



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Poznań University of Technology



Distributed Systems Group

Sieci komputerowe

Wykład 1: podstawy

Andrzej Stroiński

andrzej.stroinski@cs.put.edu.pl

<http://www.cs.put.poznan.pl/astroinski/>

09.01.2024

Wykład przygotowany na podstawie
książki i slajdów: TCP/IP Protocol suite
4ed, Behrouz A. Forouzan

Sieć, Internet (ang. *network, Internet*)

Sieć to grupa **połączonych i komunikujących** się ze sobą **urządzeń** takich jak:

- Komputery
- Drukarki
- Telefony
- ...

Internet („internet”) to **dwie lub więcej sieci**, które **komunikują się ze sobą**.

Najbardziej popularnym internetem jest Internet (*ang. the internet*) składający się z setek tysięcy połączonych ze sobą sieci.

Obecnie w ponad 100 krajach korzysta się z Internetu i robią to:

- Prywatni użytkownicy
- Agencje rządowe
- Szkoły
- Jednostki naukowe
- ...

- **Mid-1960s** – komputery w jednostkach badawczych **nie** potrafiły się ze sobą komunikować (różni producenci). Rozpoczęto prace nad rozwiązaniem tego problemu w **DOD** (Department of Defense), a dokładniej w **ARPA** (Advanced Research Project Agency).
- **1967** – **ACM** (Association of Computing Machinery) prezentuje ideę tzw. **ARPANET** (mała sieć komunikujących się komputerów).
 - Każdy komputer (może być innego producenta)
 - Komputer pośredniczący (sieć <- IMP -> komputer) – IMP – **interface message processor**

- **1969 – DARPA (DOD+ARPA)** finansuje prace badawcze nad siecią z komutacją pakietów, później zwaną **ARPANET**

Komutacja pakietów (ang. *packet switching*)

Sposób transmisji danych pomiędzy węzłami sieci po łączu telekomunikacyjnym, polegający na dzieleniu strumienia danych na kawałki (tzw. **pakiety**). Każdy pakiet z osobna podlega niezależnemu trasowaniu, czyli może dotrzeć do odbiorcy pakietu **niezależną ścieżką**.

Komutacja łączy (ang. *circuit switching*)

Sposób transmisji danych pomiędzy węzłami sieci po łączu telekomunikacyjnym polegający na zestawieniu połączenia pomiędzy nimi i przesyłaniu wszystkich danych tą samą ścieżką

- **1969 – DARPA** finansuje prace badawcze nad siecią z komutacją pakietów, później zwaną **ARPANET**
 - **Powstają 4 węzły sieci**
 - University of California at Los Angeles (UCLA),
 - University of California at Santa Barbara (UCSB)
 - Stanford Research Institute (SRI)
 - University of Utah
 - **Węzły połączono** za pomocą **IMP**
 - Opracowane narzędzie programistyczne **NCP** (*ang. Network Control Protocol*) odpowiedzialne za **komunikację pomiędzy węzłami sieci**

- **1972 – Internetting Project** (Vint Cerf and Bob Kahn) prace nad **połączeniem sieci między sobą**, by węzeł z jednej sieci mógł połączyć się z węzłem w drugiej sieci. **Problemy:**

- Różny rozmiar przesyłanych pakietów
- Niekompatybilne interfejsy
- Niezgodna częstotliwość nadawania
- Różne wymagania dotyczące niezawodności łącza

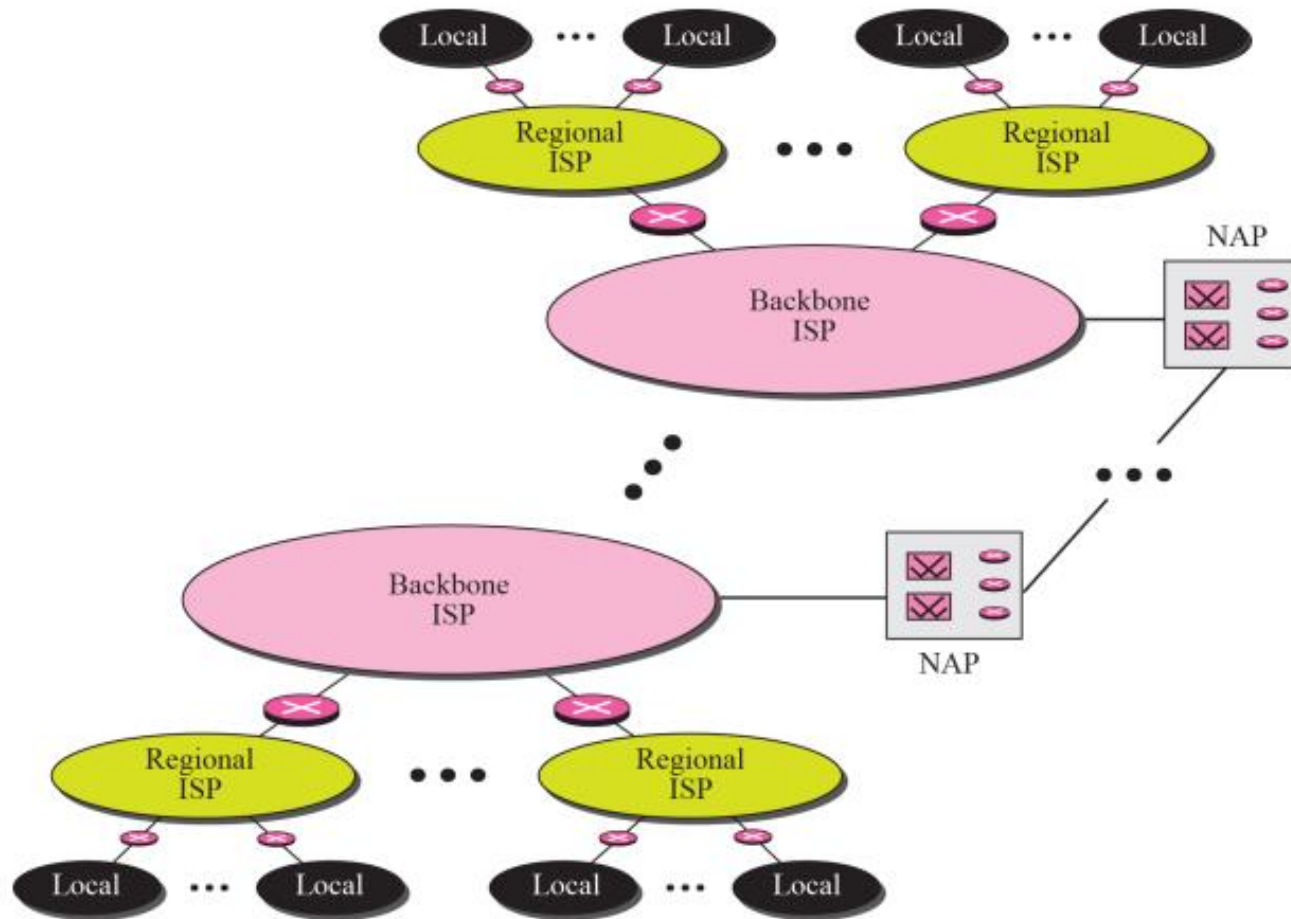
zaproponowano koncepcję **bramy sieciowej** (*ang. gateway*) – rozwiązanie **sprzętowe** (ang. hardware)

- **1971** – R. Tomlinson tworzy program do przesyłania **poczty elektronicznej** (adres: user@server)
- **1973** – nowa wersja NCP, artykuł Cerf’a i Khan’a dot. protokołu transmisji umożliwiającego dostarczenie wiadomości typu end-to-end. Podwaliny pod **protokołu TCP** (transmission control protocol), zdefiniowanie pojęć takich jak: **enkapsulacja**, **datagram**, **funkcjonalność bramy** (gateway).
- **1973** – przyłączenie sieci z UK i Norwegii do ARPANET
- **1977** – Podzielenie TCP na dwa protokoły o nazwie TCP/IP
 - TCP (Transmission Control Protocol) – segmentacja, reasemblacja, wykrywanie błędów
 - IP (Internet Protocol) – trasowanie datagramów (ang. datagram routing)
- **1977** – Internet składa się z 3 komunikujących się ze sobą sieci (ARPANET, packet radio, and packet satellite)
- **1979** – pierwsze grupy dyskusyjne
- **1981** – włączenie do UNIX’a stosu TCP/IP

- **1981** – powstaje **CSNET**, sieć sponsorowana przez **NSF** (National Science Foundation), którą tworzą **uniwersytety nie mogące dołączyć do ARPANET** (brak powiązań obronnych) – tańsza, ale wolniejsza. W celu zapewnienia interoperacyjności używa TCP/IP.
- **1983** – protokoły TCP/IP zostały przyjęte jako Standardy Wojskowe; implementacja TCP/IP w systemie operacyjnym UNIX BSD; ARPANET staje się siecią TCP/IP, Internet wymaga TCP/IP
- **1983** – powstaje sieć MILNET (sieć Departamentu Obrony) dla zastosowań wojskowych, ARPANET zostaje dla zastosowań cywilnych
- **1983** – EARN (European Academic and Research Network)
- **1984** – wprowadzenie usługi DNS (Domain Name System); w sieci około 1000 serwerów
- **1986** – powstaje NSFNET (National Science Foundation NET), amerykańska sieć szkieletowa o przepustowości 56 kb/s – łączy pięć superkomputerów w USA, i pozwala z nimi się łączyć

- **1990** – ARPANET zastąpiony przez NFSNET
- **1991** – T. Berners-Lee (CERN) tworzy HTML (Hyper-Text Markup Language), co daje początek WWW (World Wide Web)
- **1991** – NSFNET nie jest w stanie obsłużyć rosnącego ruchu. IBM, Merit i MCI tworzą ANS (Advanced Network and Services) mającą na celu stworzenie nowej szybkiej sieci szkieletowej o nazwie **ANSNET**
- **1995** – NFSNET przekształca się w sieć badawczą, Internet się komercjalizuje

Internet – dzisiaj



Dostawca usług szkieletowych (*ang. Backbone ISP*)

Dostawca usług szkieletowych stworzeni i utrzymywani przez specjalistyczne firmy (np. Sprint-Link, UUNet technologies AGIS, MCI). Aby możliwa była komunikacja pomiędzy klientami końcowymi wykorzystuje się specjalne **stacje przełączające (NAPs – network access points)**. **Lokalni dostawcy usług (*ang. regional ISP*)** są również połączeni ze sobą za pomocą stacji przełączających (*ang. peering points*).

Regionalny dostawca usług szkieletowych (*ang. regional ISP*)

Regionalny dostawca usług szkieletowych mniejszy od backbone ISP, wolniejsze połączenie. Jest połączony do jednego lub więcej backbone ISP.

Lokalny dostawca usług szkieletowych (*ang. local ISP*)

Lokalny dostawca usług szkieletowych udostępnia sieć Internet dla klienta końcowego. Może być dołączony do backbone ISP lub regional ISP.

- **Internet to sieć sieci**
- węzły w sieci wymieniają **komunikaty**
- strukturę komunikatów definiuje **protokół komunikacyjny** (np. http, ftp, smtp, ssh...)

protokół komunikacyjny

Umowa określająca format oraz znaczenie przesyłanych komunikatów pomiędzy węzłami w sieci telekomunikacyjnej to **protokół komunikacyjny**.

- Przykład: dwie osoby jak rozmawiają, to kulturowo posiadają wiedzę, jak zaczynać konwersację, jak ją utrzymać i jak ją zakończyć

- **protokół komunikacyjny** składa się z:

- **Składnia:** struktura i format danych, kolejność danych

Na przykład prosty protokół może oczekiwać pierwszego z 8 bitów danych jako adresu nadawcy, drugi z 8 bitów jako adres odbiorcy. Pozostała część strumienia to może być wiadomość.

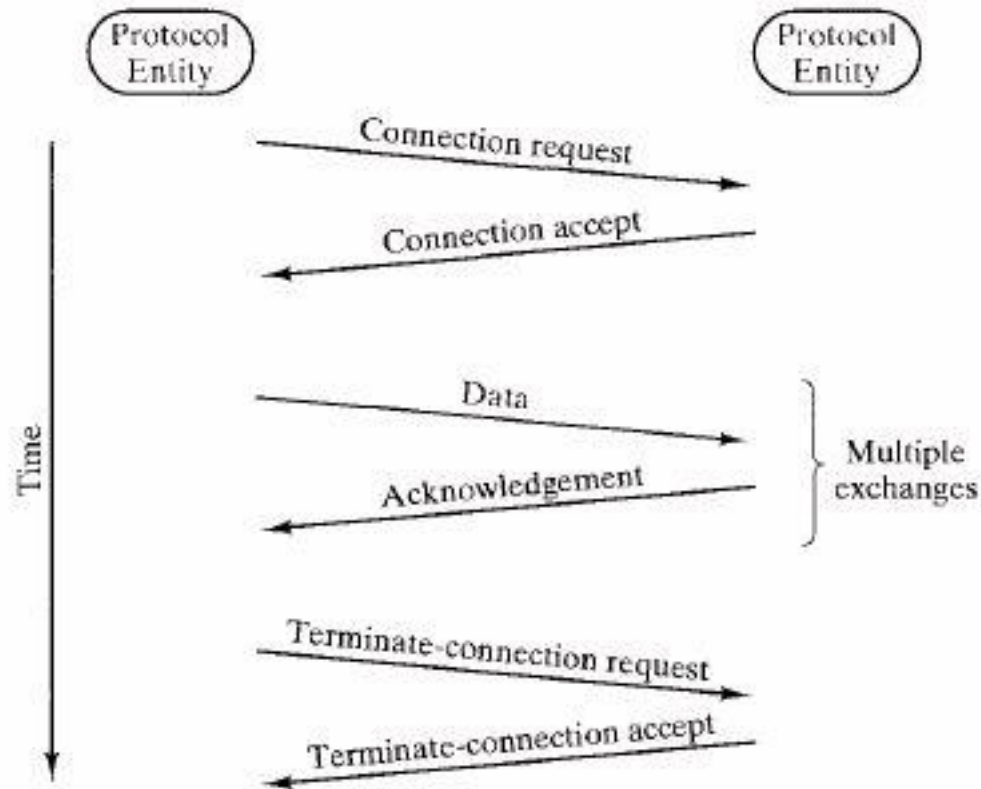
- **Semantyka:** Semantyka odnosi się do znaczenia każdej sekcji bitów.

Na przykład, czy adres identyfikuje trasę, którą należy pokonać, czy też końcowe miejsce docelowe wiadomości?

- **Czas:** Czas odnosi się do dwóch cech: kiedy dane powinny zostać przesłane i w jaki sposób (jak szybko) można je wysłać.

Na przykład, jeśli nadawca wysyła dane z szybkością 100 megabitów na sekundę (100 Mb/s) ale odbiornik może przetwarzać dane tylko z szybkością 1 Mb/s, czyli transmisja przeciąży odbiornik i dane zostaną w dużej mierze utracone.

