

# Informatyka 1 (EZ1E2008)

---

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny  
Elektrotechnika, semestr II, studia niestacjonarne I stopnia  
Rok akademicki 2021/2022

**Wykład nr 9 (27.05.2022)**

dr inż. Jarosław Forenc

## Plan wykładu nr 9

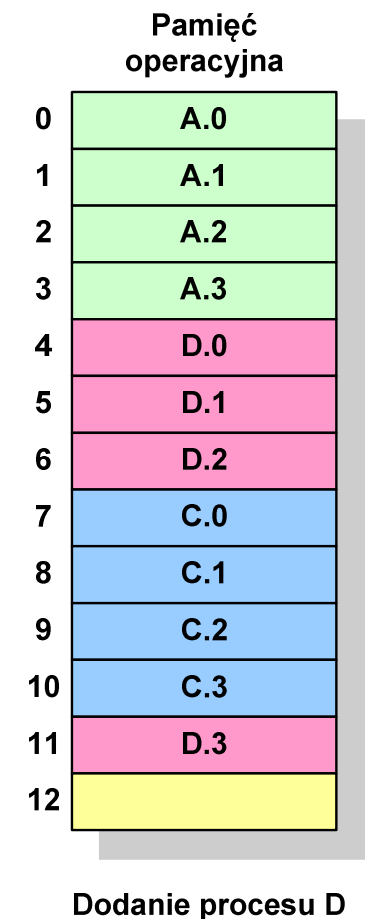
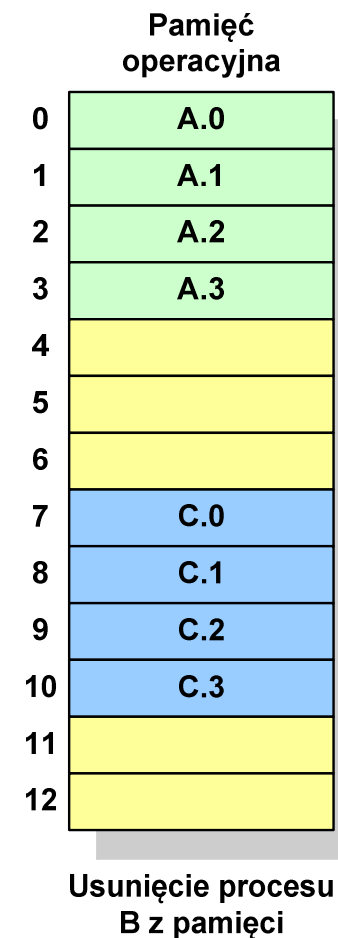
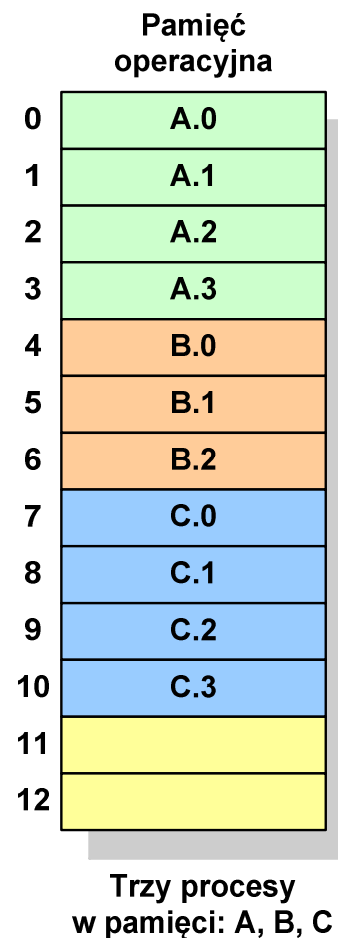
- Zarządzanie pamięcią operacyjną
  - partycjonowanie, stronicowanie, segmentacja, pamięć wirtualna
- Sieci komputerowe
  - definicja, podział, topologie i media transmisyjne
  - model referencyjny ISO/OSI, model protokołu TCP/IP
- Algorytmy komputerowe
  - definicje, podstawowe cechy, sposoby opisu
  - rekurencja, złożoność obliczeniowa

# Zarządzanie pamięcią

- zarządzanie pamięcią polega na wydajnym przenoszeniu programów i danych do i z pamięci operacyjnej
- w nowoczesnych wieloprogramowych systemach operacyjnych zarządzanie pamięcią opiera się na **pamięci wirtualnej**
- pamięć wirtualna bazuje na wykorzystaniu **segmentacji** i **stronicowania**
- z historycznego punktu widzenia w systemach komputerowych stosowane były/są następujące metody zarządzania pamięcią:
  - proste stronicowanie, prosta segmentacja
  - stronicowanie pamięci wirtualnej, segmentacja pamięci wirtualnej
  - **stronicowanie i segmentacja pamięci wirtualnej**

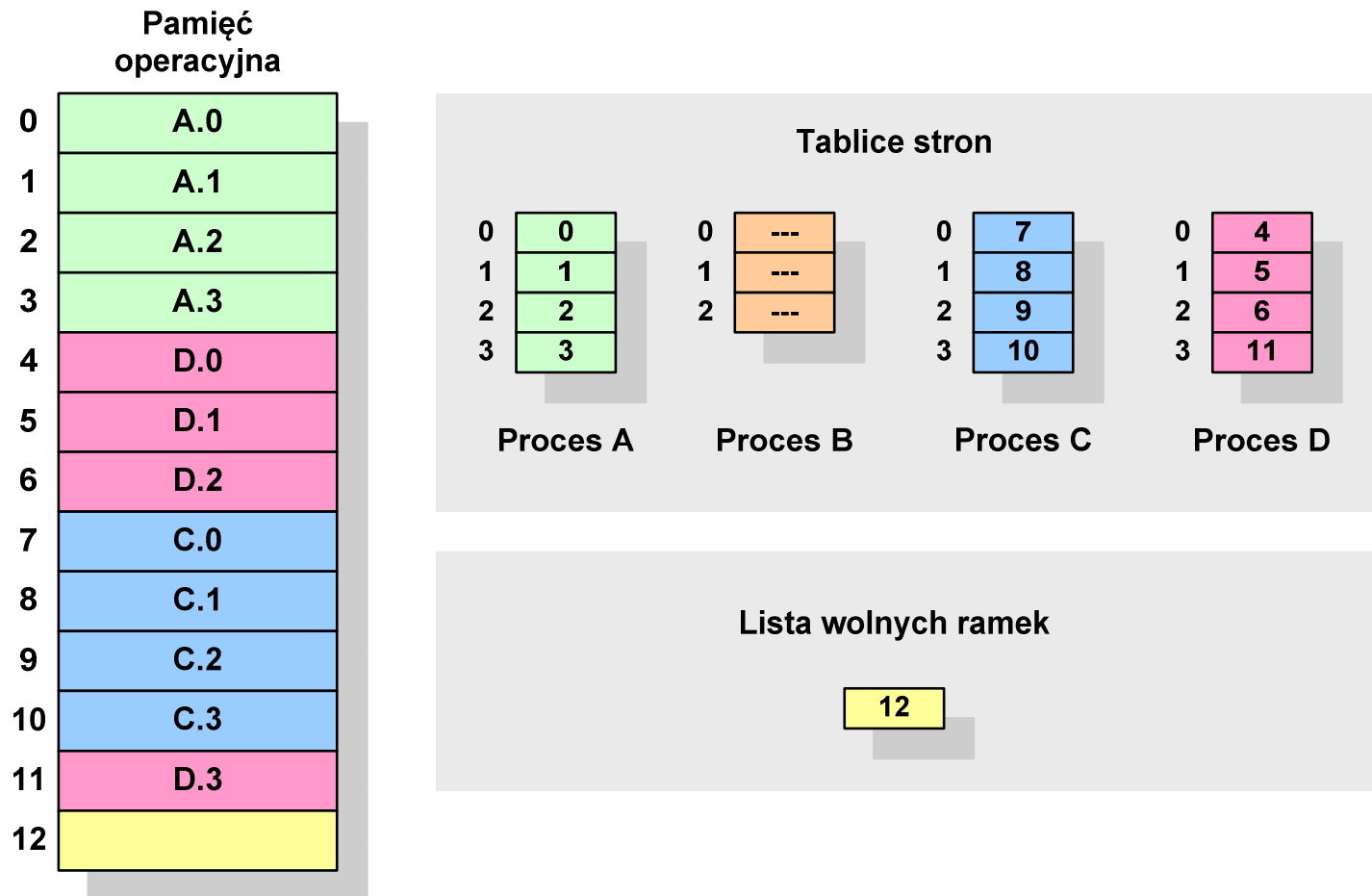
# Proste stronicowanie

- pamięć operacyjna podzielona jest na jednakowe bloki o stałym niewielkim rozmiarze nazywane **ramkami** lub **ramkami stron** (page frames)
- do tych ramek wstawiane są fragmenty procesu zwane **stronami** (pages)
- aby proces mógł zostać uruchomiony wszystkie jego strony muszą znajdować się w pamięci operacyjnej



