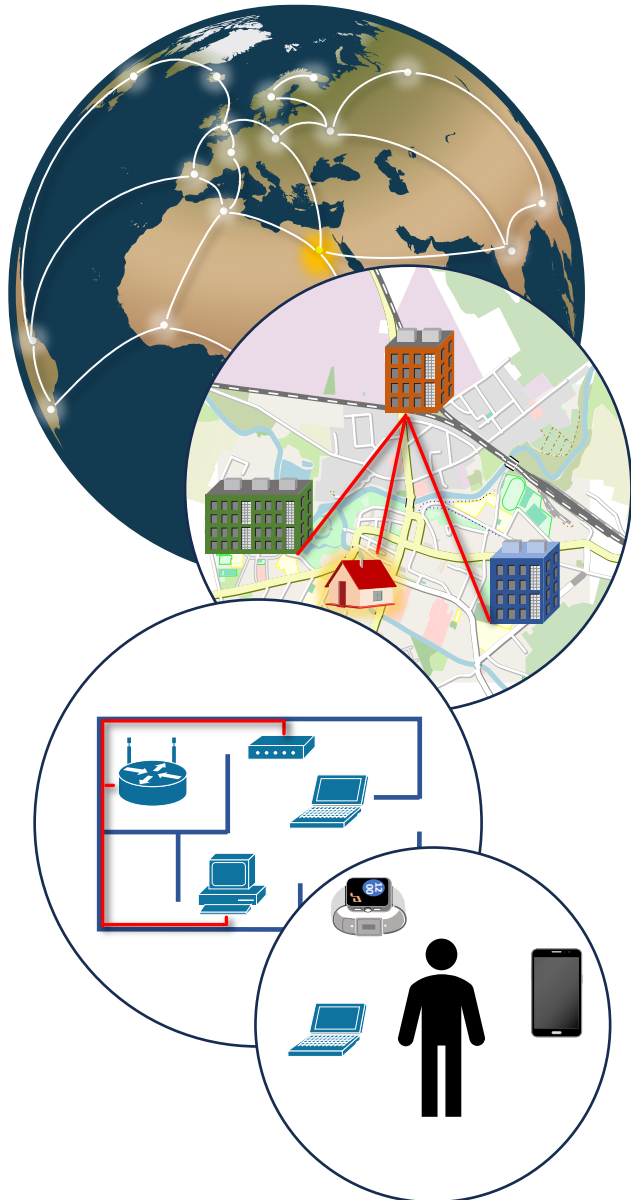
jednostka długości określająca wysokość urządzeń oraz wysokość szafy rack; $1U = 1\frac{3}{4}" = 44,5\text{mm}$ to wysokość pojedynczego slotu montażowego; pojemność pełnowymiarowej szafy to 42U.





Podstawy działania sieci komputerowych

Typy sieci



WAN (ang. Wide Area Network)

sieć rozległa złożona z urządzeń rozmieszczonych na dużym obszarze geograficznym (województwo, region, kraj, świat), np.: **internet**, sieć łącząca oddziały firmy; WAN korzystają z usług operatorów telekomunikacyjnych

MAN (ang. Metropolitan Area Network)

sieć miejska złożona z urządzeń rozmieszczonych na obszarze miasta, aglomeracji

LAN (ang. Local Area Network)

sieć lokalna złożona z urządzeń rozmieszczonych na niewielkim obszarze (budynek, grupa zabudowań)

PAN (ang. Personal Area Network)

sieć prywatna (**osobista**) złożona z urządzeń należących do konkretnej osoby, zasięg sieci to kilka metrów