Internet – protokół komunikacyjny



- węzły w sieci wymieniają **komunikaty**
- strukturę komunikatów definiuje **protokół komunikacyjny** (np. http, ftp, smtp, ssh...)

protokół komunikacyjny

Umowa określająca format oraz znaczenie przesyłanych komunikatów pomiędzy węzłami w sieci telekomunikacyjnej to **protokół komunikacyjny**.

Standard komunikacyjny

Standard komunikacyjny zapewnia wytyczne dla producentów, dostawców, agencji rządowych i innych usługodawców jak należy zapewnić uniwersalność i wzajemną kompatybilność komunikacji w skali międzynarodowej

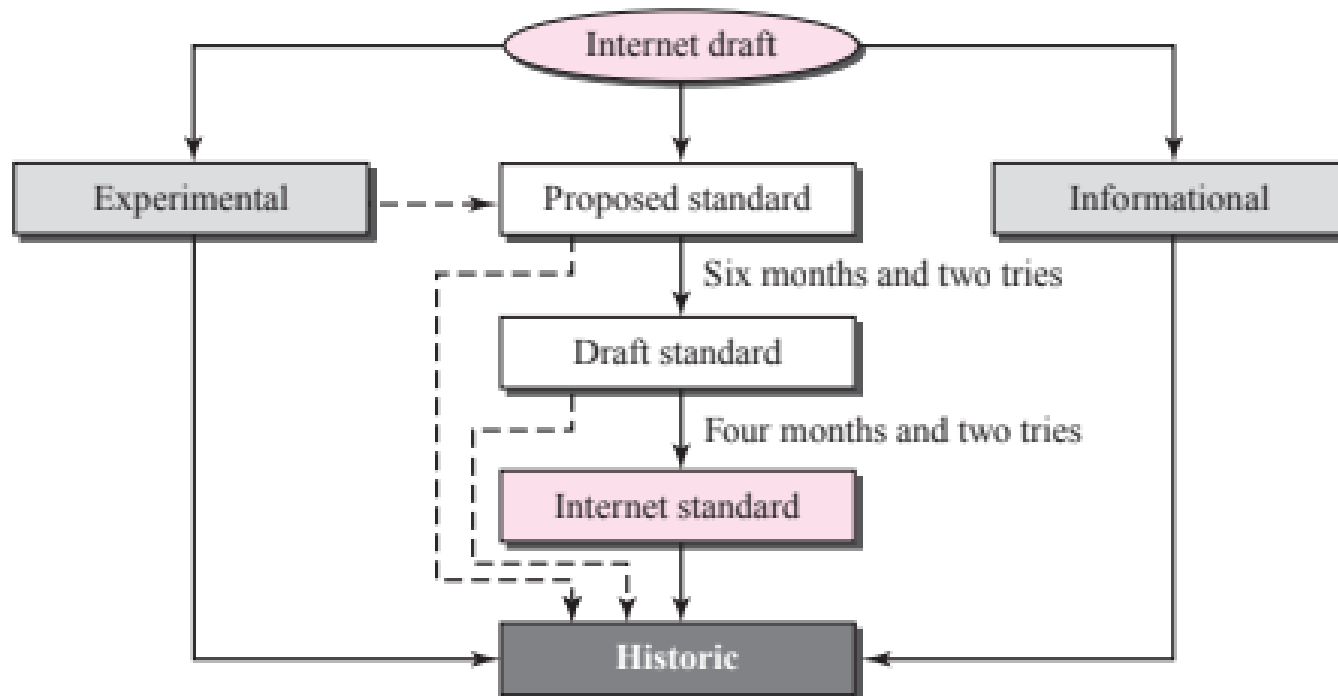
- **De facto** – standardy które nie zostały zatwierdzone przez oficjalny organ, ale zostały przyjęte jako standardy w drodze powszechnego ich stosowania. W rzeczywistości standardy są często ustalane pierwotnie przez producentów, którzy chcą zdefiniować funkcjonalność nowego produktu lub technologii.
Przykłady: MS Office i różne standardy DVD.
- **De jure** – standardy ustanowione przez agencje rządowe, bądź inne organizacje powszechnie poważane.

- Komitety standaryzujące
 - International Standards Organization (ISO)
 - International Telecommunications Union– Telecommunications Standards Sector (ITU-T).
 - American National Standards Institute (ANSI)
 - Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
 - Electronic Industries Association (EIA)
 - World Wide Web Consortium (W3C)
 - Open Mobile Alliance (OMA)
- Fora standaryzujące

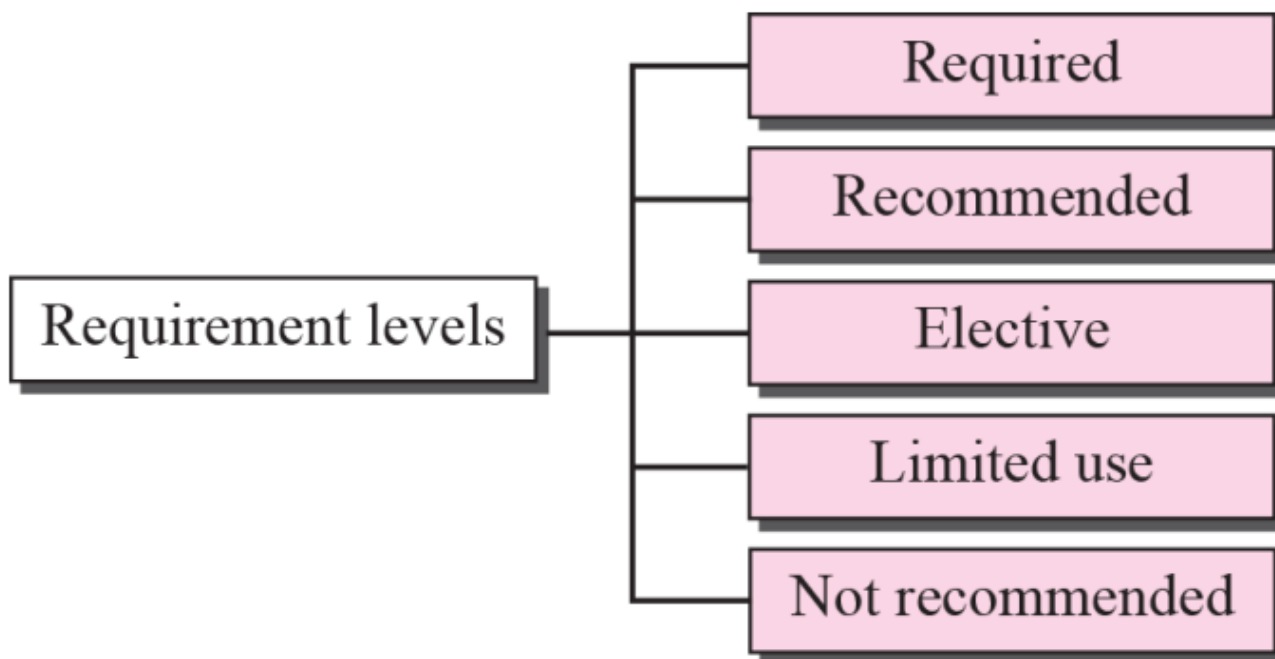
Standard internetowy

Standard internetowy to dokładnie przetestowana specyfikacja, która jest użyteczna i której należy przestrzegać podczas korzystania z Internetu. Innymi słowy jest to sformalizowany "przepis". Istnieje ścisła procedura, dzięki której określona specyfikacja uzyskuje status standardu internetowego. Specyfikacja rozpoczyna się jako wersja robocza. Na podstawie rekomendacji władz internetowych wersja robocza może zostać opublikowana w formie prośby o komentarz (**RFC**). Każdy Dokument RFC jest redagowany, nadawany numer i udostępniany wszystkim zainteresowanym. Dokumenty RFC przechodzą przez poziomy dojrzałości i są kategoryzowane zgodnie z klasyfikacją zapotrzebowania/wymagań.

Internet – Internet standard - dojrzałość



Internet – Internet standard poziomy wymagań



Internet – Internet standard



- RFC można znaleźć pod adresem: <http://www.rfc-editor.org>

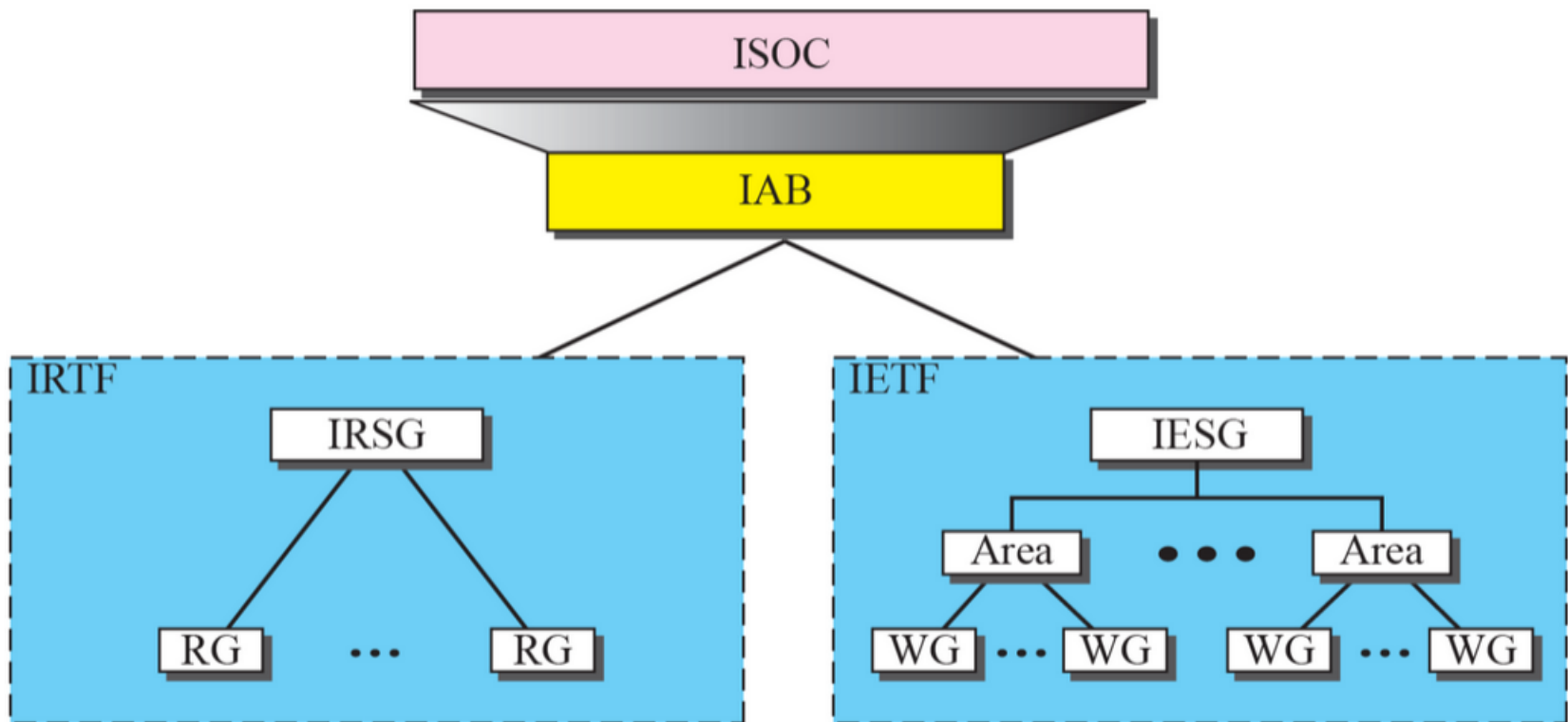
Internet – Administracja siecią

Internet



- **Internet Society (ISOC)** – wspiera proces standaryzacji oraz utrzymuje inne organizacje takie jak IAB, IETF, IRTF, and IANA. Wspiera badania oraz szkolenia.
- **Internet Architecture Board (IAB)** – wspiera rozwój TCP/IP, techniczne wsparcie dla prowadzonych badań. Składa się z IEFÉ i IRTF
- **Internet Engineering Task Force (IETF)** - forum grup roboczych zarządzanych przez Grupę Sterującą ds. Inżynierii Internetowej (IESG). IETF jest odpowiedzialny za identyfikowanie problemów operacyjnych i proponowanie rozwiązań tych problemów oraz za przegląd i recenzję standardów.
- **Internet Research Task Force (IRTF)** - jest forum grup roboczych kierowanych przez Grupę Sterującą ds. Badań nad Internetem (IRSG). IRTF koncentruje się na długoterminowych tematach badawczych związanych z protokołami internetowymi, aplikacjami, architekturą i technologią.
- **Internet Assigned Numbers Authority (IANA) and Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)** - IANA wspierana przez USA rządowy, do 1998 r, była odpowiedzialny za zarządzanie nazwami i adresami domen internetowych. Obecnie działalność IANA została przejęta przez Internetową Korporację ds. Nadawanych Nazw i Numerów (ICANN) - prywatna korporacja non-profit zarządzana przez międzynarodowy zarząd.
- **Network Information Center (NIC)** – org. Odpowiedzialna za zbieranie i dystrybucję informacji o protokołach TCP/IP.