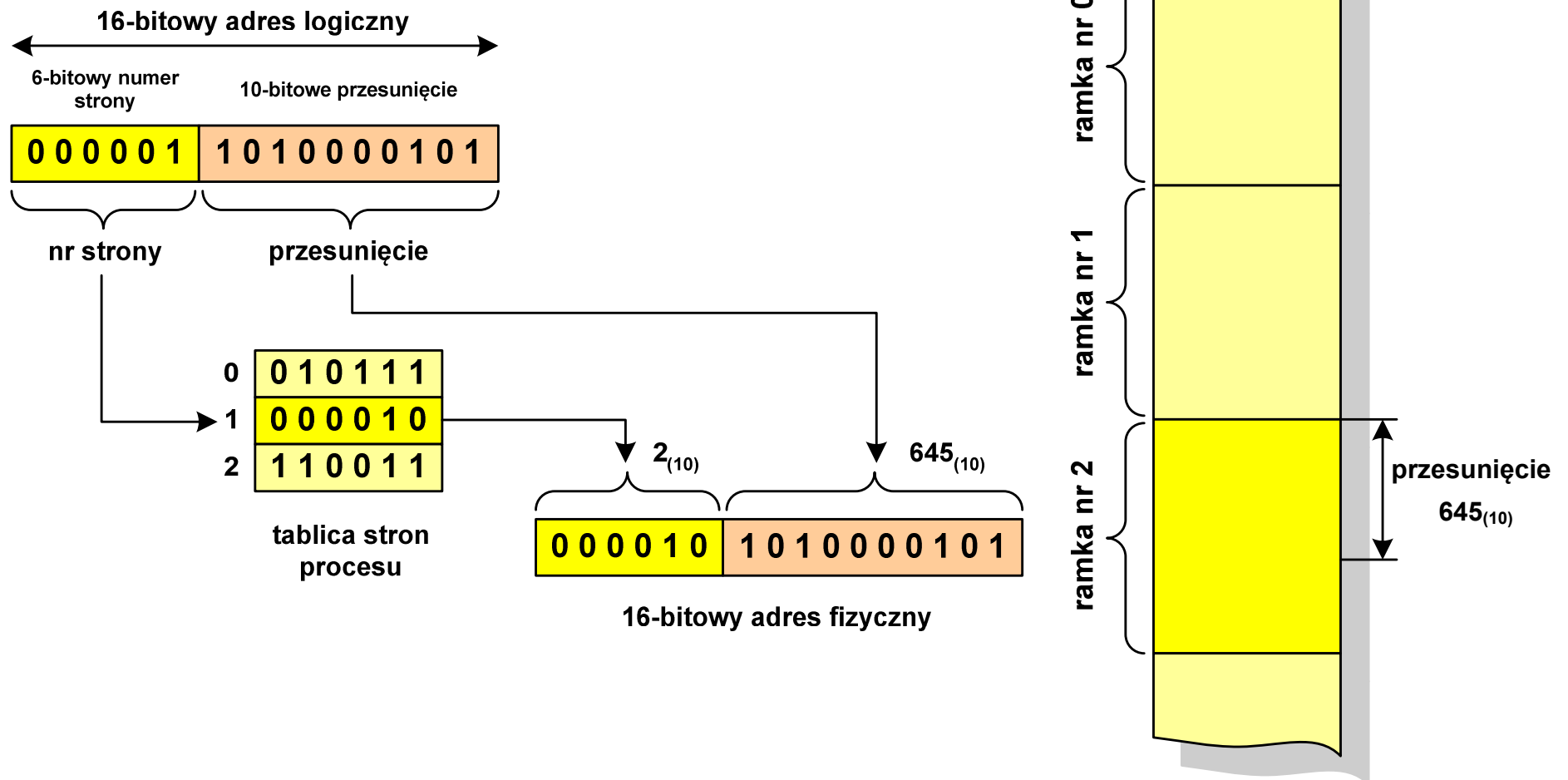
# Proste stronicowanie

- dla każdego procesu przechowywana jest **tablica strony** (page table) zawierająca lokalizację ramki dla każdej strony procesu



# Proste stronicowanie

Przykład:

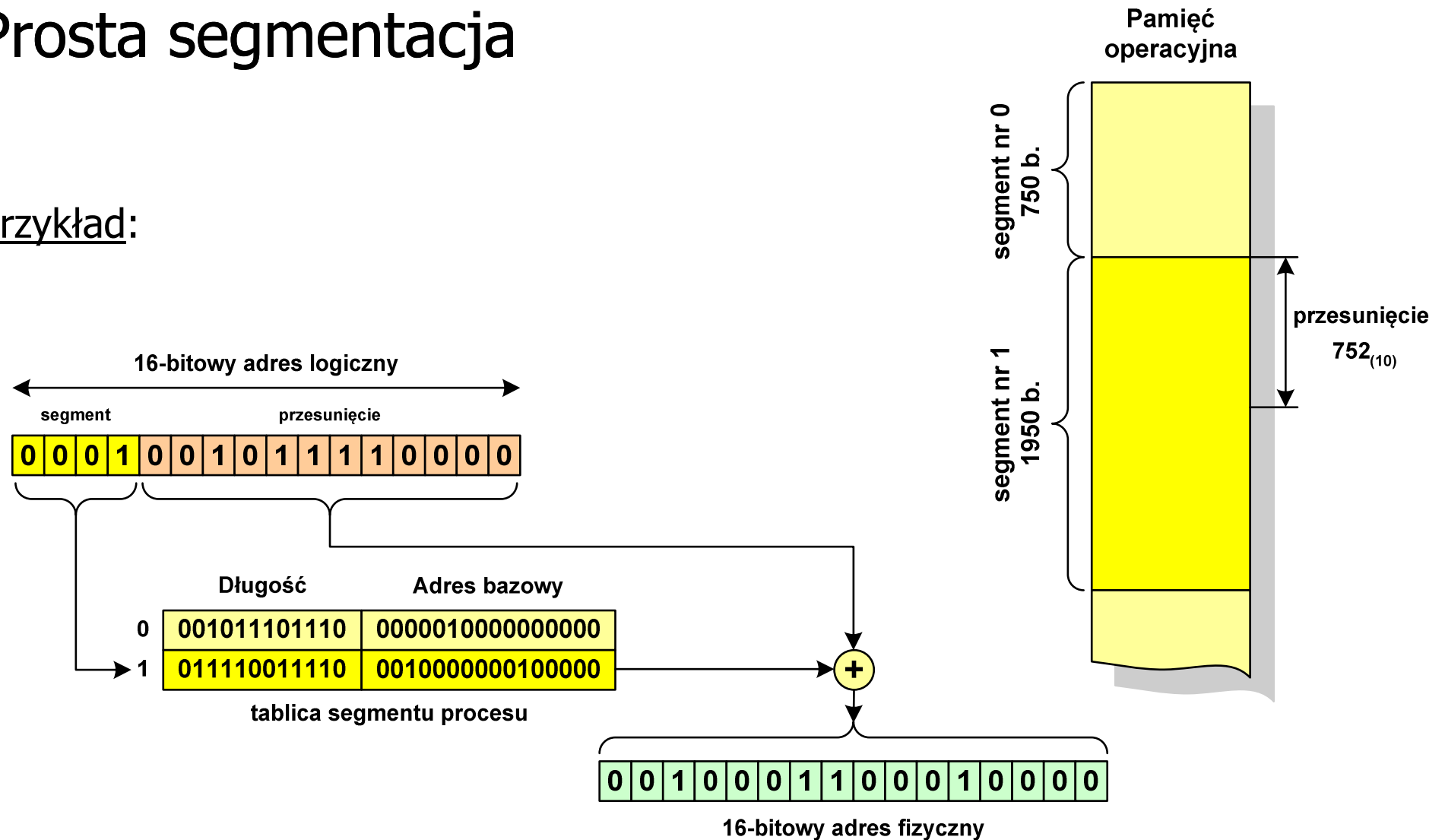


# Prosta segmentacja

- polega na podzieleniu programu i skojarzonych z nim danych na odpowiednią liczbę **segmentów** o **różnej długości**
- ładowanie procesu do pamięci polega na wczytaniu wszystkich jego segmentów do partycji dynamicznych (nie muszą być ciągłe)
- segmentacja jest widoczna dla programisty i ma na celu wygodniejszą organizację programów i danych
- **adres logiczny** wykorzystujący segmentację składa się z dwóch części:
  - numeru segmentu
  - przesunięcia
- dla każdego procesu określana jest **tablica segmentu procesu** zawierająca:
  - długość danego segmentu
  - adres początkowy danego segmentu w pamięci operacyjnej

# Prosta segmentacja

Przykład:





# Pamięć wirtualna

- **pamięć wirtualna** umożliwia przechowywanie stron/segmentów wykonywanego procesu w pamięci dodatkowej (na dysku twardym)

Co się dzieje, gdy procesor chce odczytać stronę z pamięci dodatkowej?