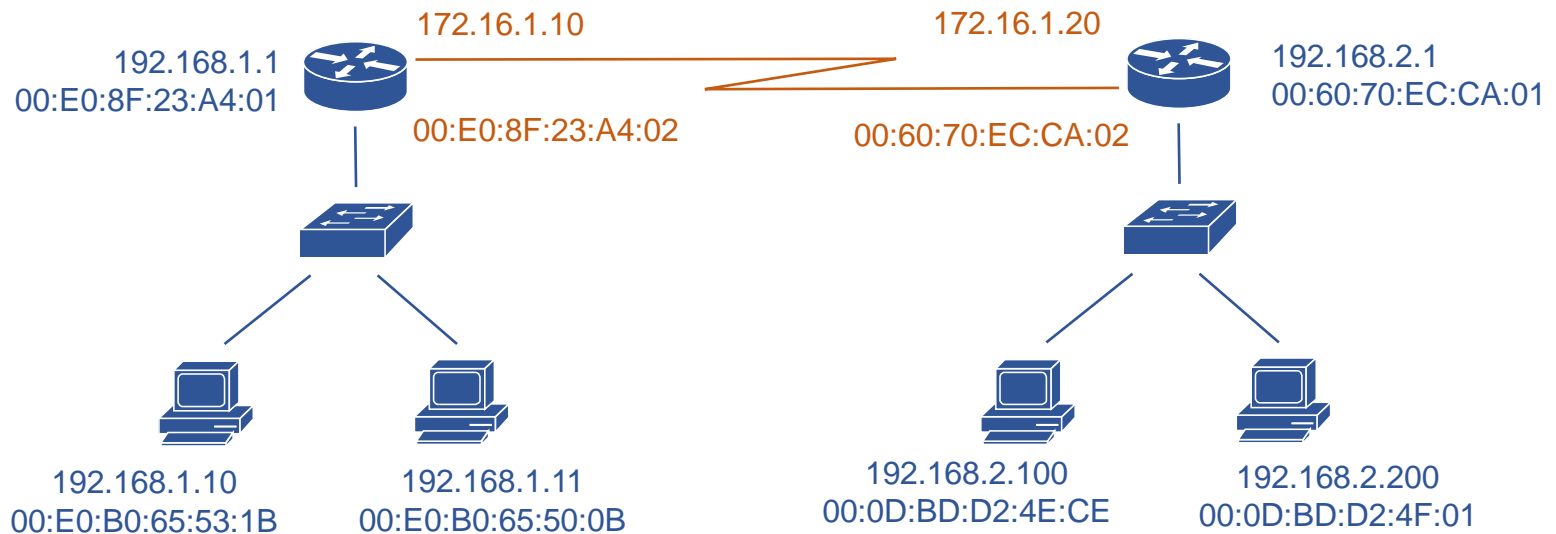
Adresowanie w sieciach

Adres fizyczny urządzenia sieciowego (MAC, ang. Media Access Control Address)

48 bitowy unikalny identyfikator sprzętowy przypisany do każdej karty interfejsu sieciowego (NIC) w urządzeniu, adres MAC pozostaje stały przez cały okres użytkowania karty sieciowej, wykorzystywany jest jako unikalny identyfikator urządzeń na poziomie lokalnym, umożliwiając komunikację w tym samym segmencie sieci.

Adres logiczny urządzenia sieciowego (IP, ang. Internet Protocol Address)

32 lub 128 bitowy (IPv4 lub IPv6) identyfikator służący do identyfikacji urządzeń podłączonych do sieci, nie identyfikuje jednoznacznie fizycznego urządzenia



Adresowanie w sieciach

	adres fizyczny	adres logiczny	
parametr	MAC	IPv4	IPv6
nazwa angielska	Media Access Control Address	Internet Protocol Address version 4 version 6	
cel	identyfikacja urządzenia	identyfikacja urządzenia w sieci	
warstwa OSI	warstwa łącza danych (2)	warstwa sieciowa (3)	
dostawca	producent karty sieciowej (NIC , ang. Network Interface Card)	dostawca usług internetowych (ISP , ang. Internet Service Provider), administrator sieci, serwer DHCP	
rozmiar	6 B = 48 b	4 B = 32 b	16 B = 128 b
zapis	zapis szesnastkowy, bajty oddzielane "-" lub ":", np.: EC:B1:D7:A0:10:2E <div style="margin-left: 40px;"> } } kod kod producenta egzemplarza </div>	zapis dziesiętny, bajty oddzielane "." np.: 192.168.1.10	zapis szesnastkowy, bajty oddzielane ":", np.: 2001:1DB8:0:0:0:0:0:57AB

MAC = 3 bajty (kod producenta nadawany przez IEEE Registration Authority Committee) + 3 bajty (identyfikator egzemplarza karty, nadawany przez producenta)