Internet – Administracja siecią Internet



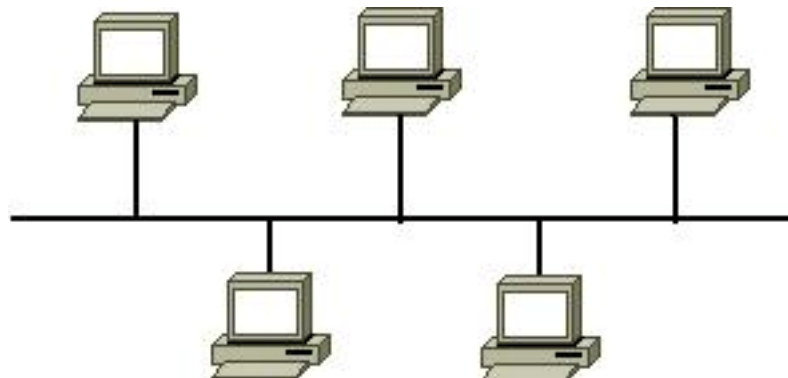
- **PAN – sieć osobista** (ang. *Personal Area Network*), zazwyczaj sieć prywatna w pojedynczym mieszkaniu, firmie itd..
- **LAN - Sieć lokalna** (ang. *Local Area Network*, LAN) – najmniej rozległa postać sieci komputerowej, większa od **sieci osobistej PAN**, zazwyczaj ogranicza się do jednego budynku lub kilku pobliskich budynków (np. bloków na osiedlu).
- **MAN - Miejska sieć komputerowa** (ang. *Metropolitan Area Network*) – duża sieć komputerowa, której zasięg obejmuje aglomerację lub miasto. Tego typu sieci używają najczęściej połączeń światłowodowych do komunikacji pomiędzy wchodzącymi w jej skład rozrzuconymi sieciami LAN.
- **WAN - Sieć WAN** (z ang. *Wide Area Network*, rozległa sieć komputerowa) – sieć komputerowa znajdująca się na obszarze wykraczającym poza jedno miasto (bądź kompleks miejski).

topologia sieci

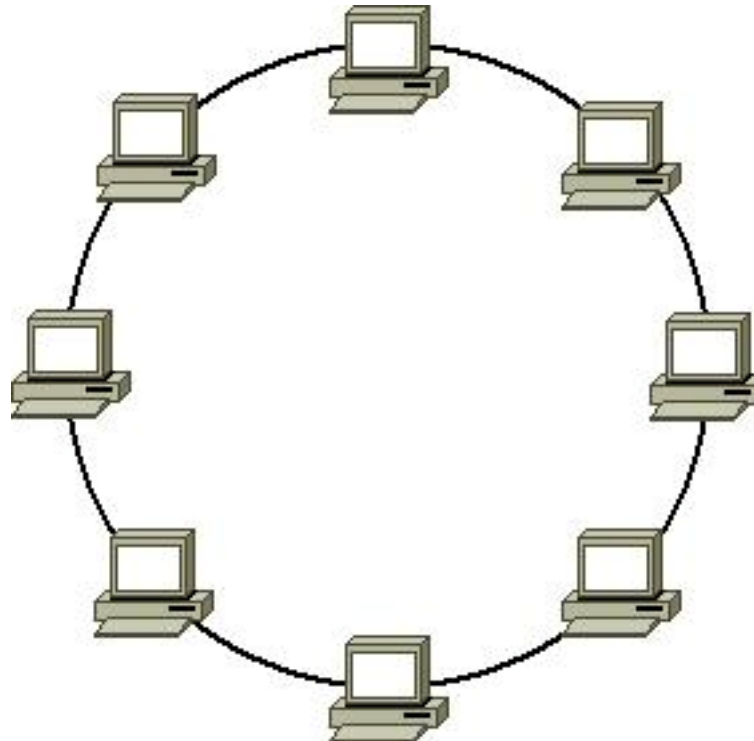
Topologia sieci określa **kształt** i **konfigurację sieci**. Jest ona **geometrycznym rozplanowaniem** (zazwyczaj na planie kwadratu, koła lub trójkąta) połączonych ze sobą węzłów sieci. Innymi słowy, topologia sieci oznacza **strukturę**, czyli **przebieg połączeń** pomiędzy zasobami sieci tzn. różnymi urządzeniami sieciowymi. Topologia jest jednym z tych parametrów sieci, które **decydują o jej niezawodności**. Wybór **odpowiedniej topologii** uzależniony jest **od technologii** która będzie wykorzystana do realizacji sieci. Każda z technologii przewiduje użycie określonych technologii. Topologie sieci LAN mogą być opisane na płaszczyźnie fizycznej lub logicznej.

- **topologia fizyczna** - określa geometryczną organizację sieci lokalnych oraz ustala standardy komunikacji. Jej zadaniem jest również zapewnienie bezbłędnej transmisji danych.
- **topologia logiczna** - pokazuje wszelkie możliwe połączenia pomiędzy parami mogących się komunikować punktów końcowych sieci. Za jej pomocą opisywać można, które punkty końcowe mogą się komunikować z innymi, a także pokazać które z takich par mają wzajemne bezpośrednie połączenia.

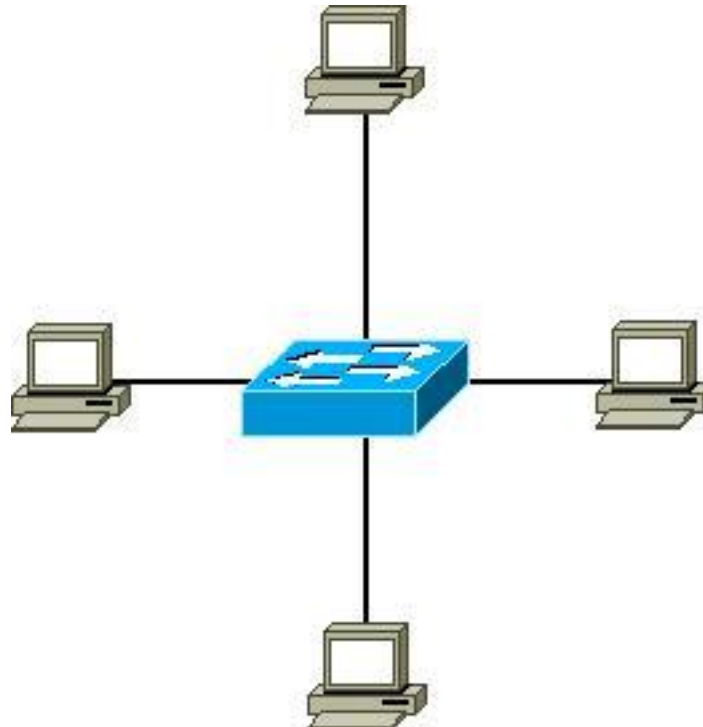
- **magistrala** (szyna, liniowa) (ang. *bus*) – wszystkie elementy sieci podłączone do jednej magistrali



- **pierścień** (ang. *ring*) – poszczególne elementy są połączone pomiędzy sobą odcinkami kabla tworząc zamknięty pierścień



- **gwiazda** (ang. *star*) – komputery są połączone do jednego punktu centralnego, koncentratora (koncentrator tworzy fizyczną topologię gwiazdy, ale logiczną magistralę) lub przełącznika



- **podwójny pierścień** – poszczególne elementy są połączone pomiędzy sobą odcinkami tworząc dwa zamknięte pierścienie
- **gwiazda rozszerzona** – posiada punkt centralny (podobnie do topologii gwiazdy) i punkty poboczne (jedna z częstszych topologii fizycznych Ethernetu)
- **hierarchiczna** – zwana także topologią drzewa, jest kombinacją topologii gwiazdy i magistrali, budowa podobna do drzewa binarnego
- **siatka** (ang. *mesh*) – oprócz koniecznych połączeń sieć zawiera połączenia nadmiarowe; rozwiązanie często stosowane w sieciach, w których jest wymagana wysoka bezawaryjność

- Liczba adresatów transmisji:
 - **unicast** – jeden odbiorca
 - **anycast** – dowolny z wielu odbiorców
 - **multicast** – wielu odbiorców
 - **broadcast** – wszyscy możliwi odbiorcy
- Dostęp:
 - **intranet** – tylko dla węzłów z wewnątrz sieci (jedna organizacja)
 - **extranet** – dostęp dla partnerów (wiele organizacji)

- Kiedy komunikacja nie jest prosta, aby nie tworzyć bardzo skomplikowanych protokołów, tworzy się **zestaw protokołów**. Wówczas protokoły te mogą z siebie korzystać i tworzą **strukturę „warstwową”**.
- Każdy z **protokołów** realizuje **mały i prosty podzbiór funkcjonalności**



Internet – Anna i Maria



Spanish

English

Layer 1

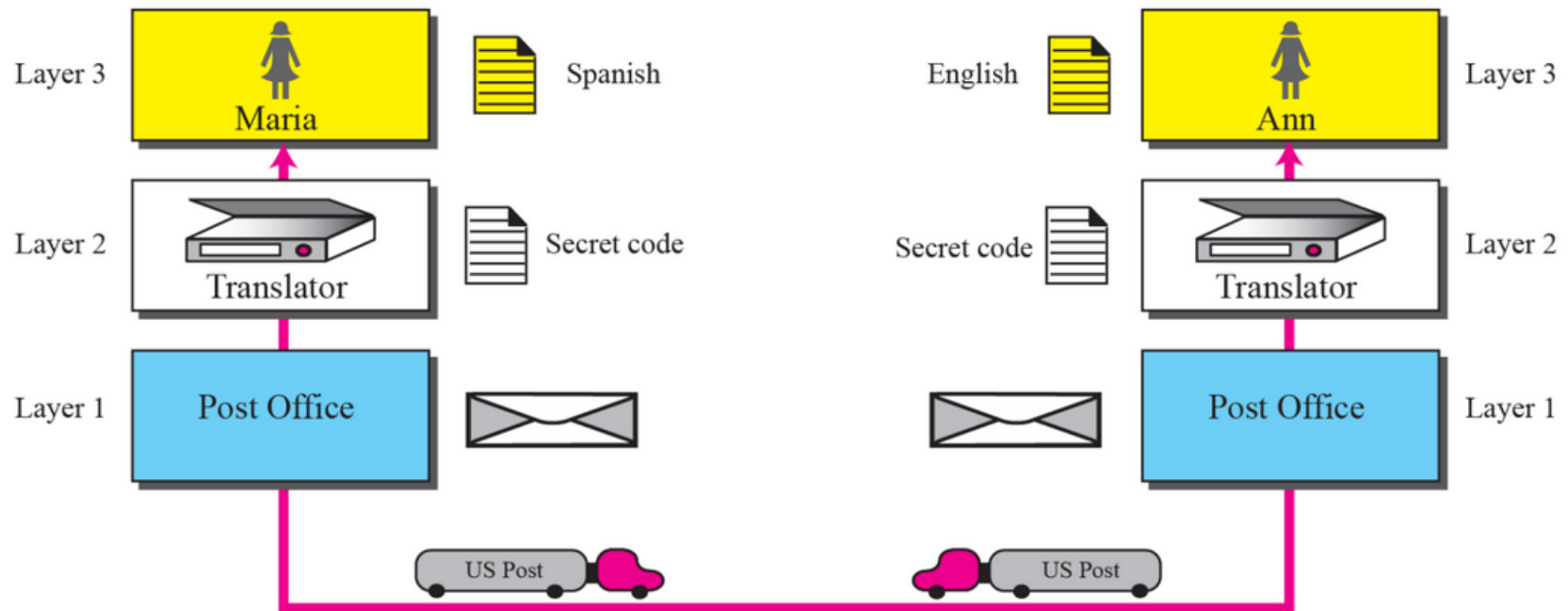


Signs
face-to-face



Layer 1

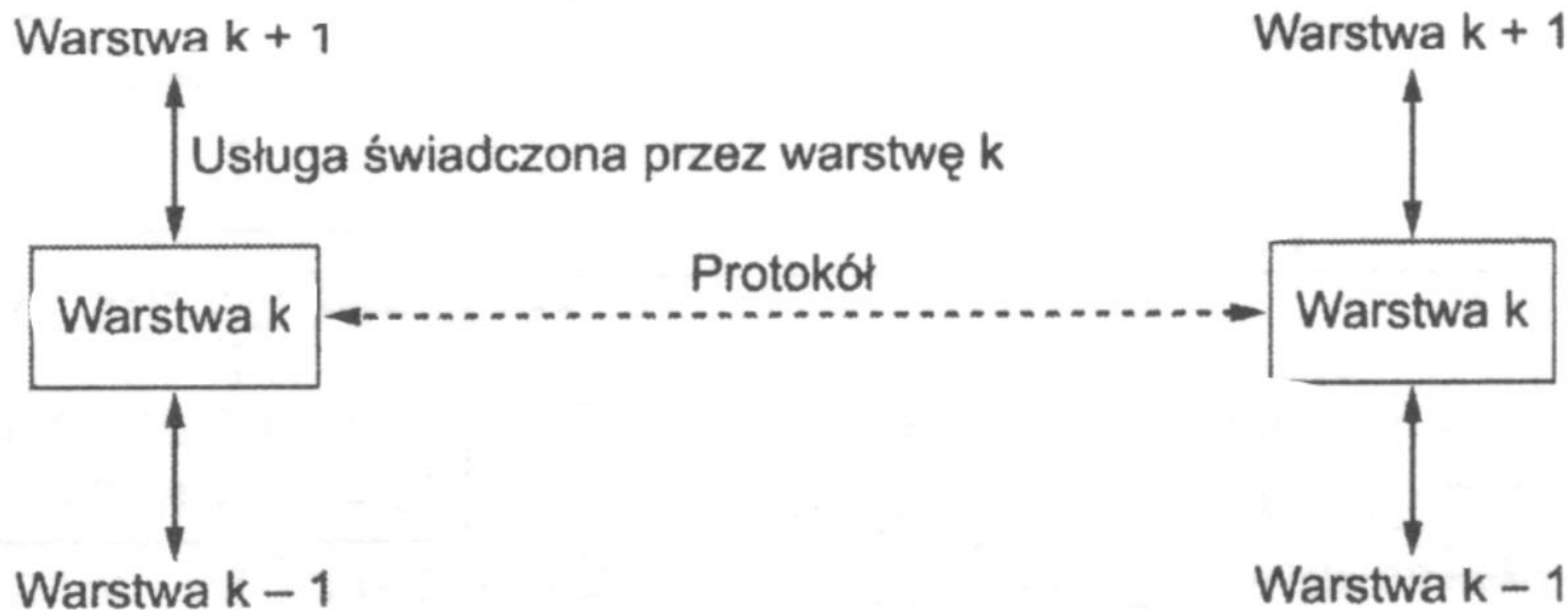
Internet – Anna i Maria



Usługi (*ang. services*)