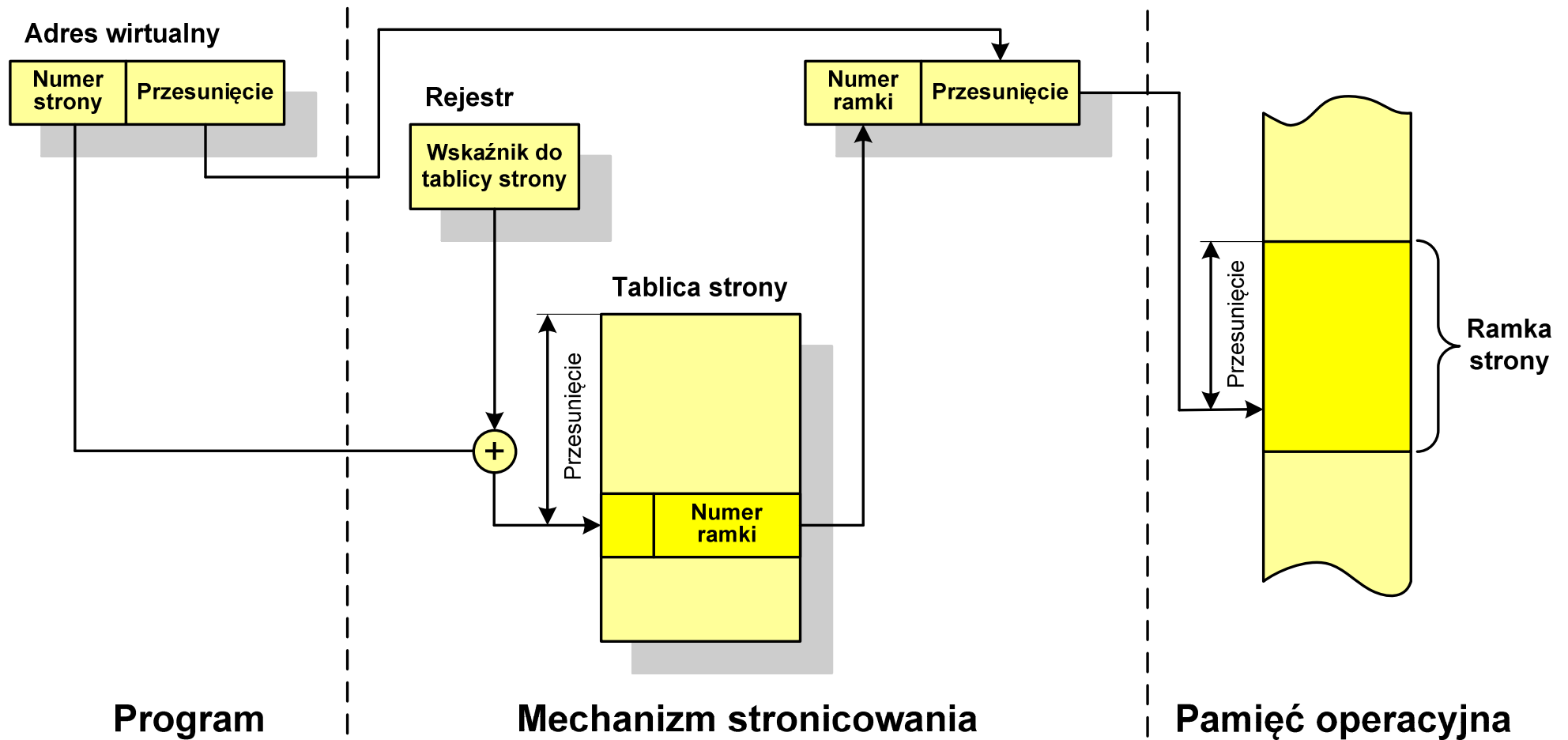
- generowanie przerwania sygnalizującego błąd w dostępie do pamięci
- zmiana stan procesu na zablokowany
- wstawienie do pamięci operacyjnej fragment procesu zawierający adres logiczny, który był przyczyną błędu
- zmiana stanu procesu na uruchomiony

Dzięki zastosowaniu pamięci wirtualnej:

- w pamięci operacyjnej może być przechowywanych więcej procesów
- proces może być większy od całej pamięci operacyjnej

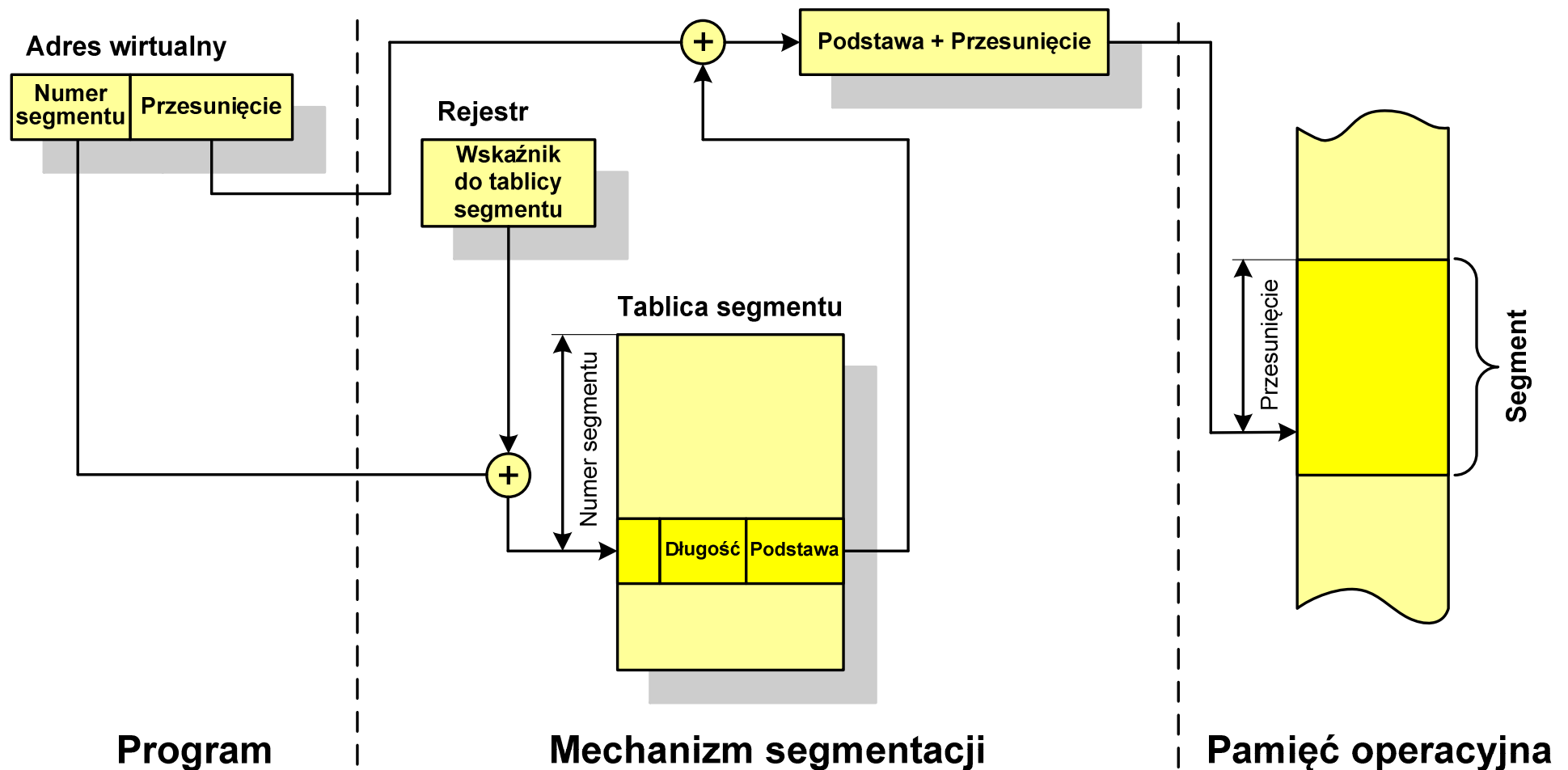
# Stronicowanie pamięci wirtualnej

- odczytanie strony wymaga translacji adresu wirtualnego na fizyczny



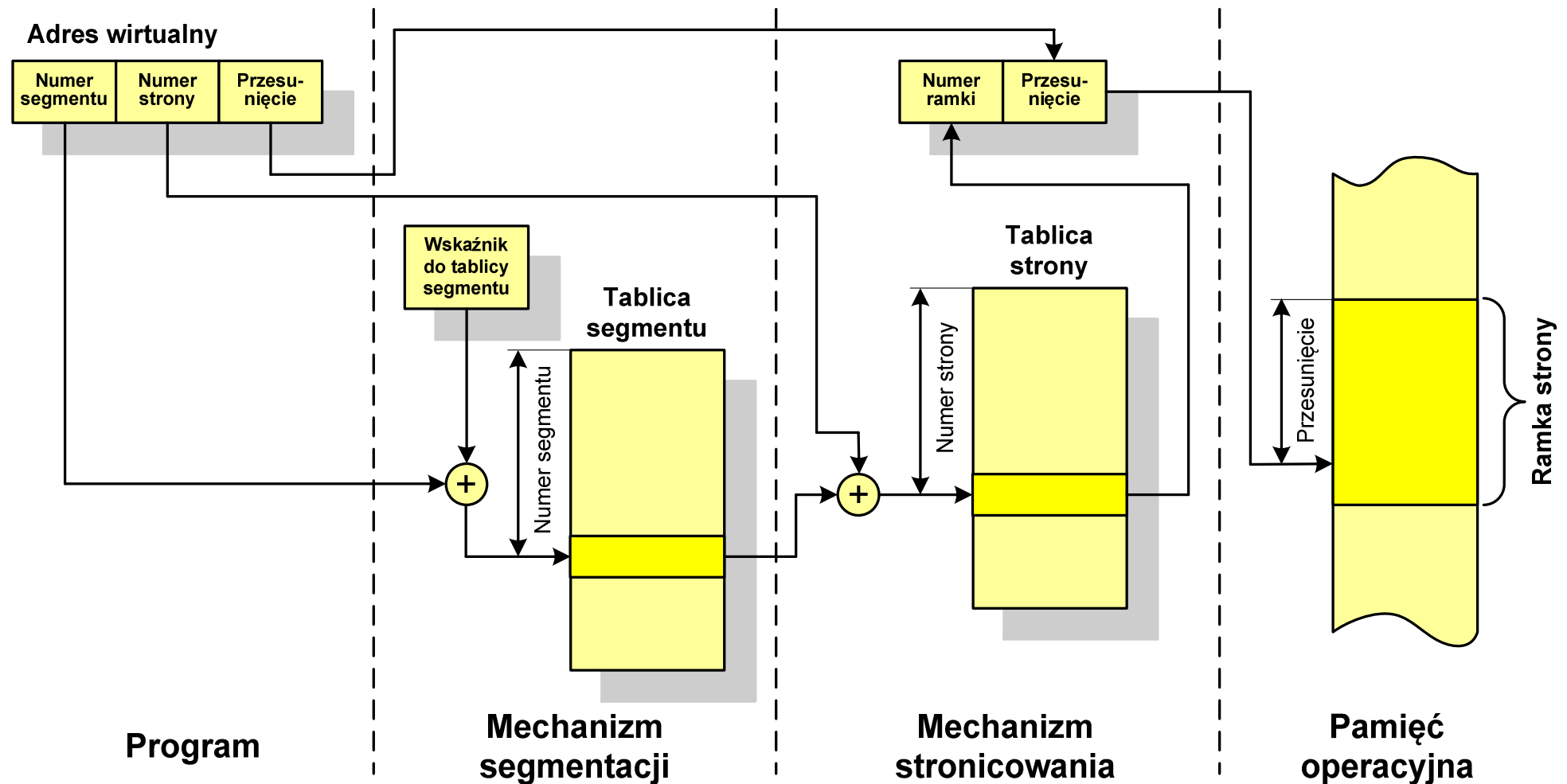
# Segmentacja pamięci wirtualnej

- mechanizm odczytania słowa z pamięci obejmuje translację adresu wirtualnego na fizyczny za pomocą tablicy segmentu