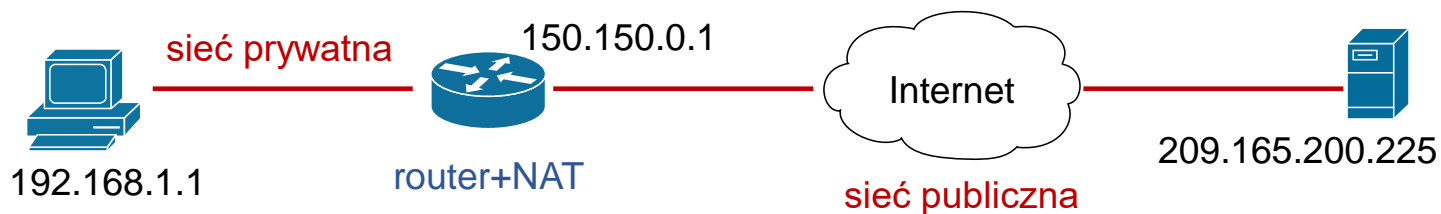
Adresacja IP (IPv4)

Informacje podstawowe

zarządzanie adresami: **IANA** (ang. Internet Assigned Numbers Authority), oddziały regionalne: **RIPE NCC** (Europa, Rosja, Bliski Wschód), ...

w 2019 **RIPE NCC** przydzieliło ostatnie adresy IP

problem z brakiem adresów rozwiązuje technologia maskowania adresów **NAT** (ang. Network Address Translation), wykorzystująca **prywatne** i **publiczne** adresy IP



parametr	adres prywatny	adres publiczny
dostawca	administrator sieci	ISP
unikalność	unikalny w sieci lokalnej	unikalny globalnie
zakres	10.0.0.0 – 10.255.255.255 172.16.0.0 – 172.31.255.255 192.168.0.0 – 192.168.255.255	1.0.0.0 – 9.255.255.255 11.0.0.0 – 126.255.255.255 128.0.0.0 – 172.15.255.255 172.32.0.0 – 191.255.255.255 192.169.0.0 – 223.255.255.255

Adresacja IP (IPv4)

Typy adresów IP

- adres sieci (ang. network address)

adres określający całą sieć, wszystkie adresy w sieci mają ten sam adres sieciowy

- adres urządzenia końcowego, adres hosta (ang. host address)

unikalny adres w obrębie sieci przyporządkowany urządzeniu końcowemu (hostowi)

- adres rozgłoszeniowy (ang. broadcast address)

adres specjalny używany w celu wysyłania danych do wszystkich hostów w sieci

192.168.5.20
255.255.255.0



192.168.5.20
część sieciowa część hosta

adres sieci 192.168.5.0
adres hosta 0.0.0.20

maska podsieci (ang. subnet mask)

- określa zakres adresów należących do sieci lokalnej
- dzieli adres IP na adres hosta i adres sieci
- może być zapisywana w skrócie jako "/" + liczba "1" z zapisu binarnego maski

255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000
= /24

Adresacja IP (IPv4)



192.168.5.20/24 ?

adres sieci = adres IP $\&$ maska podsieci

adres rozgł. = adres sieci $|$ \sim maska podsieci

	dziesiętnie	binarnie
adres IP	192.168.5.20	11000000.10101000.00000101.00010100
maska podsieci	/24 = 255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
adres sieci	192.168.5.0	11000000.10101000.00000101.00000000
maska podsieci	\sim maska podsieci	00000000.00000000.00000000.11111111
adres rozgł.	192.168.5.255	11000000.10101000.00000101.11111111

$\&$ $|$ \sim operatory bitowe koniunkcji, alternatywy i negacji, operacje bitowe koniunkcji i alternatywy wykonywane są na odpowiadających sobie bitach obydwu operandów

Adresacja IP (IPv4)

adres sieci
192.168.5.0/24 ?

adres pierwszego
hosta = adres sieci \oplus 1

adres ostatniego
hosta = adres rozgł. \ominus 1

dziesiętnie

adres sieci 192.168.5.0

maska
podsieci /24 = 255.255.255.0

adres
rozgł. 192.168.5.255

adres pierwszego
hosta = 192.168.5.1

adres ostatniego
hosta = 192.168.5.254

→ maks. liczba
hostów w sieci = 254