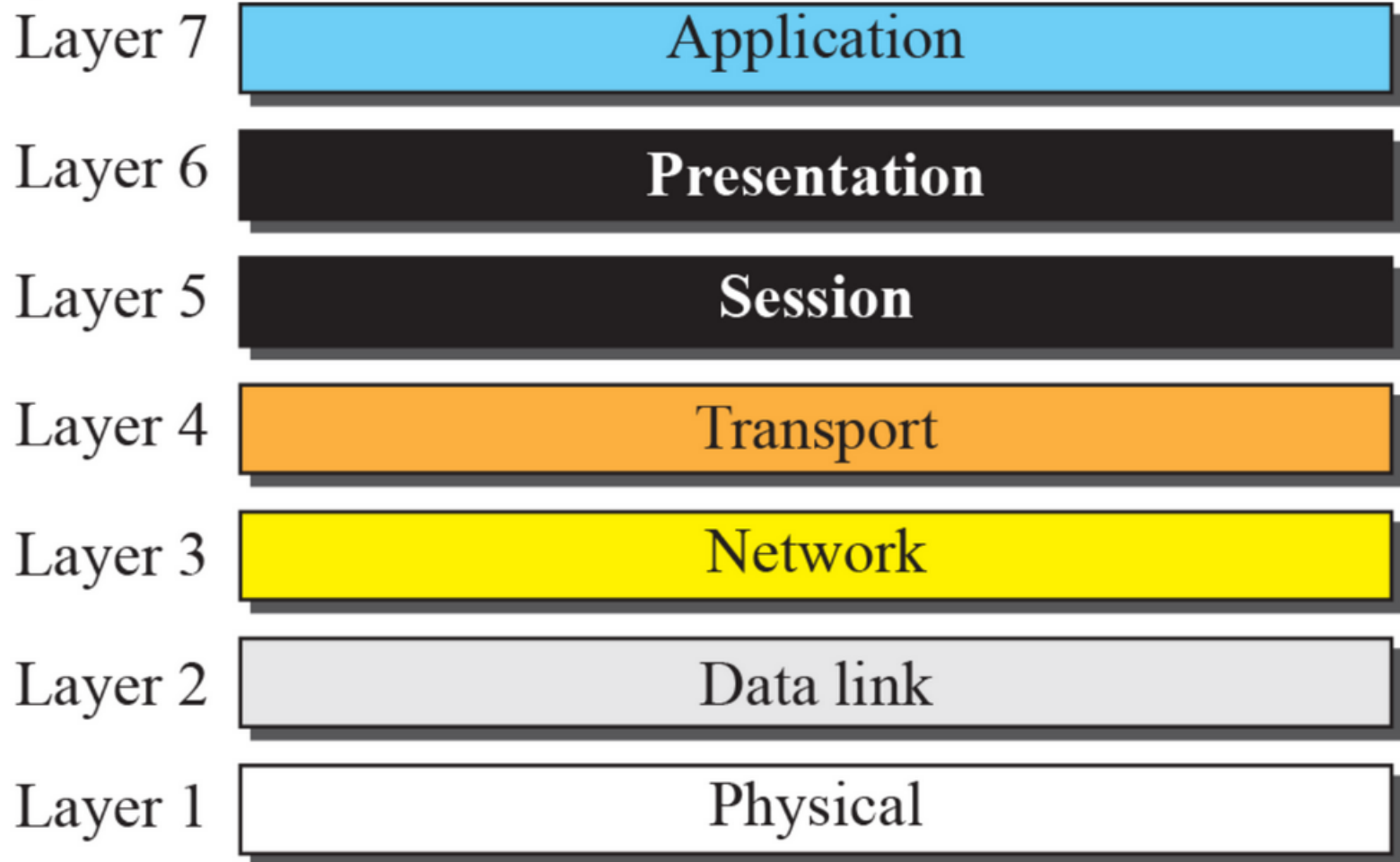
Każda warstwa używa usług warstwy bezpośrednio poniżej. Warstwa najniższa używa usług dostawcy

usługa, a protokół

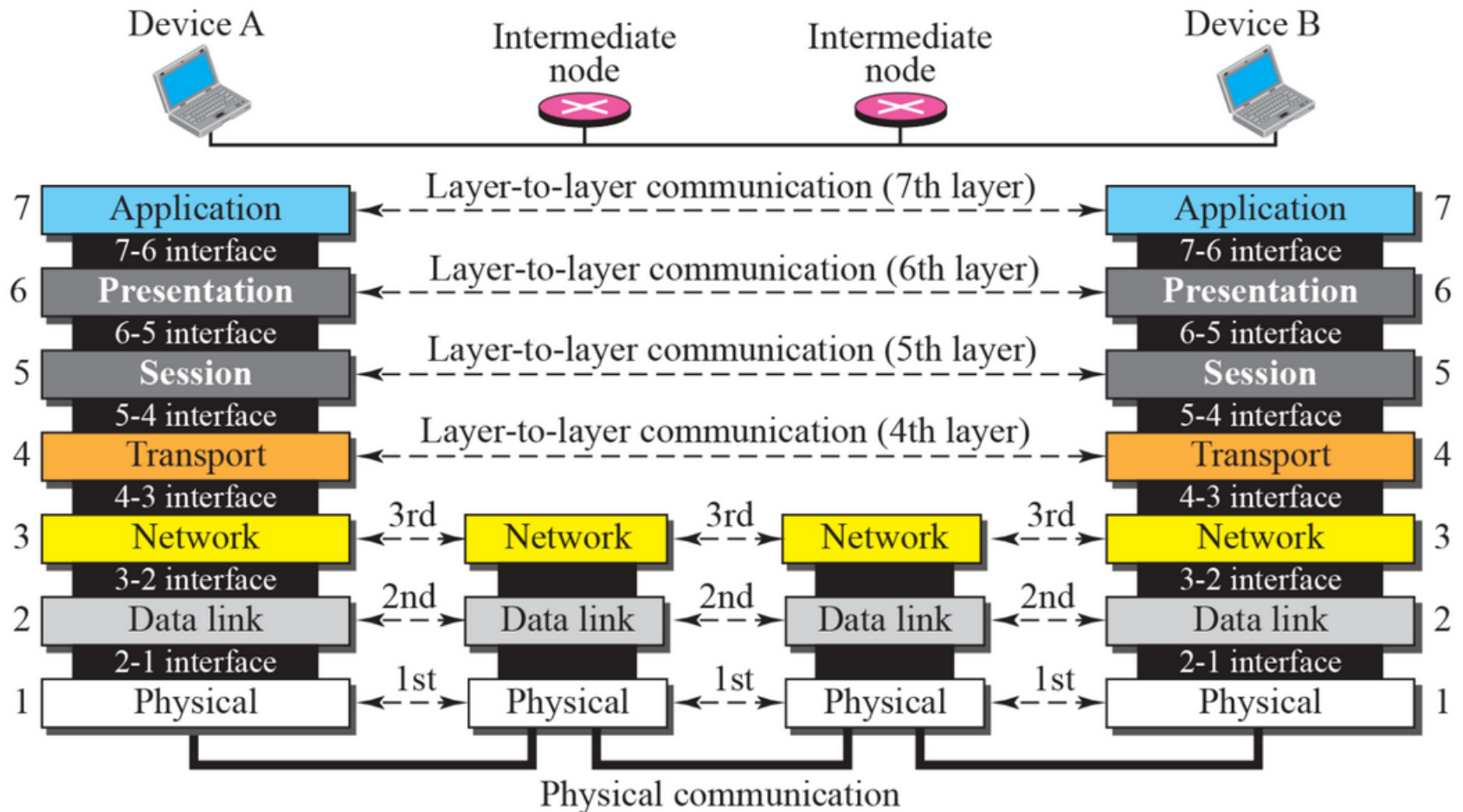


- **International Standards Organization (ISO)** – międzynarodowa non-profit organizacja standaryzująca
- Prawie $\frac{3}{4}$ świata jest reprezentowana
- Norma ISO, która obejmuje wszystkie aspekty komunikacji sieciowej nazywa się Open Systems Interconnection (OSI)
- Wprowadzona pod koniec 1970s
- ISO to organizacja, OSI to model

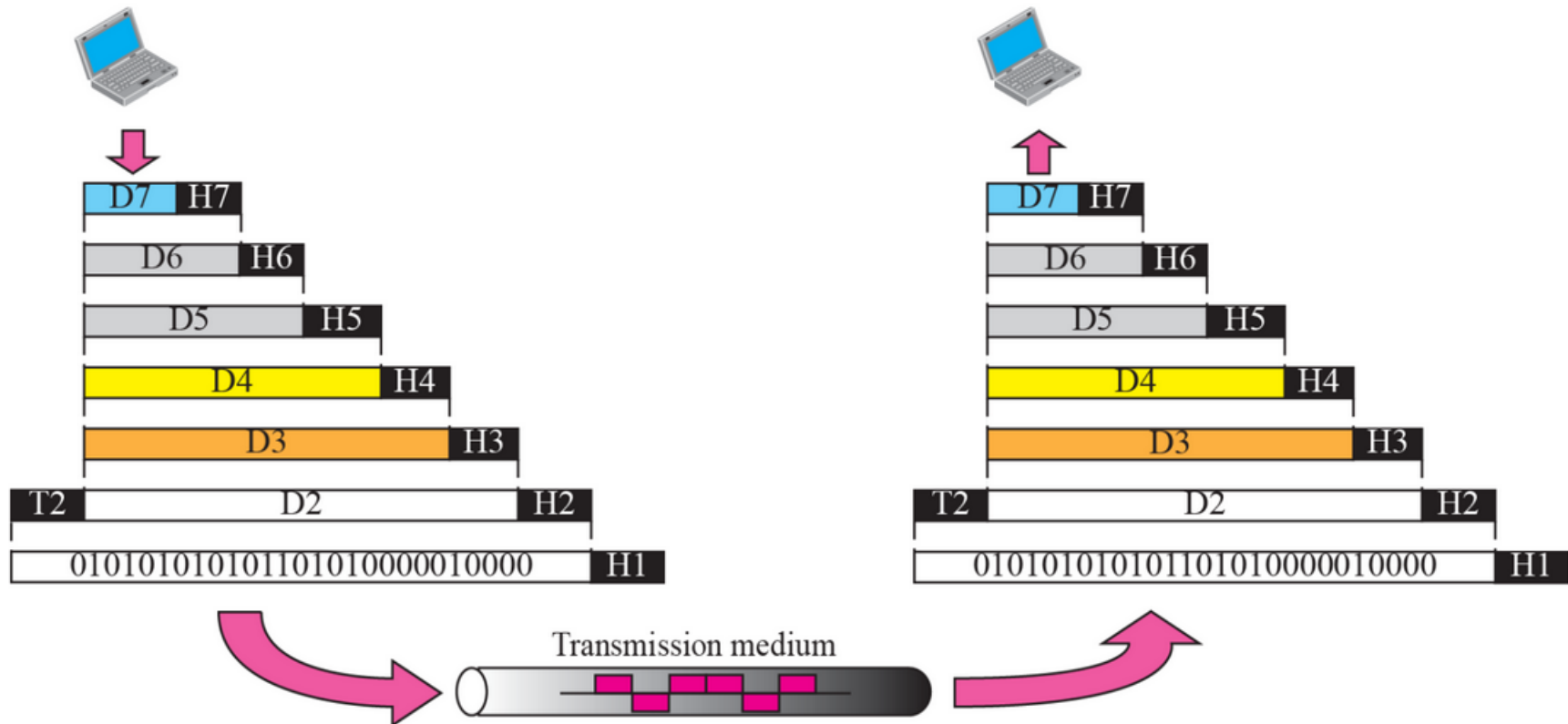
Model OSI



Model OSI

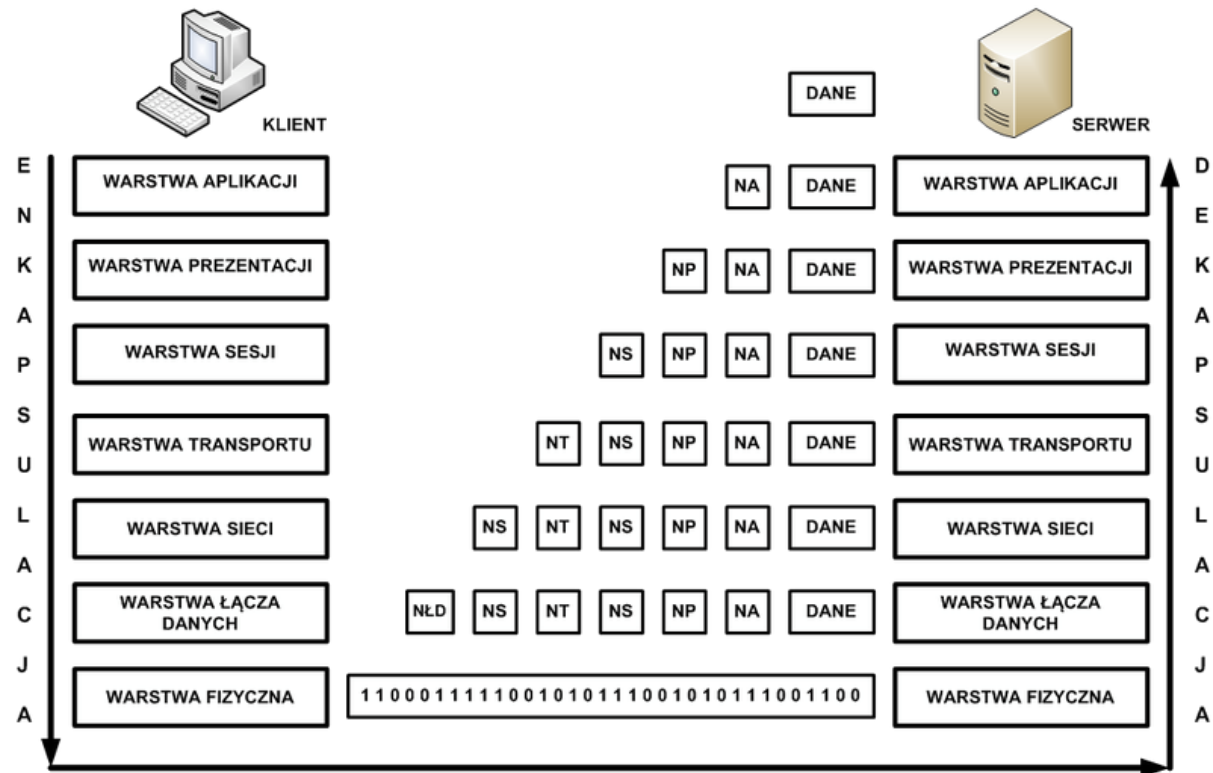


Przesyłanie w modelu OSI



Enkapsulacja

- wędrówce danych w dół/górę stosu warstw towarzyszy proces **enkapsulacji/dekapsulacji**
- urządzenie sieciowe **pracuje w warstwie x**, jeśli **najwyższą warstwą, w ramach której przetwarza dane**, to x§



- **warstwa fizyczna** (ang. *physical layer*) – odpowiedzialna za transmisję **strumienia bitów** między węzłami sieci. Definiuje protokoły opisujące **interfejsy fizyczne**, to jest ich aspekty: mechaniczny, elektryczny, funkcjonalny i proceduralny. Do funkcji tej warstwy należą: **sprzęgnięcie z medium transmisji danych**, **dekodowanie sygnałów**, **określanie zakresu amplitudy prądu lub napięcia** i **określanie parametrów mechanicznych łączówek** (kształtu, wymiarów i liczby styków) oraz inne kwestie związane z transmisją bitów.
(RS232C, V.35, RJ45, 802.11 a/b/g/n PHY, 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T, T1, E1, SONET, SDH, DWDM)
- **warstwa łączy danych** (ang. *data link layer*) – zapewnia **niezawodne łącze pomiędzy sąsiednimi węzłami**. **Nadzoruje przepływ informacji przez łącze i w związku z podatnością warstwy fizycznej na zakłócenia i wynikające stąd błędy** oferuje własne mechanizmy kontroli błędów w przesyłanych ramkach lub pakietach (**CRC - Cyclic Redundancy Check**).
(MAC/LLC, PPP, ATM, Frame Relay, HDLC, 802.1q, 802.3, 802.11a/b/g/n MAC/LLC)

- **warstwa sieciowa** (ang. *network layer*) – odpowiedzialna za **dostarczenie wiadomości od nadawcy** (source) **do adresata** (destination). Przesyła **tzw. pakiety** pomiędzy **wieloma sieciami (link)**. Ponadto warstwa sieciowa jest odpowiedzialna za funkcje **routingu**, który wyznacza optymalną pod względem liczby połączeń drogę przesyłania pakietu przez sieć. (IP, IPX, ICMP, ARP, DDP)
- **warstwa transportowa** (ang. *transport layer*) – zapewnia **przezroczysty transfer danych między stacjami sesyjnymi**, odciąża je od zajmowania się **problemami niezawodnego i efektywnego pod względem kosztów transferu danych**. **Dzieli dane na fragmenty, kontroluje ich kolejność odbioru oraz ustawia wirtualne połączenia. Dbą o kontrolę błędów.** Wszystkie protokoły w warstwie transportowej są typu “od końca do końca” (**end-to-end**). Oznacza to, że działają one tylko między końcowymi systemami otwartymi. (TCP i UDP)

- **warstwa sesji** (ang. *session layer*) – umożliwia aplikacjom **organizację dialogu** oraz **wymianę danych między nimi**. Do najważniejszych usług warstwy sesji należą: **sterowanie wymianą danych** (jednokierunkowy (**half-duplex**) lub dwukierunkowy (**full-duplex**)), **ustalanie punktów synchronizacji danych** (dla celów retransmisji w wypadku przemijających przekłamań na łączach) oraz **umożliwienie odzyskania danych** (utraconych w wyniku przerwy w łączności) przez **ponowne ich przesłanie**.
- **warstwa prezentacji** (ang. *transport layer*) – zapewnia możliwość **reprezentowania informacji (postać kanoniczna)**, którą się posługują stacje aplikacyjne podczas komunikacji. Zapewnia **tłumaczenie danych, definiowanie ich formatu oraz odpowiednią składnię**.
- **warstwa aplikacji** (ang. *application layer*) – dostarcza procesom aplikacyjnym metod dostępu do środowiska OSI, pełni rolę okna między współdziałającymi procesami aplikacyjnymi.