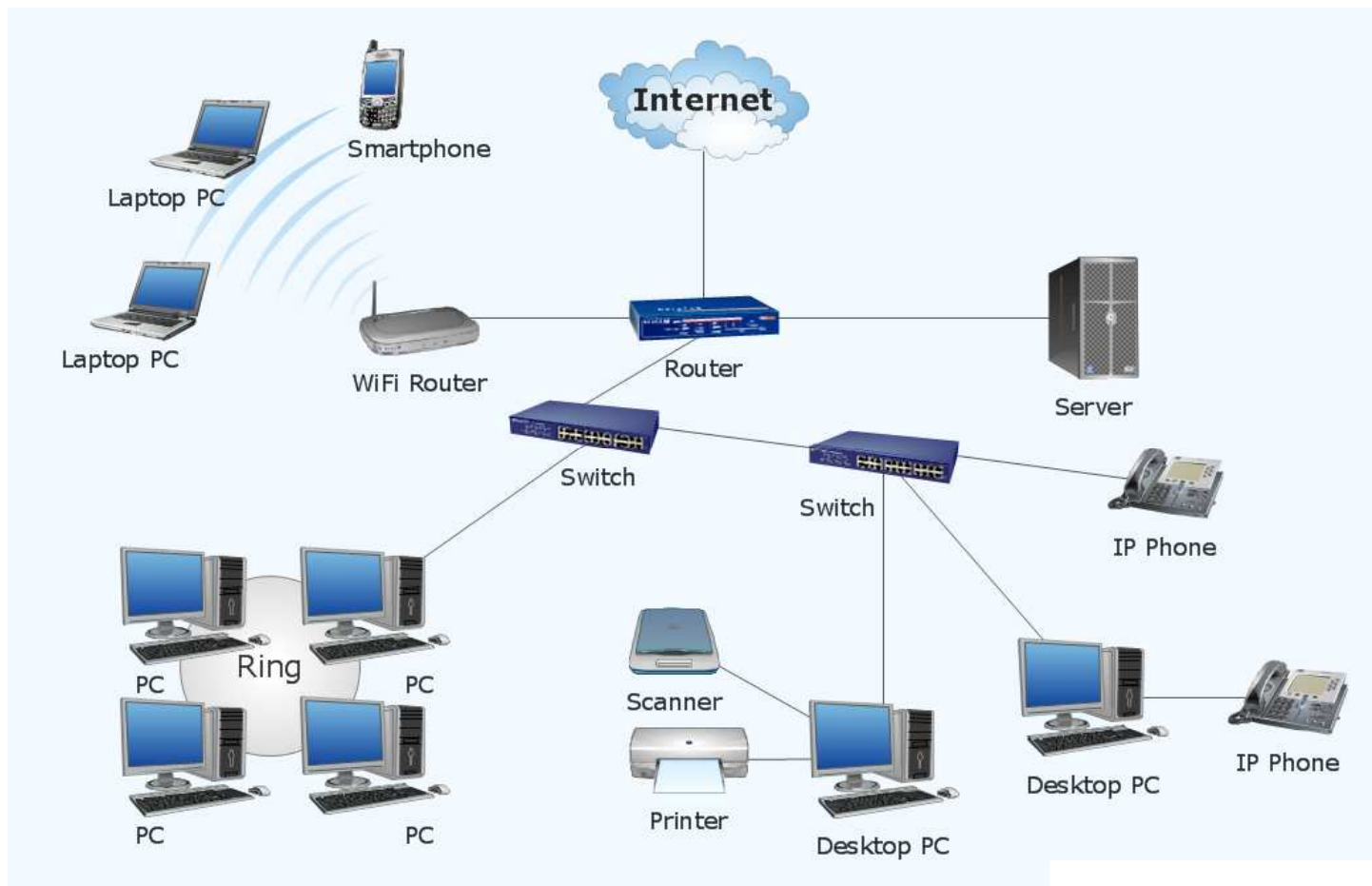
# Stronicowanie i segmentacja pamięci wirtualnej

- tłumaczenie adresu wirtualnego na adres fizyczny:



# Sieć komputerowa

- **Sieć komputerowa** - zbiór komputerów i innych urządzeń umożliwiających wzajemne przekazywanie informacji oraz udostępnianie zasobów



## Podział sieci w zależności od ich rozmiaru

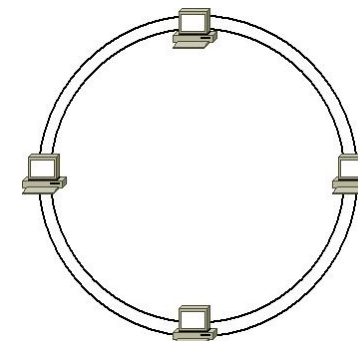
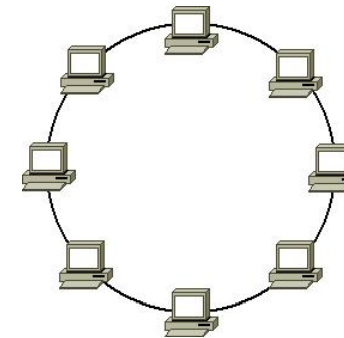
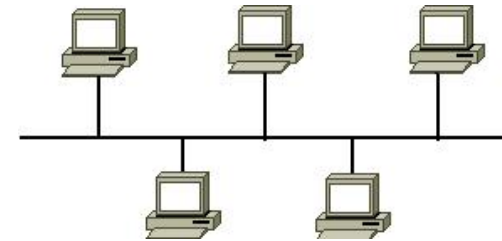
- **LAN (Local Area Network)** - sieć lokalna, łączy komputery znajdujące się na określonym, niewielkim obszarze (kilka budynków, przedsiębiorstwo), wykonana jest w jednej technologii (np. Ethernet)
- **MAN (Metropolitan Area Network)** - sieć miejska, obejmuje zasięgiem aglomerację lub miasto łącząc oddzielne sieci LAN (np. Biaman)
- **WAN (Wide Area Network)** - sieć rozległa, łączy ze sobą sieci MAN i LAN na obszarze wykraczającym poza jedno miasto (POL-34, Pionier)
- **Internet** - ogólnosiwiatowa sieć komputerowa łączące ze sobą wszystkie rodzaje sieci („sieć sieci”)
- **Intranet** - sieć podobna do Internetu, ale ograniczająca się do komputerów w firmie lub organizacji

# Topologie sieci komputerowych

- **Topologia sieci** - określa strukturę sieci
  - zbiór zasad fizycznego łączenia elementów sieci (topologia fizyczna)
  - zbiór reguł komunikacji poprzez medium transmisyjne (topologia logiczna)
- **Topologia fizyczna** - opisuje sposoby fizycznego łączenia ze sobą komputerów (układ przewodów, media transmisyjne)
- **Topologia logiczna** - opisuje sposoby komunikowania się hostów za pomocą urządzeń topologii fizycznej; standardy komunikacji definiowane przez IEEE:
  - IEEE 802.3 - 10 Mb Ethernet
  - IEEE 802.3u - 100 Mb Ethernet
  - IEEE 802.3z - 1 Gb Ethernet
  - IEEE 802.5 - Token Ring
  - IEEE 802.11 - Wireless LAN
  - IEEE 802.14 - Cable Modem

# Topologie sieci komputerowych

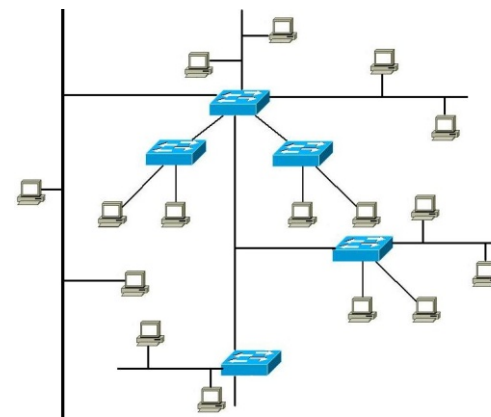
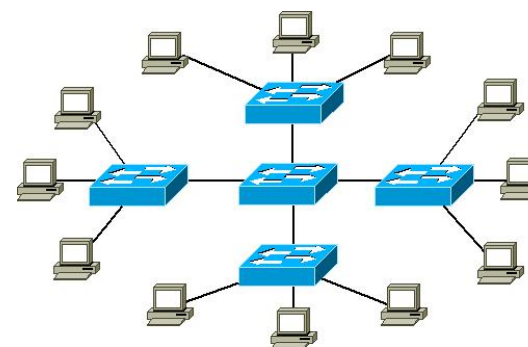
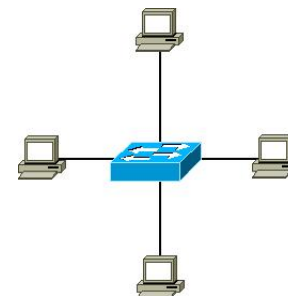
- **topologia magistrali (bus)** - wszystkie komputery podłączone są do jednego współdzielonego medium transmisyjnego (najczęściej kabla koncentrycznego)
- **topologia pierścienia (ring)** - komputery połączone są pomiędzy sobą odcinkami kabla tworząc zamknięty pierścień (sieci światłowodowe, sieci LAN)
- **topologia podwójnego pierścienia (dual-ring)** - komputery połączone są pomiędzy sobą odcinkami kabla tworząc dwa zamknięte pierścienie (większa niezawodność, sieci: szkieletowe, MAN, Token Ring, FDDI)





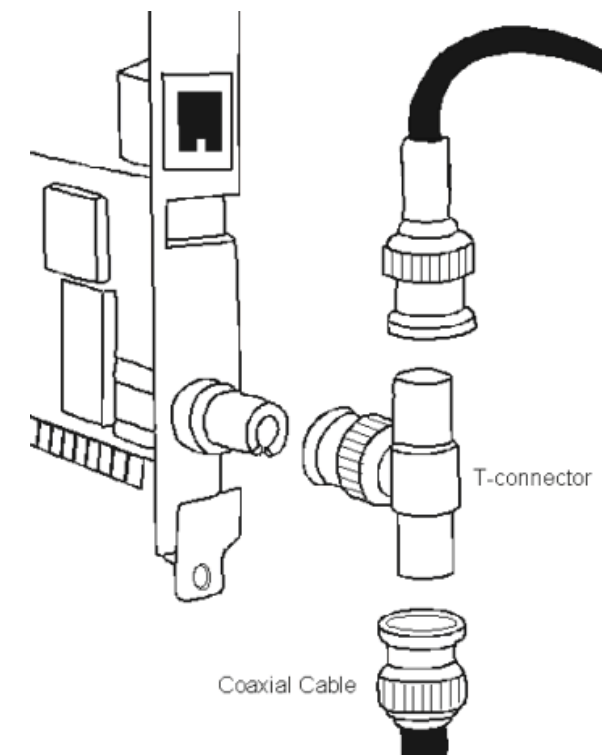
# Topologie sieci komputerowych

- **topologia gwiazdy (star)** - komputery podłączone są do jednego punktu centralnego (koncentrator, przełącznik), obecnie jest to najczęściej stosowana topologia sieci LAN
- **topologia rozszerzonej gwiazdy (extended star)** - posiada punkt centralny i punkty poboczne (stosowana w rozbudowanych sieciach lokalnych)
- **topologia hierarchiczna (drzewa)** - jest kombinacją topologii gwiazdy i magistrali



# Media transmisyjne - przewód koncentryczny

- **Ethernet gruby (Thick Ethernet)**, 10Base-5, 10 Mb/s
  - kabel RG-8 lub RG-11, impedancja falowa:  $50 \Omega$ , grubość: 1/2"
  - max. odległość między stacjami: 500 m
  
- **Ethernet cienki (Thin Ethernet)**, 10Base-2, 10 Mb/s
  - kabel RG-58, impedancja falowa:  $50 \Omega$ , grubość: 1/4"
  - max. odległość między stacjami: 185 m



## Media transmisyjne - skrętka

- **Skrętka** - typ przewodu do przesyłania informacji, zbudowany z jednej lub kilku par przewodów skręconych ze sobą i umieszczonych we wspólnej izolacji
- Sposób oznaczania kabli: **xx/yyTP**
  - **xx** - sposób ekranowania całego przewodu
  - **yy** - sposób ekranowania pojedynczej pary
  - TP - Twisted Pair
- Jako **xx** i **yy** może występować:
  - **U** - nieekranowane (ang. unshielded)
  - **F** - ekranowane folią (ang. foiled)
  - **S** - ekranowane siatką (ang. shielded)
  - **SF** - ekranowane folią i siatką



U/UTP - skrętka nieekranowana (UTP)



RJ-45



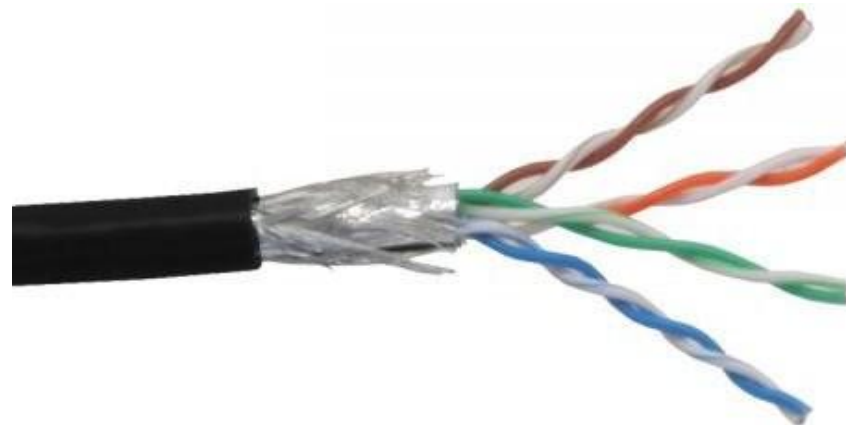
RJ-11

## Media transmisyjne - skrętka

- **F/UTP** (dawniej FTP) - skrętka foliowana



- **SF/UTP** (dawniej STP) - skrętka ekranowana folią i siatką



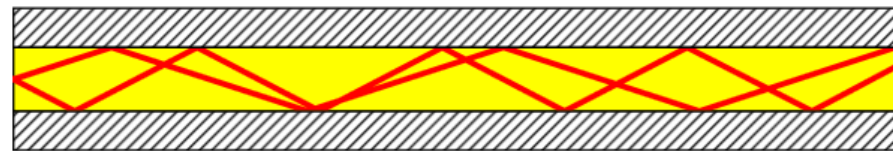
# Media transmisyjne - światłowód

- **światłowód (fiber optic cable)** przesyła impulsy świetlne między nadajnikiem i odbiornikiem
- nadajnik przekształca sygnały elektryczne na świetlne, a odbiornik przekształca sygnały świetlne na elektryczne
- impulsy świetlne są przenoszone przez **włókno optyczne** składające się z dwóch rodzajów szkła o różnych współczynnikach załamania światła
- budowa światłowodu:
  - rdzeń (core), średnica: 9  $\mu\text{m}$  lub 50  $\mu\text{m}$
  - płaszcz zewnętrzny (cladding), średnica: 125  $\mu\text{m}$
  - pokrycie zewnętrzne
- promień światła wędrując w rdzeniu pada na płaszcz pod pewnym kątem i następuje **zjawisko całkowitego odbicia wewnętrznego światła** - umożliwia to transmisję strumienia światła przez włókno



## Media transmisyjne - światłowody wielomodowe

- w światłowodzie **wielomodowym** (**multi mode fiber**) promień światła może zostać wprowadzony pod różnymi kątami - modami
- fala świetlna o takiej samej długości może rozchodzić się wieloma drogami



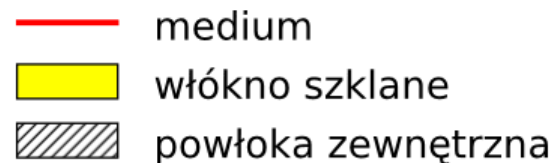
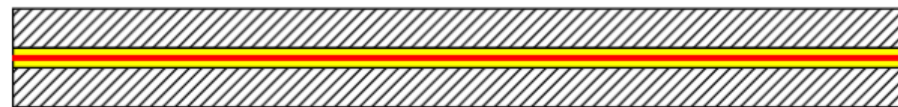
- medium
- włókno szklane
- ▨ powłoka zewnętrzna

*pl.wikipedia.org*

- źródło światła: diody LED
- długość fali świetlnej (850 nm i 1300 nm)
- ze względu na dyspersję maksymalna długość kabla to 5 km

# Media transmisyjne - światłowody jednomodowe

- w światłowodzie **jednomodowym** (**single mode fiber**) propaguje tylko jeden mod



*pl.wikipedia.org*

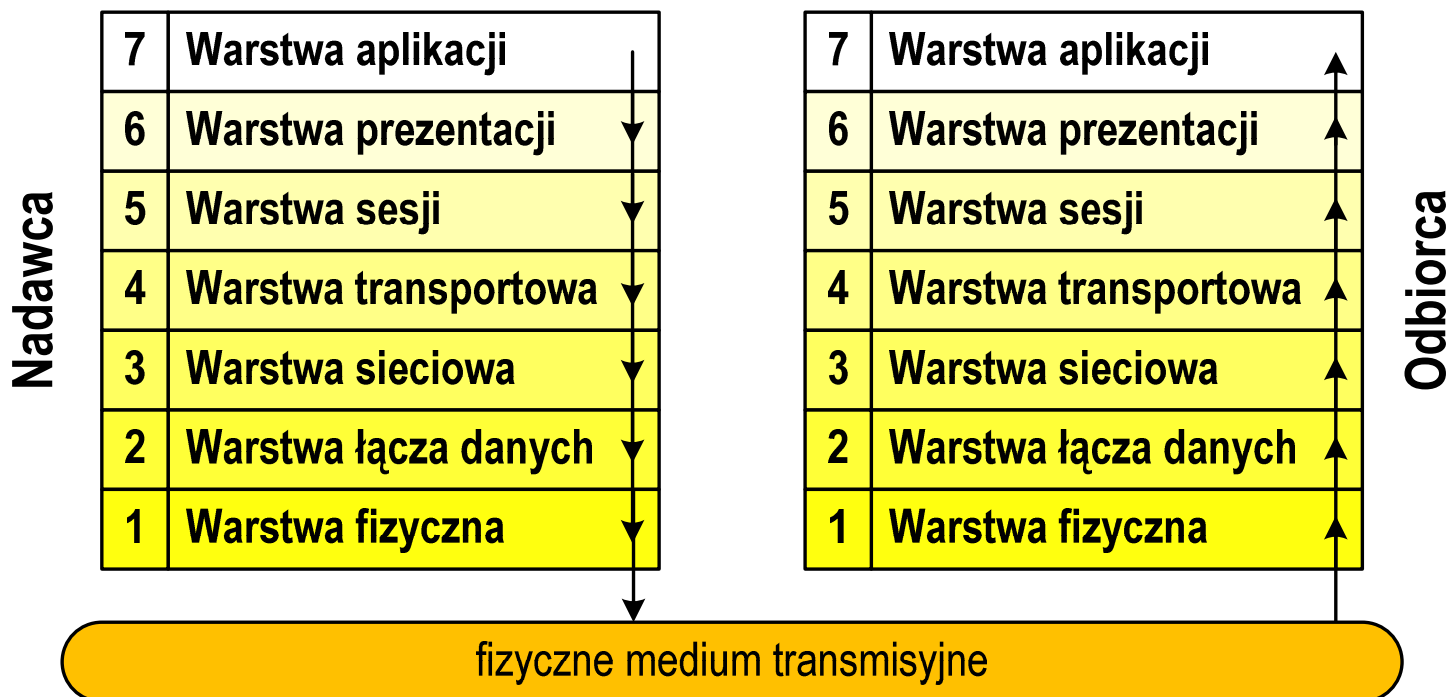
- źródło światła: dioda laserowa
- długość fali świetlnej (1300 nm i 1500 nm)
- długość kabla: do 100 km
- wyższy koszt od światłowodów wielomodowych