- **komunikacja równorzędna (peer-to-peer)** – każda warstwa jednego hosta komunikuje się wyłącznie z tą samą warstwą u drugiego hosta
- warstwy tego samego poziomu wymieniają tzw. **Protocol Data Units (PDUs)**
- maksymalny rozmiar PDU jest określony przez **Maximum Transmission Unit (MTU)**
- wielkość MTU wpływa proporcjonalnie na opóźnienia transmisji i odwrotnie proporcjonalnie na narzut transmisji

Model ISO/OSI - podsumowanie



Application	To allow access to network resources	7
Presentation	To translate, encrypt, and compress data	6
Session	To establish, manage, and terminate sessions	5
Transport	To provide reliable process-to-process message delivery and error recovery	4
Network	To move packets from source to destination; to provide internetworking	3
Data link	To organize bits into frames; to provide hop-to-hop delivery	2
Physical	To transmit bits over a medium; to provide mechanical and electrical specifications	1

- **Model TCP/IP** – opracowany przed modelem OSI
- Nie odpowiada 1 do 1 modelowi ISO/OSI
- Jest 4 warstwowy
- Dzisiaj implementuje się model TCP/IP – 5cio warstwowy **model Internetu**

Model TCP/IP



Model TCP/IP

Application

Transport

Internet

Network Interface

Hardware Devices



Model Internetu

Application

Transport

Network

Data Link

Physical

Layer 5

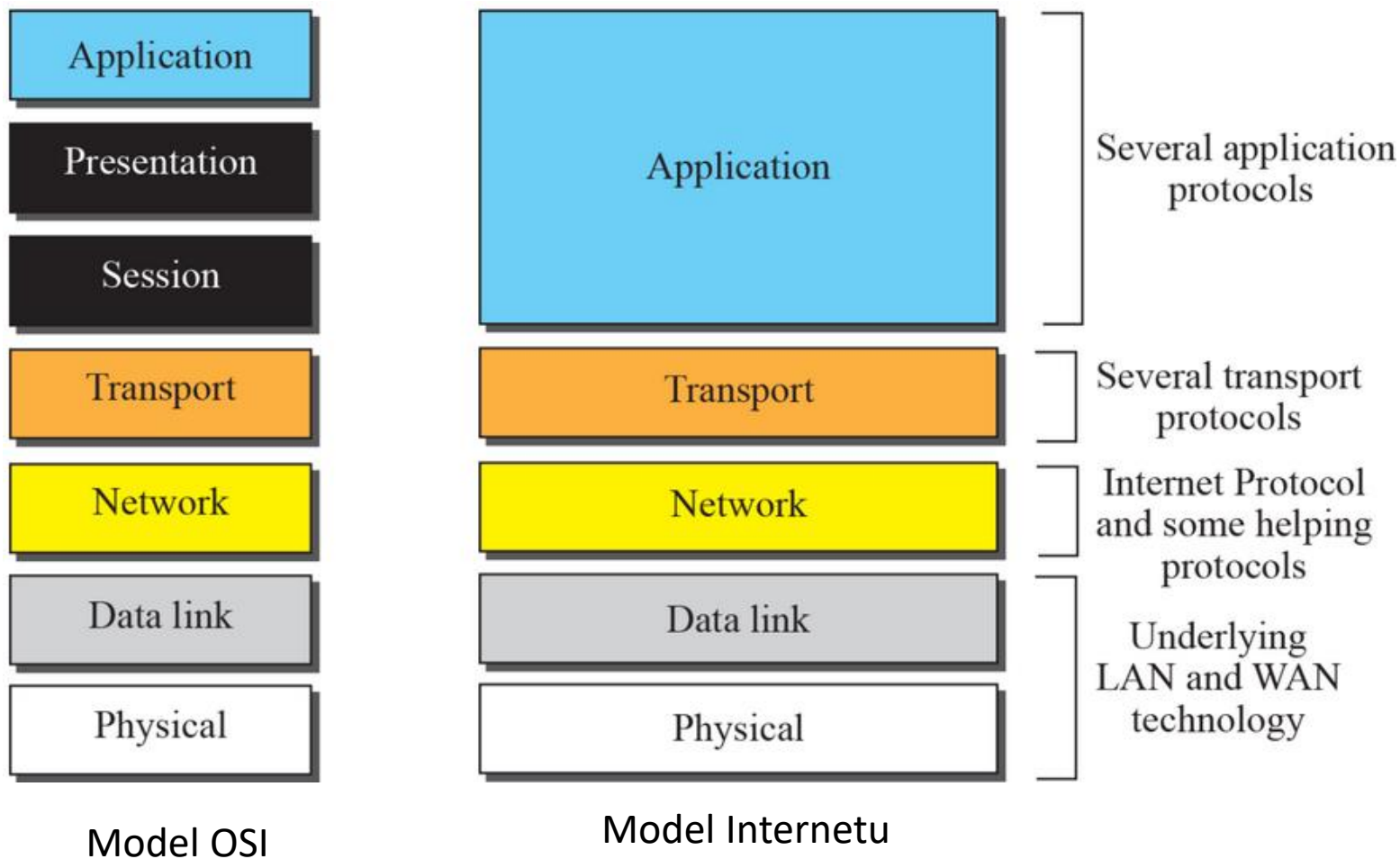
Layer 4

Layer 3

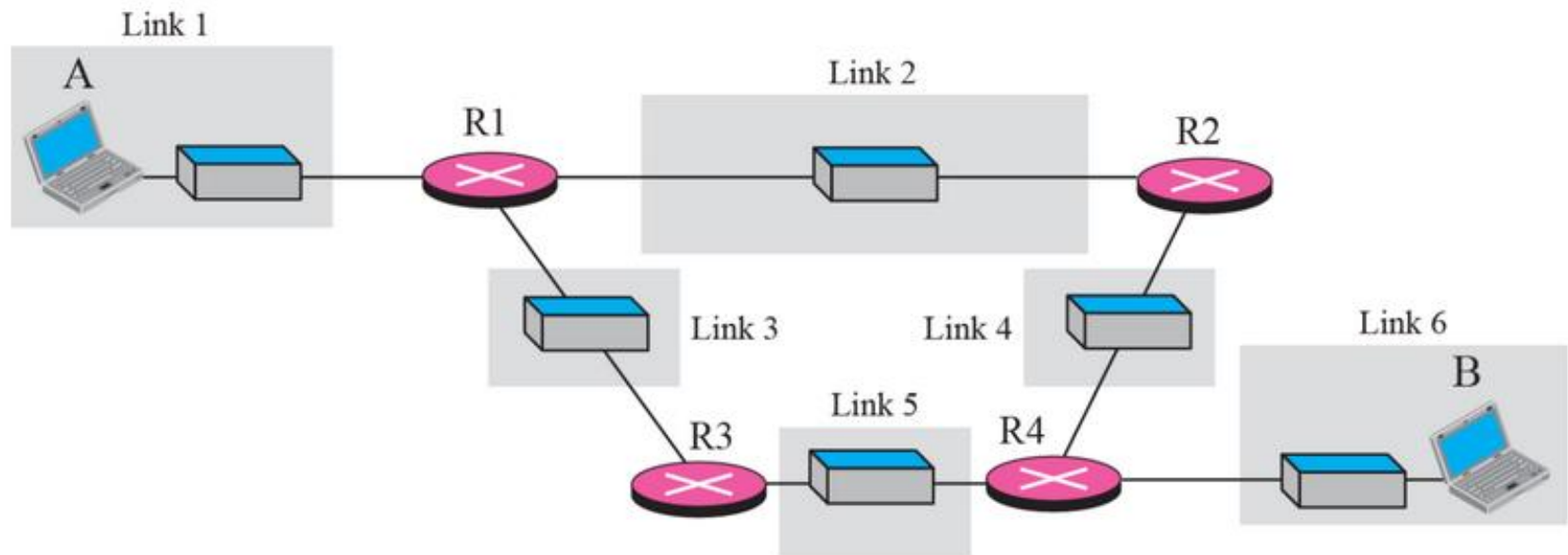
Layer 2

Layer 1

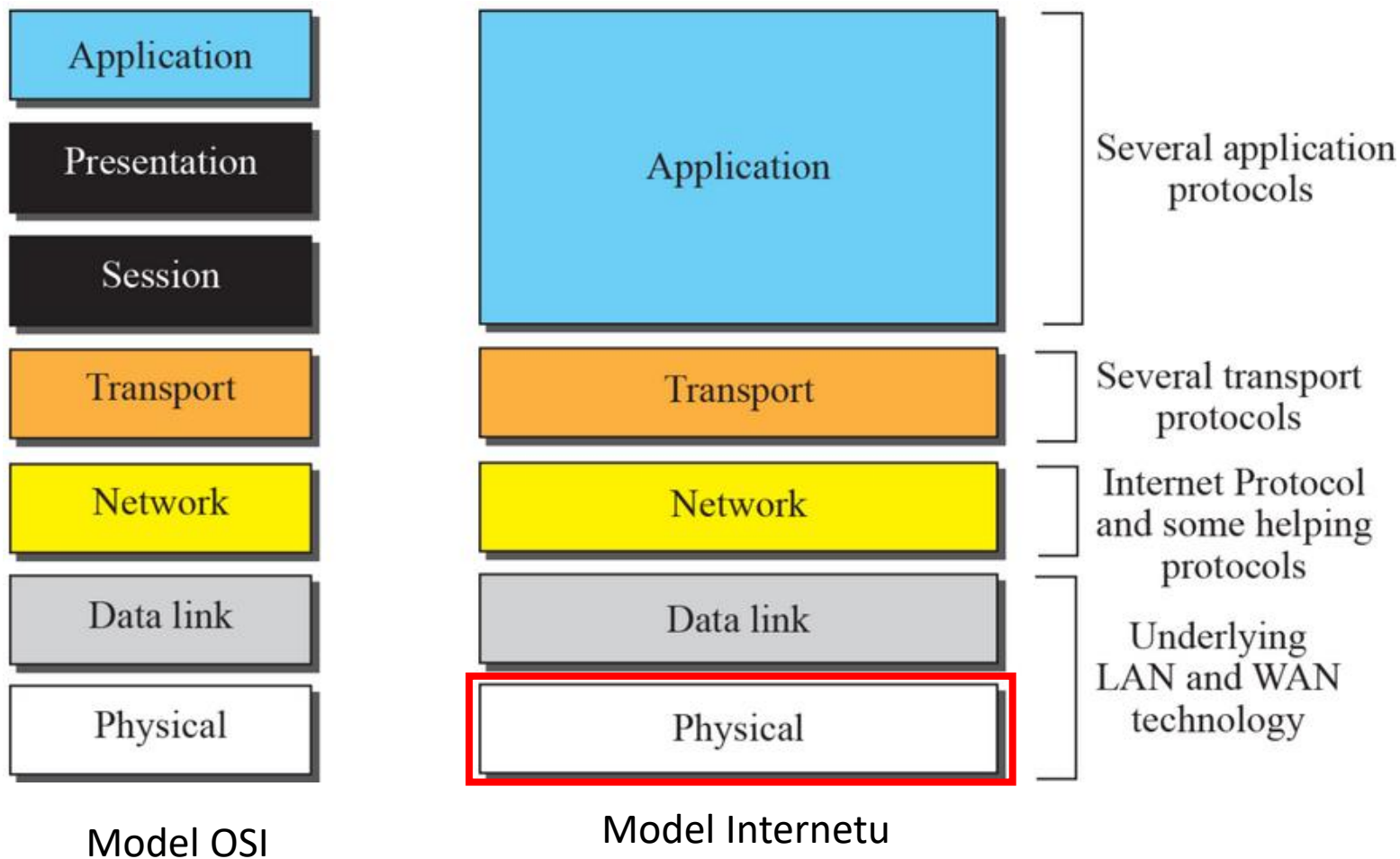
Model TCP/IP



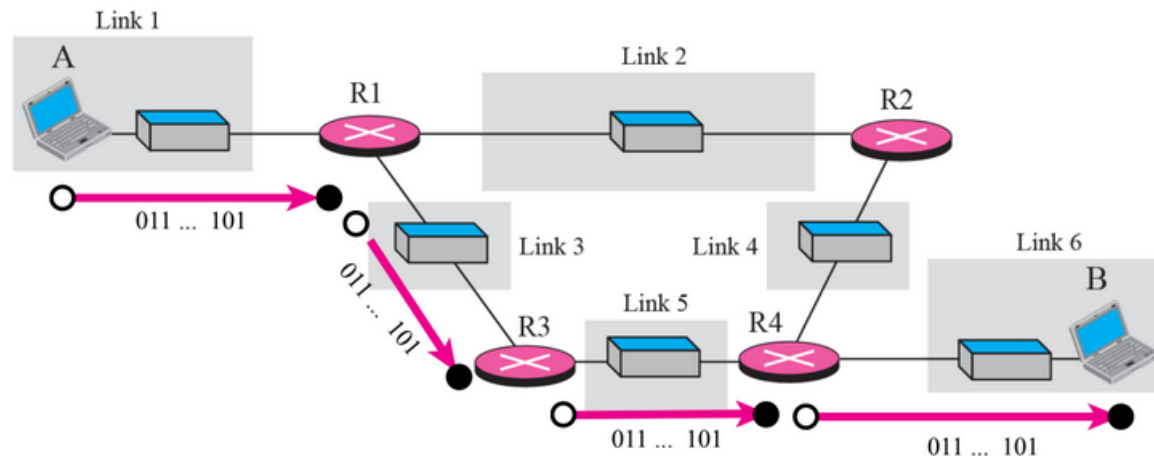
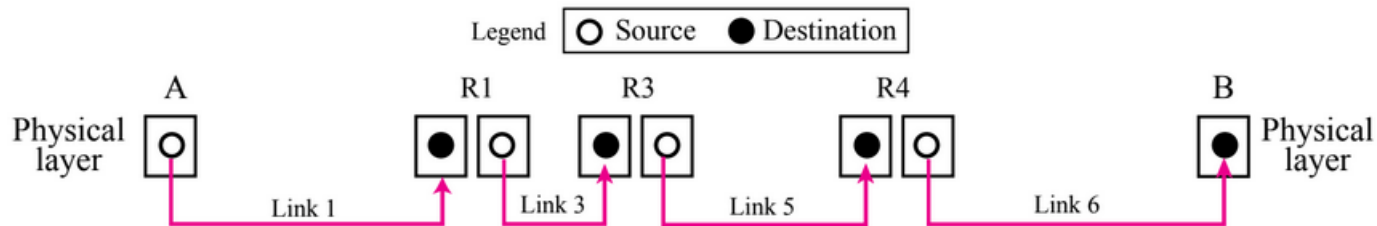
Prywatny Internet