# Model ISO/OSI

- w latach 70-tych nie istniały ogólne standardy dotyczące sieci komputerowych - każdy producent tworzył własną sieć
- w 1984 roku Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) przyjęła model sieciowy, dzięki któremu producenci mogliby opracowywać współpracujące ze sobą rozwiązania sieciowe
- **ISO OSI RM - ISO Open Systems Interconnection Reference Model**
- głównym założeniem modelu jest podział systemów sieciowych na współpracujące ze sobą **7 warstw** (layers)
- struktura tworzona przez warstwy nazywana jest **stosem** protokołu wymiany danych

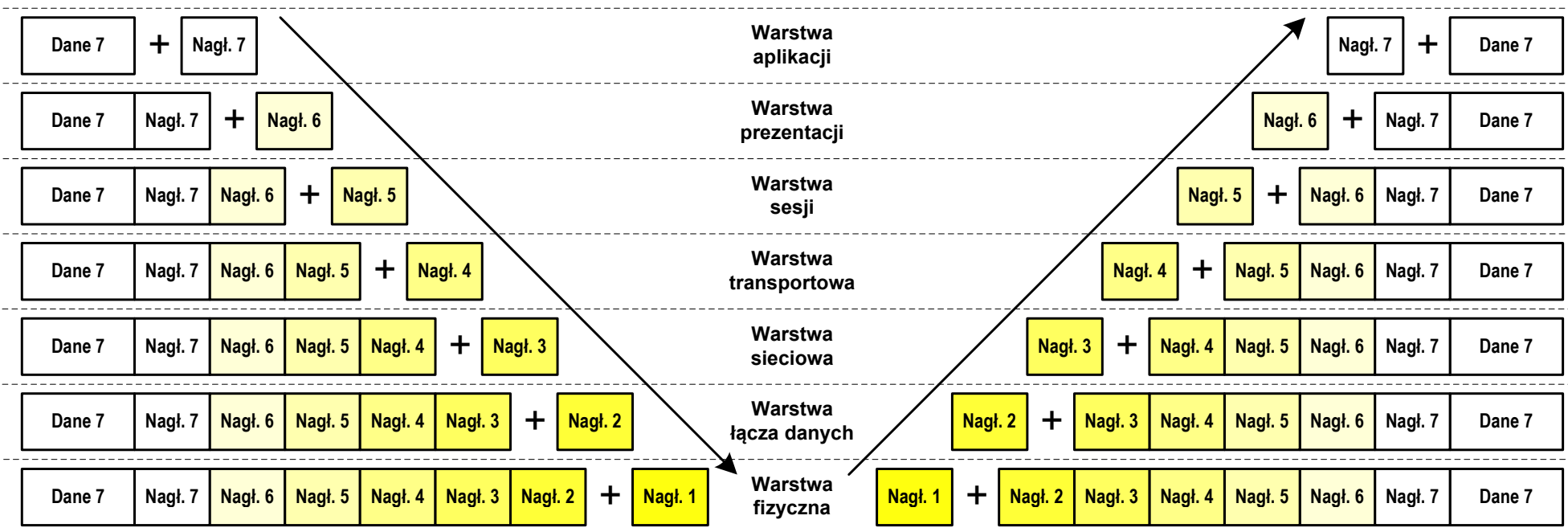


## Model ISO/OSI



- ❑ wierzchołek stosu odpowiada usługom świadczonym bezpośrednio użytkownikowi przez aplikacje sieciowe, zaś dół odpowiada sprzętowi realizującemu transmisję sygnałów
- ❑ dane przekazywane są od wierzchołka stosu nadawcy przez kolejne warstwy, aż do warstwy pierwszej, która przesyła je do odbiorcy

# Model ISO/OSI



- przy przechodzeniu do warstwy niższej, warstwa dokleja do otrzymanych przez siebie danych nagłówek z informacjami dla swojego odpowiednika na odległym komputerze (odbiorcy)
- warstwa na odległym komputerze interpretuje nagłówek i jeśli trzeba przekazać dane wyżej - usuwa nagłówek i przekazuje dane dalej

## Model ISO/OSI a model TCP/IP

- w przypadku protokołu TCP/IP tworzącego Internet stosuje się uproszczony model czterowarstwowy

7	Warstwa aplikacji
6	Warstwa prezentacji
5	Warstwa sesji
4	Warstwa transportowa
3	Warstwa sieciowa
2	Warstwa łącza danych
1	Warstwa fizyczna

**Model ISO/OSI**

Warstwa aplikacji	4
Warstwa transportowa	3
Warstwa Internetu	2
Warstwa dostępu do sieci	1

**Model TCP/IP**

# Model TCP/IP

- z poszczególnymi warstwami związanych jest wiele **protokołów**
- protokół** - zbiór zasad określających format i sposób przesyłania danych

4	Warstwa aplikacji
3	Warstwa transportowa
2	Warstwa Internetu
1	Warstwa dostępu do sieci

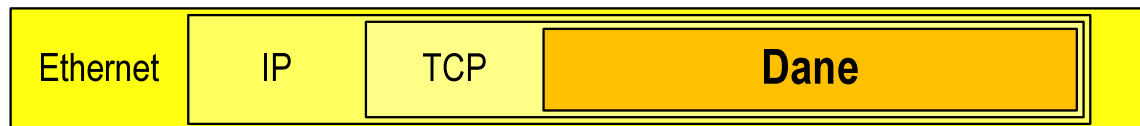
Model TCP/IP

DNS SNMP syslog	Telnet, SSH, FTP, SMTP, HTTP, POP, IMAP	
UDP	TCP	
IP		ICMP
ARP, RARP	PPP SLIP	...
IEEE 802.3		

Wybrane protokoły

UDP	TCP
wiadomość	strumień
pakiet	segment
datagram	
ramka	

Nazwy danych





## Warstwa dostępu do sieci

- standard **IEEE 802.3 (Ethernet)** - 1985 r.
- dane przesyłane w postaci ramek Ethernet, format ramki Ethernet II (DIX):

8B	6B	6B	2B	46 - 1500 B	4B
Preambuła	Adres docelowy	Adres źródłowy	Typ	Dane	FCS

- **Typ** - numer protokołu warstwy wyższej, która odbierze dane po zakończeniu obróbki przez standard Ethernet
- **Dane** - przesyłane dane, jeśli ilość danych jest mniejsza od 46 bajtów, wprowadzane jest uzupełnienie jedynekami (bitowo)
- **FCS (Frame Check Sequence)** - 4 bajty kontrolne (CRC - Cyclic Redundancy Check) wygenerowane przez interfejs nadający i sprawdzane przez odbierający

## Warstwa dostępu do sieci

- standard **IEEE 802.3 (Ethernet)** - 1985 r.
- dane przesyłane w postaci ramek Ethernet, format ramki Ethernet II (DIX):

8B	6B	6B	2B	46 - 1500 B	4B
Preambuła	Adres docelowy	Adres źródłowy	Typ	Dane	FCS

- wysłanie ramki wymaga znajomości adresu MAC odbiorcy
- do określenia adresu MAC na podstawie numeru IP stosowany jest protokół **ARP (Address Resolution Protocol)**
- protokół ARP stosowany jest także do zapobiegania zdublowaniu adresów IP
- aktualną tablicę translacji ARP wyświetla polecenie: **arp -a**

# Warstwa Internetu

- najważniejsza część Internetu to protokół **IP (Internet Protocol)**:
  - definiuje format i znaczenie pól **datagramu** IP
  - określa schemat adresowania stosowany w Internecie
  - zapewnia wybór trasy przesyłania datagramu (routing)
  - zapewnia podział danych na fragmenty i łączenie ich w całość w przypadku sieci nie akceptujących rozmiaru przenoszonych danych
  
- cechy protokołu:
  - **bezpołączeniowy** - nie ustanawia połączenia i nie sprawdza gotowości odbiorcy danych
  - **niepewny** - nie zapewnia korekcji i wykrywania błędów transmisji



## Warstwa Internetu - datagram IP



- **Wersja (Version)** - numer wersji protokołu IP (IPv4, nowsza - IPv6)
- **Identyfikator (Identification), Flagi (Flags), Przesunięcie fragmentacji (Fragment offset)** - pola używane w przypadku podziału datagramu na części (fragmenty)
- **Adres źródła (Source Address)** - adres IP źródła danych
- **Adres przeznaczenia (Destination Address)** - adres IP odbiorcy danych

## Warstwa Internetu - adresy IP

- adres IP komputera zajmuje 4 bajty (32-bitowa liczba całkowita)
- najczęściej zapisywany jest w postaci 4 liczb z zakresu od 0 do 255 każda, oddzielonych kropkami, np.

**213.33.95.114**

**11010100.00100001.01011111.01110010**

- adres składa się z dwóch części:
  - identyfikującej daną sieć w Internecie
  - identyfikującej konkretny komputer w tej sieci
- do roku 1997 wyróżnienie części określającej sieć i komputer w sieci następowało na podstawie tzw. **klas adresów IP**

# Warstwa Internetu - klasy adresów IP

<b>Klasa A</b>	<b>0nnnnnnn . hhhhhhhh . hhhhhhhh . hhhhhhhh</b> sieć (max. 126)                      komputer (max. 16 777 214)	<b>Zakres IP</b> od: 1.0.0.0 do: 126.255.255.255
<b>Klasa B</b>	<b>10nnnnnn . nnnnnnnn . hhhhhhhh . hhhhhhhh</b> sieć (max. 16 382)                      komputer (max. 65 534)	<b>Zakres IP</b> od: 128.1.0.0 do: 191.255.255.255
<b>Klasa C</b>	<b>110nnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . hhhhhhhh</b> sieć (max. 2 097 150)                      komputer (max. 254)	<b>Zakres IP</b> od: 192.0.0.0 do: 223.255.255.255
<b>Klasa D</b>	<b>1110xxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx</b> multicast - adresy transmisji grupowej, np. wideokonferencje	<b>Zakres IP</b> od: 224.0.0.0 do: 239.255.255.255
<b>Klasa E</b>	<b>1111xxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx</b> zarezerwowane na potrzeby badawcze	<b>Zakres IP</b> od: 240.0.0.0 do: 255.255.255.255

## Warstwa Internetu - maska sieci

- klasy adresów IP zostały zastąpione **bezklasowym routowaniem międzydomenowym** CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
- do określenia liczby bitów odpowiadających sieci i liczby bitów odpowiadających hostowi stosowana jest **maska sieci**

IP: 212.33.95.114

11010100.00100001.01011111.01110010

Maska: 255.255.255.192

11111111.11111111.11111111.11000000

Adres sieci: 212.33.95.64

11010100.00100001.01011111.01000000

Broadcast: 212.33.95.127

11010100.00100001.01011111.01111111

Pierwszy host: 212.33.95.65

11010100.00100001.01011111.01000001

Ostatni host: 212.33.95.126

11010100.00100001.01011111.01111110

## Warstwa Internetu - adresy IP

### □ adresy specjalne

0.0.0.0

- adres sieci dla całego Internetu

255.255.255.255

- adres rozgłoszeniowy dla całego Internetu

127.0.0.1

- adres pętli (loop-back address) - stosowany do komunikacji z lokalnym komputerem (localhost)

### □ adresy prywatne (nierutowalne) - nie są przekazywane przez routery

10.0.0.0 – 10.255.255.255

- klasa A

172.16.0.0 – 172.31.255.255

- klasa B

192.168.0.0 – 192.168.255.255

- klasa C

## Warstwa transportowa - porty

- protokoły warstwy transportowej zapewniają dostarczenie danych do **konkretnych aplikacji** (procesów) w odpowiedniej kolejności i formie
- identyfikacja przynależności danej transmisji do procesu odbywa się na podstawie **numeru poru** (liczba 16-bitowa, zakres: **0 ÷ 65535**)
- numery portów przydzielane są przez organizację **IANA** (Internet Assigned Numbers Authority):
  - **0 ÷ 1023** - zakres zarezerwowany dla tzw. **dobrze znanych portów** (well-know port number)
  - **1024 ÷ 49151** - porty zarejestrowane (registered)
  - **49152 ÷ 65535** - porty dynamiczne/prywatne (dynamic/private)
- połączenie numeru IP komputera i portu, na którym odbywa się komunikacja, nazywa się **gniazdem** (socket)

## Warstwa transportowa - porty

- wybrane dobrze znane porty:

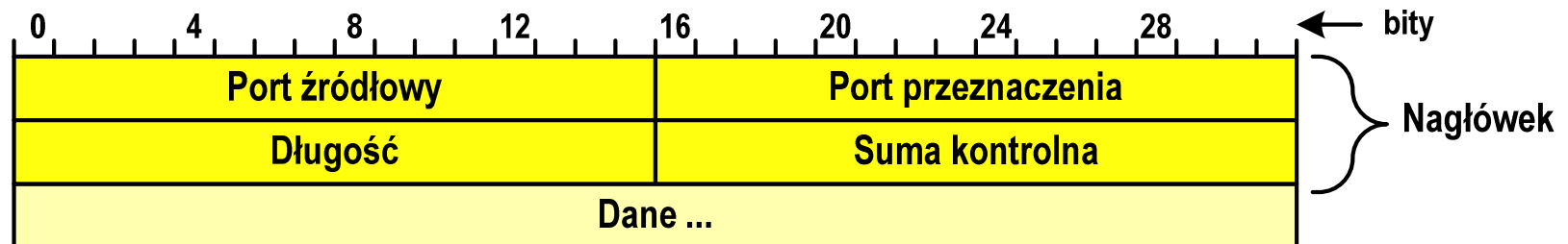
port	protokół
20	FTP (dane)
21	FTP (polecenia)
22	SSH
23	Telnet
25	SMTP (mail)

port	protokół
53	DNS
80	HTTP (www)
110	POP3 (mail)
119	NNTP (news)
143	IMAP (mail)

- w warstwie transportowej funkcjonują dwa podstawowe protokoły:
  - **UDP** (User Datagram Protocol)
  - **TCP** (Transmission Control Protocol)

## Warstwa transportowa - protokół UDP

- UDP wykonuje usługę **bezpołączeniowego** dostarczania datagramów:
  - nie ustanawia połączenia
  - nie sprawdza gotowości odbiorcy do odebrania przesyłanych danych
  - nie sprawdza poprawności dostarczenia danych
- jednostką przesyłanych danych jest **paket**



- **Port źródłowy** (Source port) - numer portu nadawcy
- **Port przeznaczenia** (Destination port) - numer portu odbiorcy
- **Długość** (Length) - całkowita długość pakietu w bajtach (nagłówek + dane)
- **Suma kontrolna** (Checksum) - tworzona na podstawie nagłówka i danych



## Warstwa transportowa - protokoły UDP i TCP

- **UDP** stosowany jest, gdy ilość przesyłanych danych w pakiecie jest niewielka
- pakiet **UDP** zawiera bardzo mało informacji kontrolnych, zatem opłacalne jest jego stosowanie w powiązaniu z aplikacjami samodzielnie dbającymi o kontrolę poprawności transmisji
- **TCP** (Transmission Control Protocol) jest protokołem **niezawodnym** i **połączeniowym**, działa na strumieniach bajtów
- **TCP** sprawdza czy dane zostały dostarczone poprawnie i w określonej kolejności
- jednostką przesyłanych danych stosowaną przez TCP jest **segment**

## Warstwa Internetu - segment TCP



- **Port źródłowy** (Source port) - numer portu nadawcy
- **Port przeznaczenia** (Destination port) - numer portu odbiorcy
- **Numer kolejny** (Sequence number) - identyfikator określający miejsce segmentu przed fragmentacją
- **Numer potwierdzenia** (Acknowledgment number) - identyfikator będący potwierdzeniem otrzymania danych przez odbiorcę

## Warstwa aplikacji

- zawiera szereg procesów (usług, protokołów) wykorzystywanych przez uruchamiane przez użytkownika aplikacje do przesyłania danych
- większość usług działa w architekturze **klient-serwer** (na odległym komputerze musi być uruchomiony serwer danej usługi)

### DNS (Domain Name System)

- świadczy usługi zamieniania (rozwiązywania) nazwy komputera na jego adres IP

**we.pb.edu.pl** → **213.33.95.2**

- wykorzystuje port o numerze 53

# Algorytm - definicje

## Definicja 1

- Skończony, uporządkowany ciąg jasno zdefiniowanych czynności, koniecznych do wykonania pewnego zadania

## Definicja 2

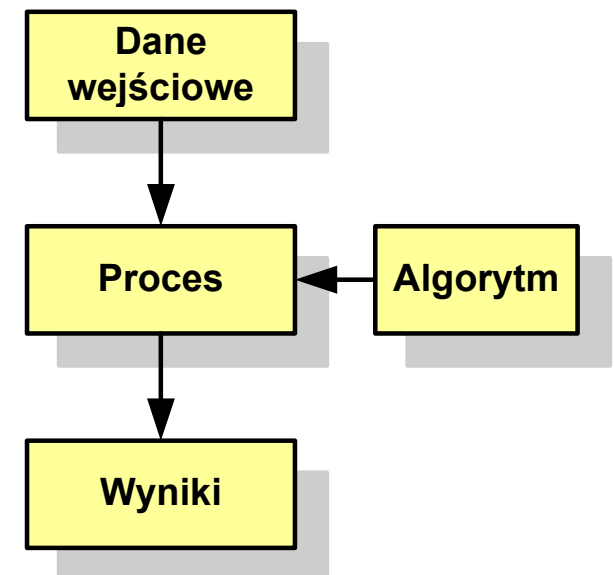
- Opis rozwiązania problemu wyrażony za pomocą operacji zrozumiałych i możliwych do zrealizowania przez wykonawcę

## Definicja 3

- Ściśle określona procedura obliczeniowa, która dla właściwych danych wejściowych zwraca żądane dane wyjściowe zwane wynikiem działania algorytmu

## Definicja 4

- Metoda rozwiązania zadania



# Algorytmy

- Słowo „**algorytm**” pochodzi od nazwiska matematyka perskiego z IX wieku - Muhammada ibn-Musy **al-Chuwarizmiego** (po łacinie pisanego jako **Algorismus**)
- Badaniem algorytmów zajmuje się **algorytmika**
- „Przetłumaczenie” algorytmu na wybrany język programowania:
  - **implementacja** algorytmu
  - **kodowanie** algorytmu
- Sposoby opisu algorytmów
  - opis słowny w języku naturalnym lub lista kroków (opis w punktach)
  - schemat blokowy
  - pseudokod (nieformalna odmiana języka programowania)
  - wybrany język programowania

## Opis słowny algorytmu

- Podanie kolejnych czynności, które należy wykonać, aby otrzymać oczekiwany efekt końcowy
- Przypomina przepis kulinarny z książki kucharskiej lub instrukcję obsługi urządzenia, np.