Model TCP/IP

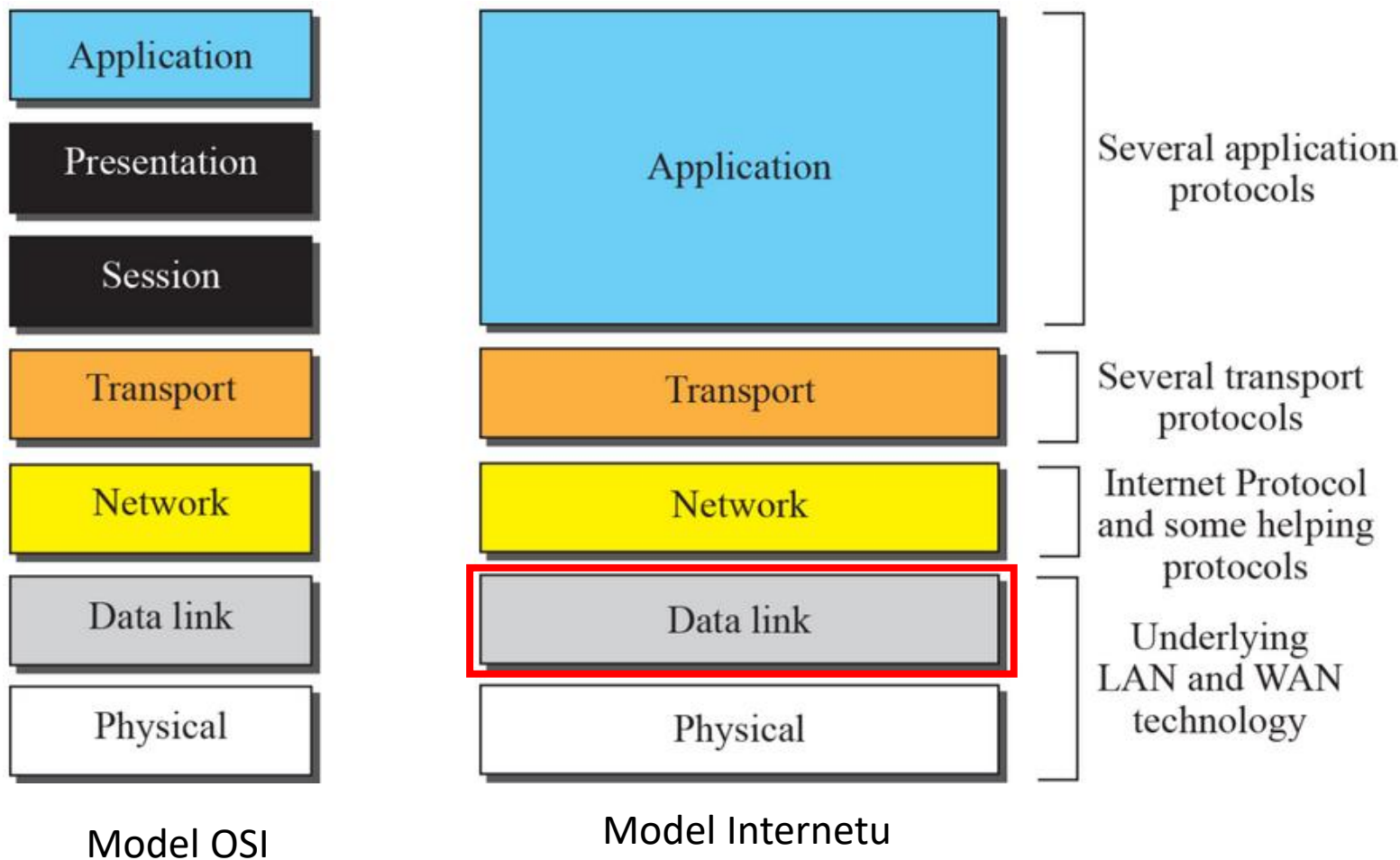


Komunikacja – warstwa fizyczna

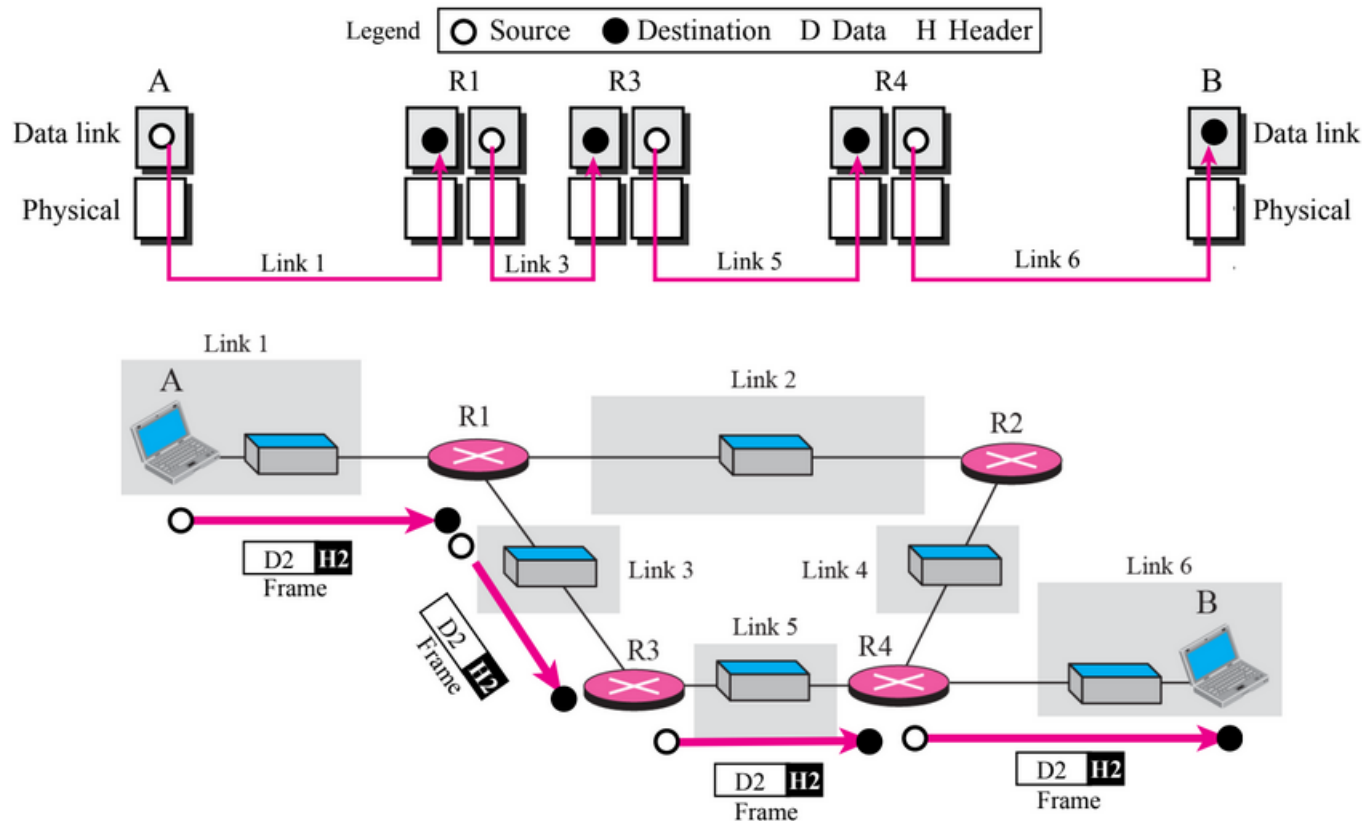


Jednostką komunikacji na warstwę fizycznej jest **bit**.

Model TCP/IP

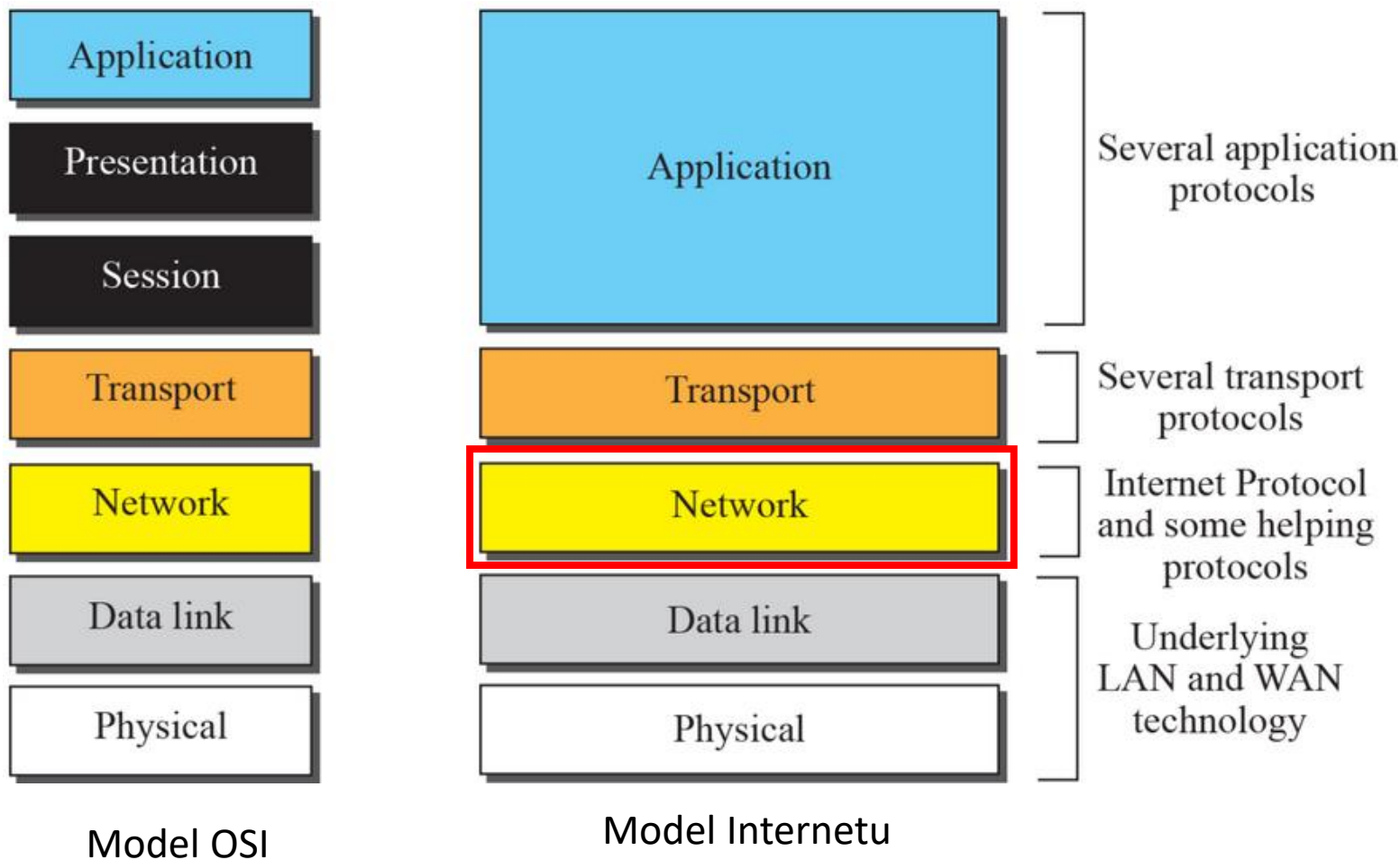


Komunikacja – warstwa łączy danych

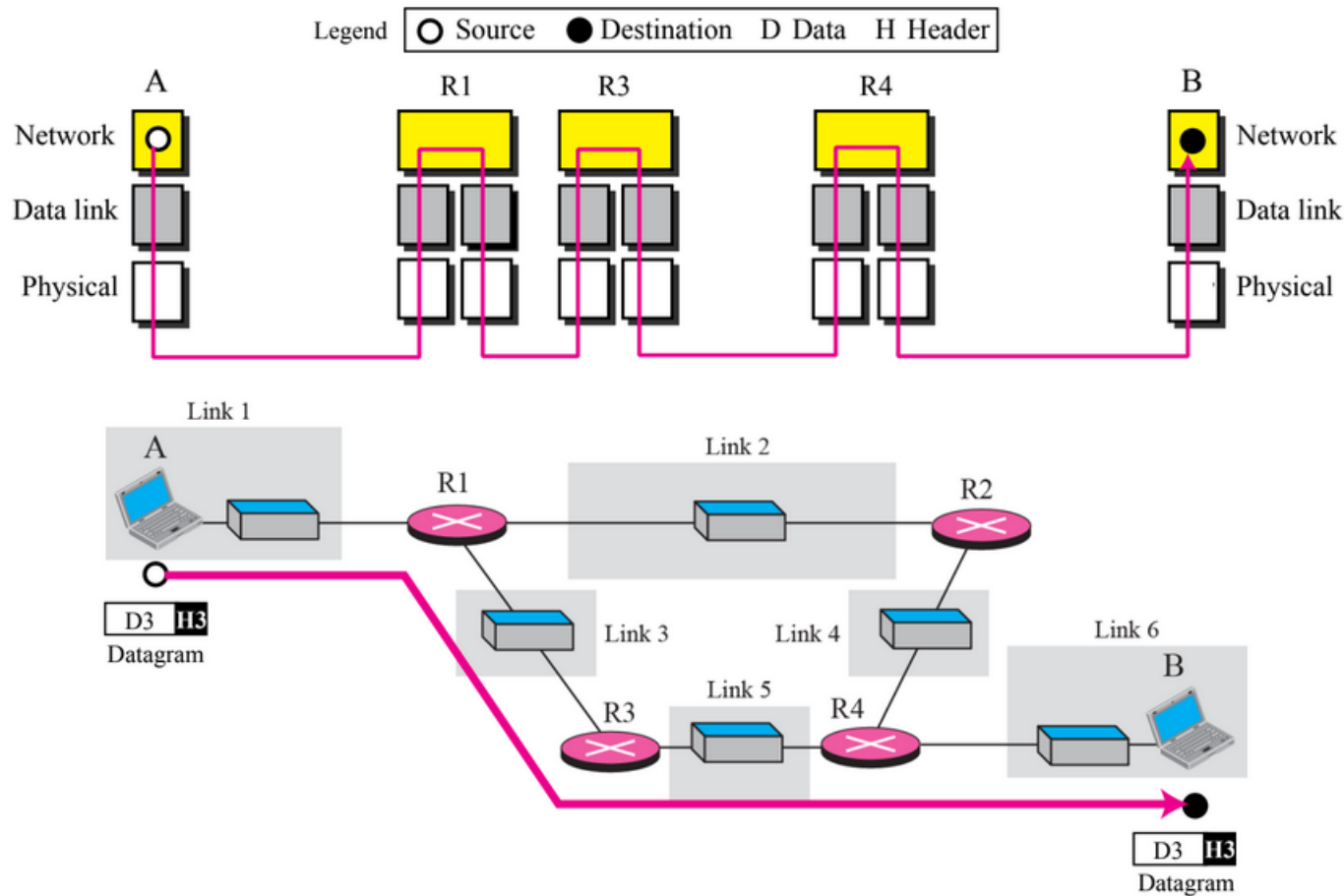


Jednostką komunikacji na warstwie łączy danych jest **ramka**.

Model TCP/IP

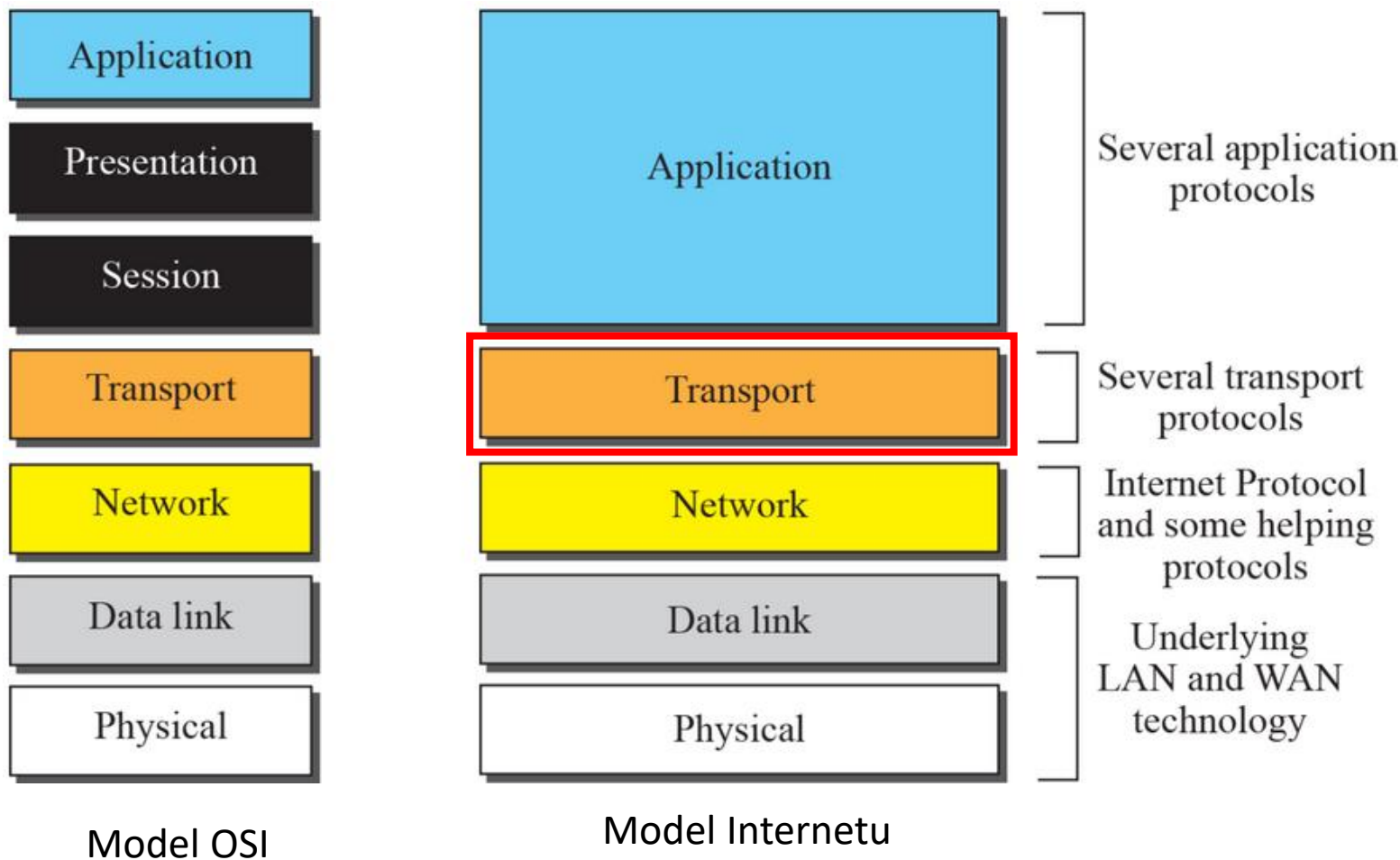


Komunikacja – warstwa sieci

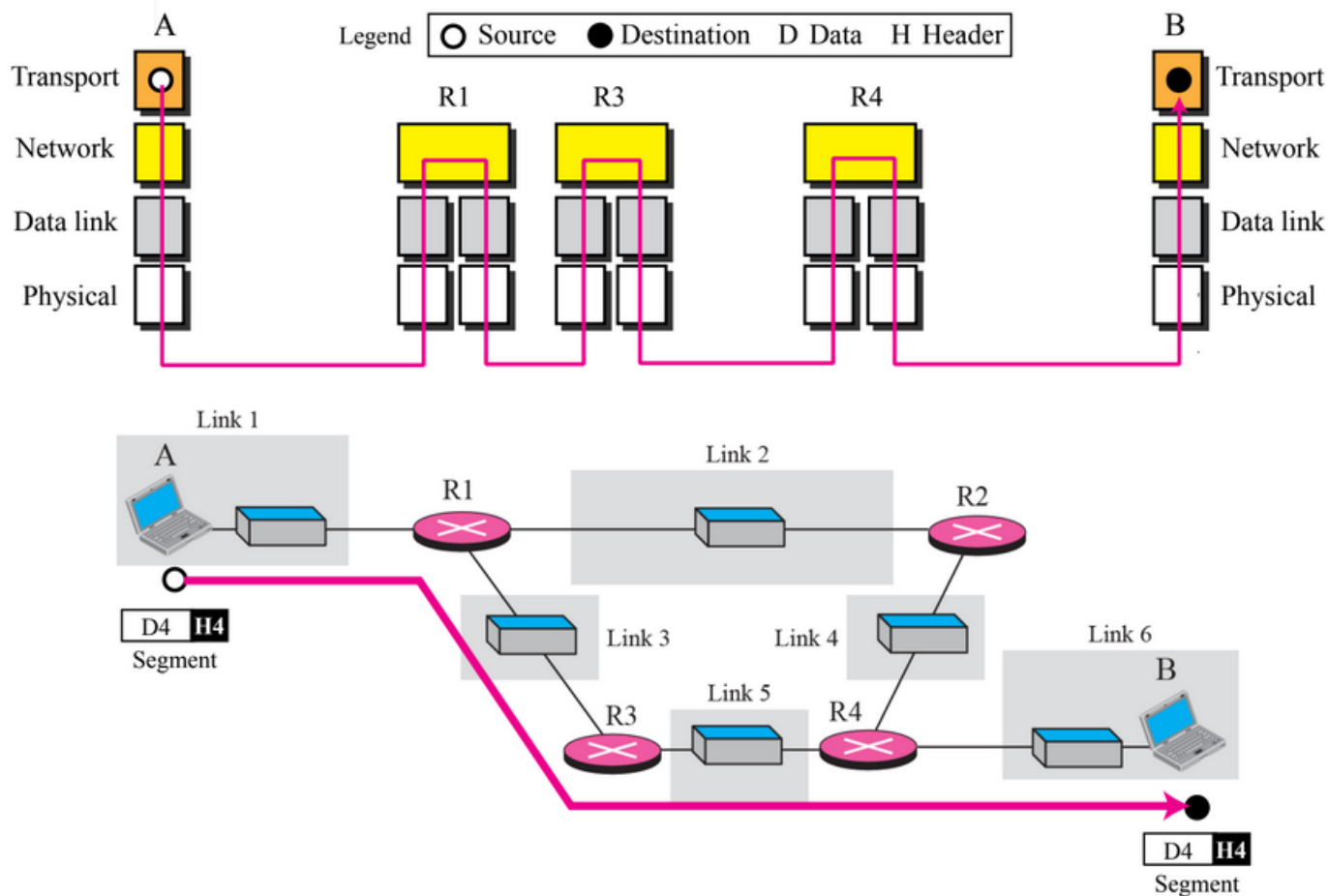


Jednostką komunikacji na warstwie łączy danych jest **datagram**. Każdy datagram jest transportowany niezależnie (różne drogi, różna kolejność, duplikacja).

Model TCP/IP

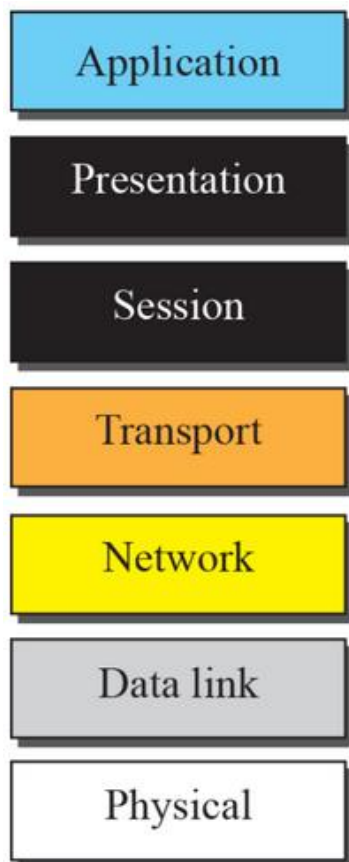


Komunikacja – warstwa transportowa

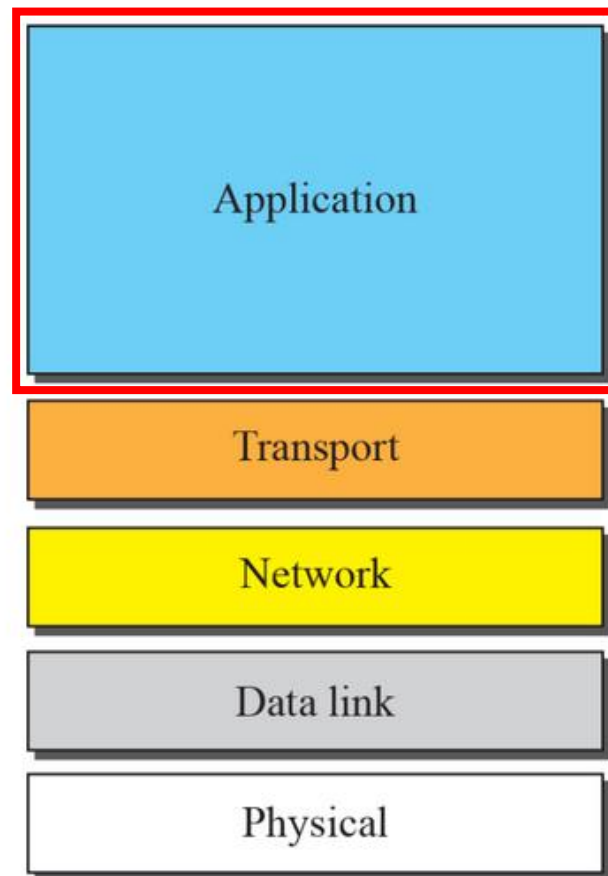


Jednostką komunikacji na warstwie łączy danych jest **segment (TCP)**, **user datagram (UDP)** or **packet**. Tutaj datagramy są składane w segmenty (czekamy aż będzie wszystko)

Model TCP/IP



Model OSI



Model Internetu

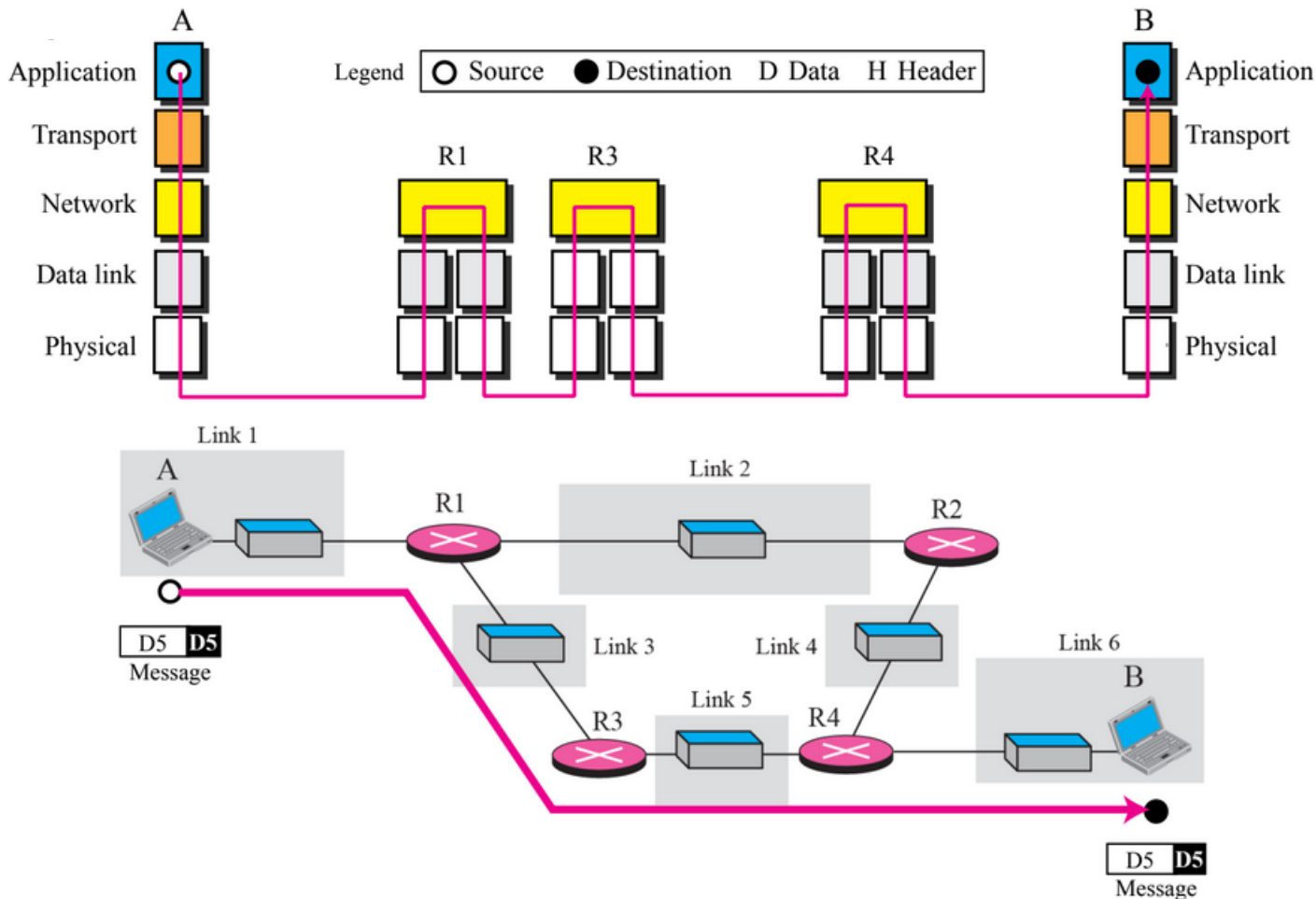
Several application protocols

Several transport protocols

Internet Protocol and some helping protocols

Underlying LAN and WAN technology

Komunikacja – warstwa aplikacji



Jednostką komunikacji na aplikacji jest **wiadomość**.

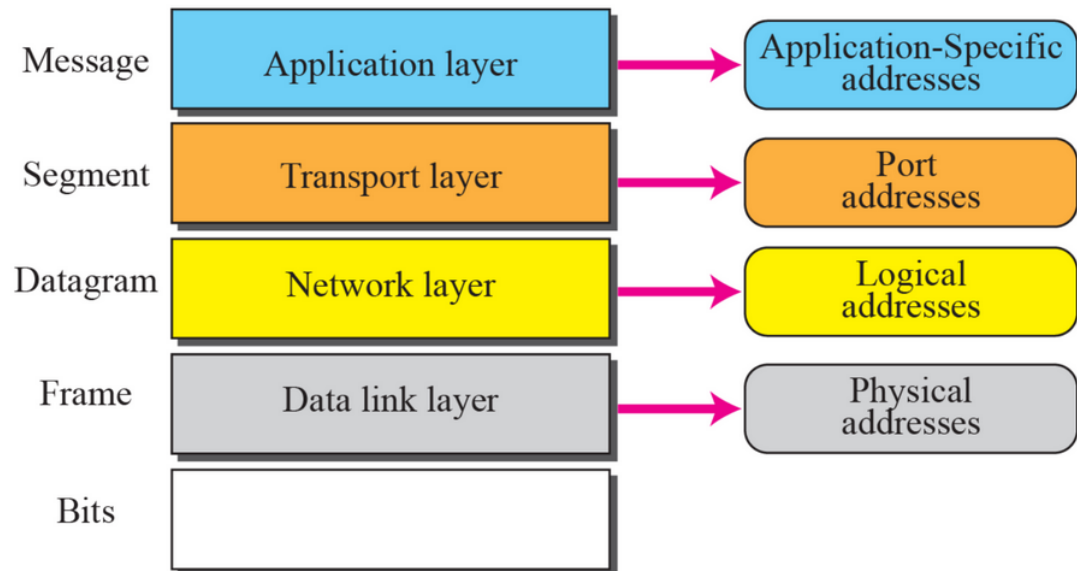
model TCP



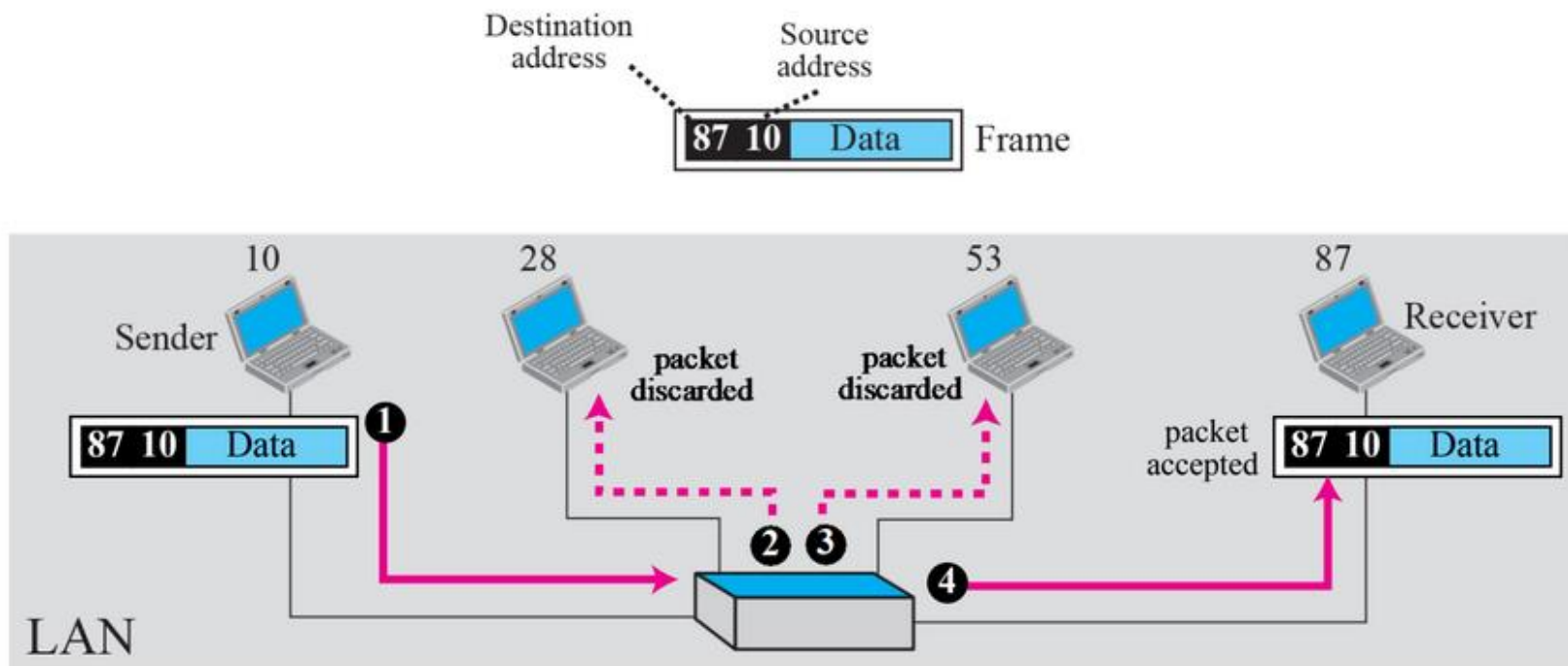
	MODEL OSI	INTERNET	PROTOKOŁY
Dane	Aplikacji	Aplikacji	HTTP, DNS, SMTP, POP3, FTP, SSH, DNS ...
	Prezentacji		
	Sesji		
Segment	Transportowa	Transportowa	TCP, UDP, SPX
Datagram	Sieci	Sieci	IP, IPX, AppleTalk
Ramka	Łącza danych	Łącza danych	Ethernet 802.11, token ring, PPP
Bity	Fizyczna	Fizyczna	

- **Model TCP/IP** – definiuje 4 adresy

- Adres fizyczny
- Adres logiczny
- Port
- Adres aplikacyjny

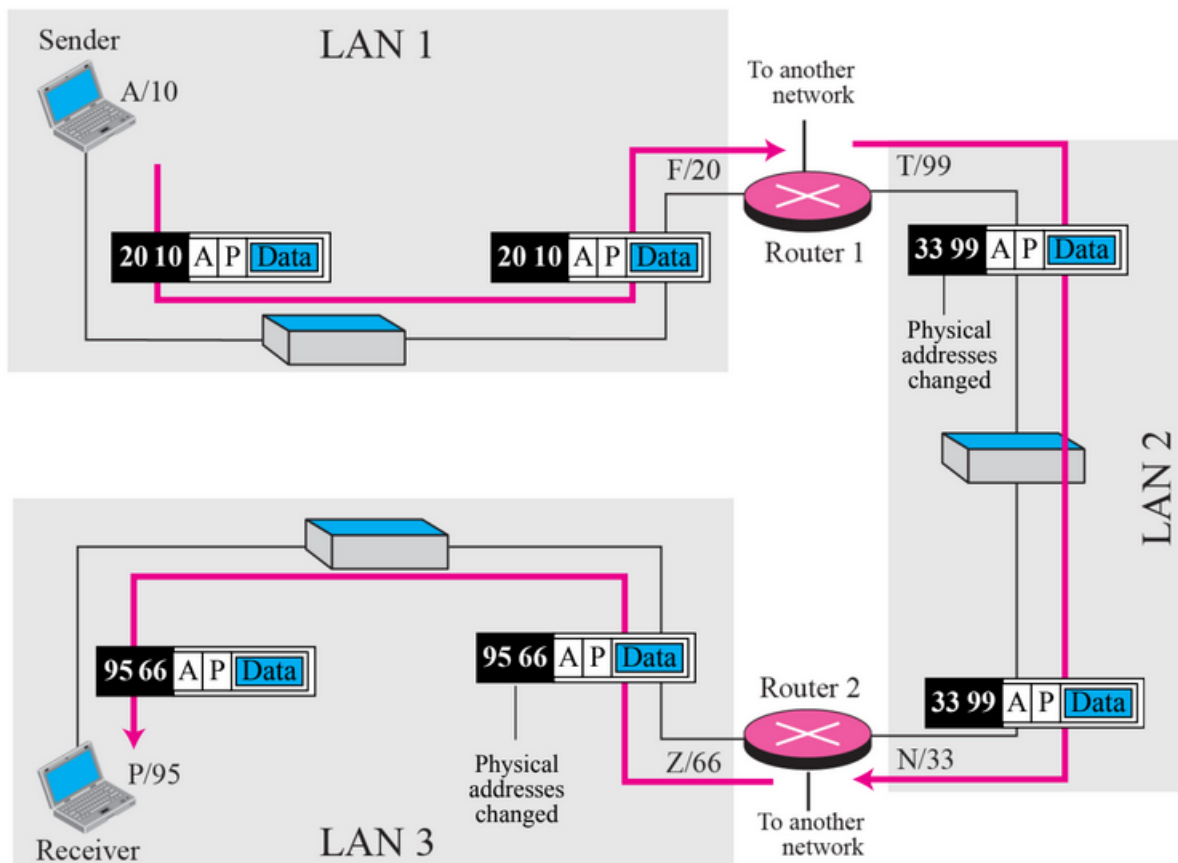


Adresacja – adres fizyczny



Adres fizyczny MAC: 11:A1:02:F1:2C:4B
6 bajtów – 12 cyfr szesnastkowych

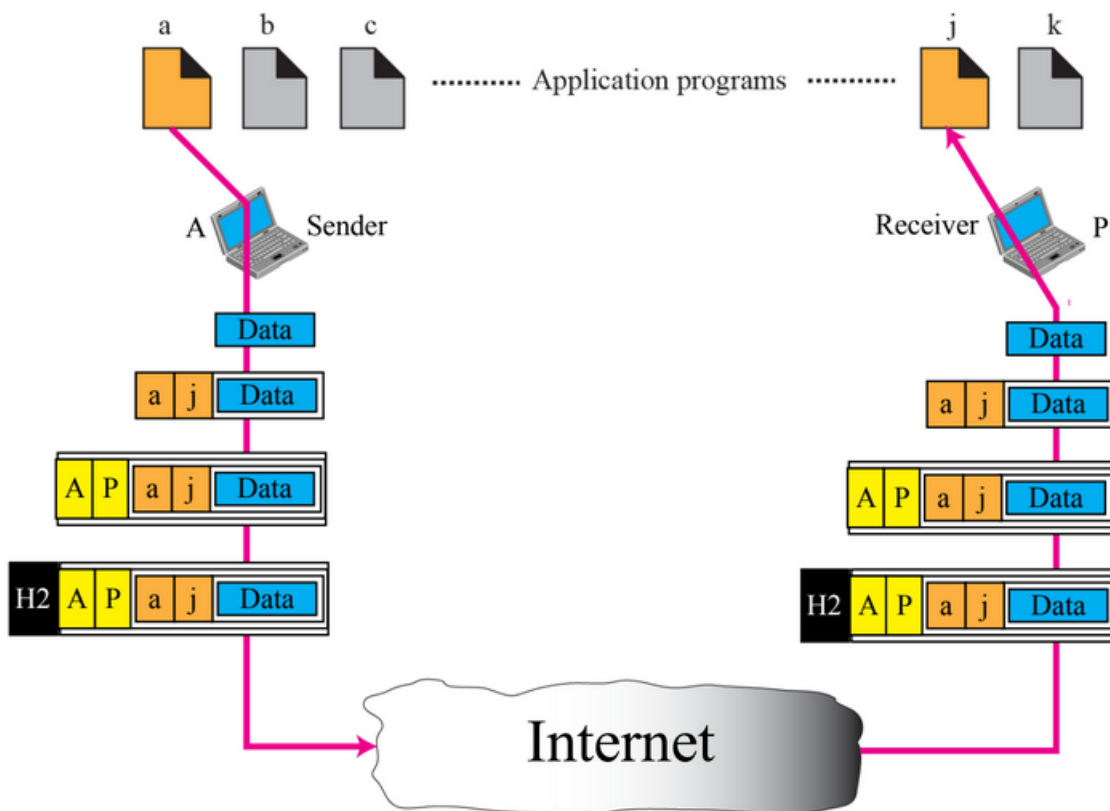
Adresacja – adres logiczny



Nadawca - Adres logiczny A, adres fizyczny 10
Odbiorca – adres logiczny P, adres fizyczny 95
Adres logiczny: 32-bity

Adres fizyczny zmienia się co hop, a logiczny zostaje bez zmian

Adresacja – numer portu



Adres fizyczny zmienia się co hop, a adres logiczny (A i P) i numer portu (a, j) zostaje bez zmian

Numer portu to 16-bitowy adres np. 654 (pojedyncza liczba)

Adresacja – adresy aplikacji



Aplikacja pocztowa:

user@server

Email: andrzej.stroinski@cs.put.poznan.pl

przeglądarka internetowa:

nazwa zasobu www na serwerze:

www: <https://www.cs.put.poznan.pl/anstroinski>

Dziękuję za uwagę. Pytania?