**Algorytm:** Tortilla („Podróże kulinarne” R. Makłowicza)

**Dane wejściowe:** 0,5 kg ziemniaków, 100 g kiełbasy Chorizo, 8 jajek

**Dane wyjściowe:** gotowa Tortilla

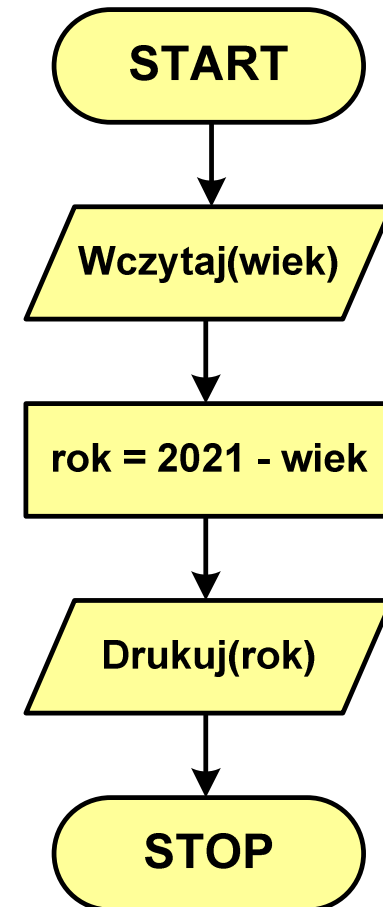
**Opis algorytmu:** Ziemniaki obrać i pokroić w plasterki. Kiełbasę pokroić w plasterki. Ziemniaki wrzucić na gorącą oliwę na patelni i przyrumienić z obu stron. Kiełbasę wrzucić na gorącą oliwę na patelni i przyrumienić z obu stron. Ubić jajka i dodać do połączonych ziemniaków i kiełbasy. Dodać sól i pieprz. Usmażyć z obu stron wielki omlet nadziewany chipsami ziemniaczanymi z kiełbaską.

## Lista kroków

- Uporządkowany opis wszystkich czynności, jakie należy wykonać podczas realizacji algorytmu
- **Krok** jest to pojedyncza czynność realizowana w algorytmie
- Kroki w algorytmie są numerowane, operacje wykonywane są zgodnie z rosnącą numeracją kroków
- Jedynym odstępstwem od powyższej reguły są operacje skoku (warunkowe lub bezwarunkowe), w których jawnie określa się numer kolejnego kroku
- Przykład (instrukcja otwierania wózka-specerówki):
  - Krok 1:** Zwolnij element blokujący wózek
  - Krok 2:** Rozkładaj wózek w kierunku kółek
  - Krok 3:** Naciskając nogą dolny element blokujący aż do zatrzaśnięcia, rozłóż wózek do pozycji przewozowej

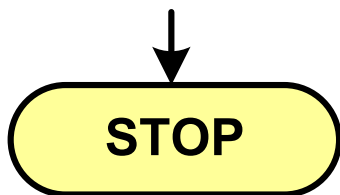
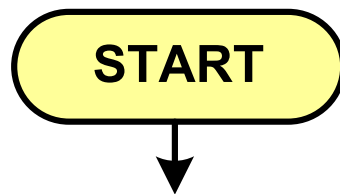
## Schemat blokowy

- Zawiera plan algorytmu przedstawiony w postaci graficznej
- Na schemacie umieszczane są **bloki** oraz **linie przepływu** (strzałki)
- Blok zawiera informację o wykonywanej operacji
- Linie przepływu (strzałki) określają kolejność wykonywania bloków algorytmu
- Przykład: wyznaczanie roku urodzenia na podstawie wieku (**algorytm liniowy**)



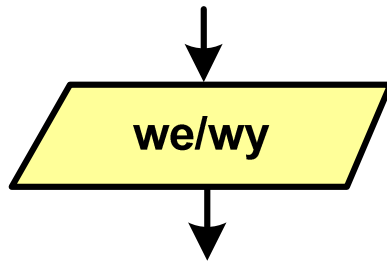


## Schemat blokowy - symbole graficzne

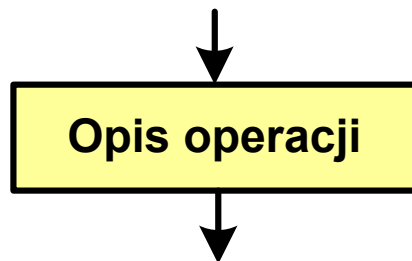


- **blok startowy**, początek algorytmu
- wskazuje miejsce rozpoczęcia algorytmu
- ma jedno wyjście
- może występować tylko jeden raz
  
- **blok końcowy**, koniec algorytmu
- wskazuje miejsce zakończenia algorytmu
- ma jedno wejście
- musi występować przynajmniej jeden raz

## Schemat blokowy - symbole graficzne

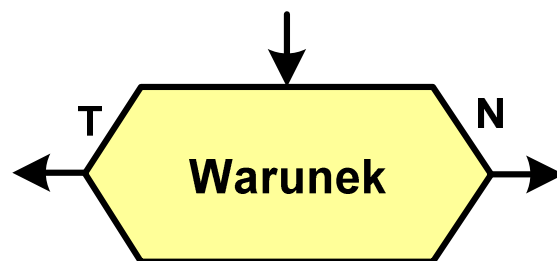
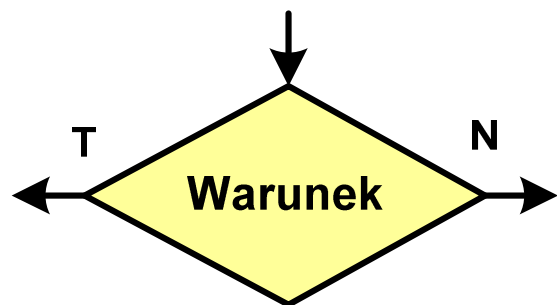


- **blok wejścia-wyjścia**
- poprzez ten blok wprowadzane są (czytane) dane wejściowe i wyprowadzane (zapisywane) wyniki
- ma jedno wejście i jedno wyjście

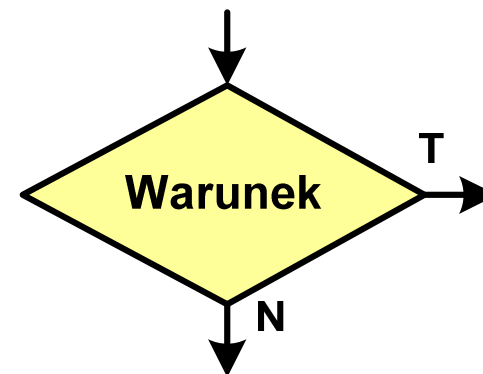
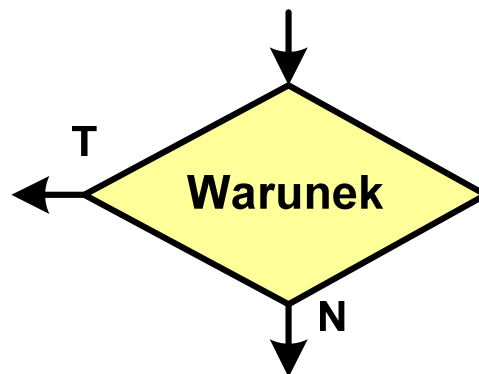


- **blok wykonawczy**, blok funkcyjny, opis procesu
- zawiera jedno lub kilka poleceń (elementarnych instrukcji) wykonywanych w podanej kolejności
- instrukcją może być np. operacja arytmetyczna, podstawienie
- ma jedno wejście i jedno wyjście

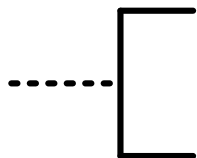
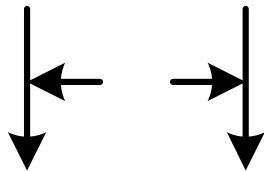
## Schemat blokowy - symbole graficzne



- **blok warunkowy** (decyzyjny, porównujący)
- wewnątrz bloku umieszcza się warunek logiczny
- na podstawie warunku określana jest tylko jedna droga wyjściowa
- połączenia wychodzące z bloku:
  - **T** lub **TAK** - gdy warunek jest prawdziwy
  - **N** lub **NIE** - gdy warunek nie jest prawdziwy
- wyjścia mogą być skierowane na boki lub w dół



## Schemat blokowy - symbole graficzne



- linia przepływu, połączenie, linia
- występuje w postaci linii zakończonej strzałką
- określa kierunek przemieszczania się po schemacie
- łączy inne bloki występujące na schemacie
- linie pochodzące z różnych części algorytmu mogą zbiegać się w jednym miejscu
- komentarz
- dodanie do schematu dodatkowego opisu

# Pseudokod i język programowania

## Pseudokod:

- Pseudokod (pseudojęzyk) - uproszczona wersja języka programowania
- Często zawiera zwroty pochodzące z języków programowania
- Zapis w pseudokodzie może być łatwo przetłumaczony na wybrany język programowania

## Opis w języku programowania:

- Zapis programu w konkretnym języku programowania
- Stosowane języki: Pascal, C, C++, Matlab, Python  
(kiedyś - Fortran, Basic)

# Największy wspólny dzielnik - algorytm Euklidesa

- NWD - największa liczba naturalna dzieląca (bez reszty) dwie (lub więcej) liczby całkowite

$$\text{NWD}(1675, 3752) = ?$$

## Algorytm Euklidesa - przykład

a	b	Dzielenie większej liczby przez mniejszą	Zamiana
1675	3752	$b/a = 3752/1675 = 2$ reszta 402	$b = 402$
1675	402	$a/b = 1675/402 = 4$ reszta 67	$a = 67$
67	402	$b/a = 402/67 = 6$ reszta 0	$b = 0$
67	0	KONIEC	

$$\text{NWD}(1675, 3752) = 67$$

# Algorytm Euklidesa - lista kroków

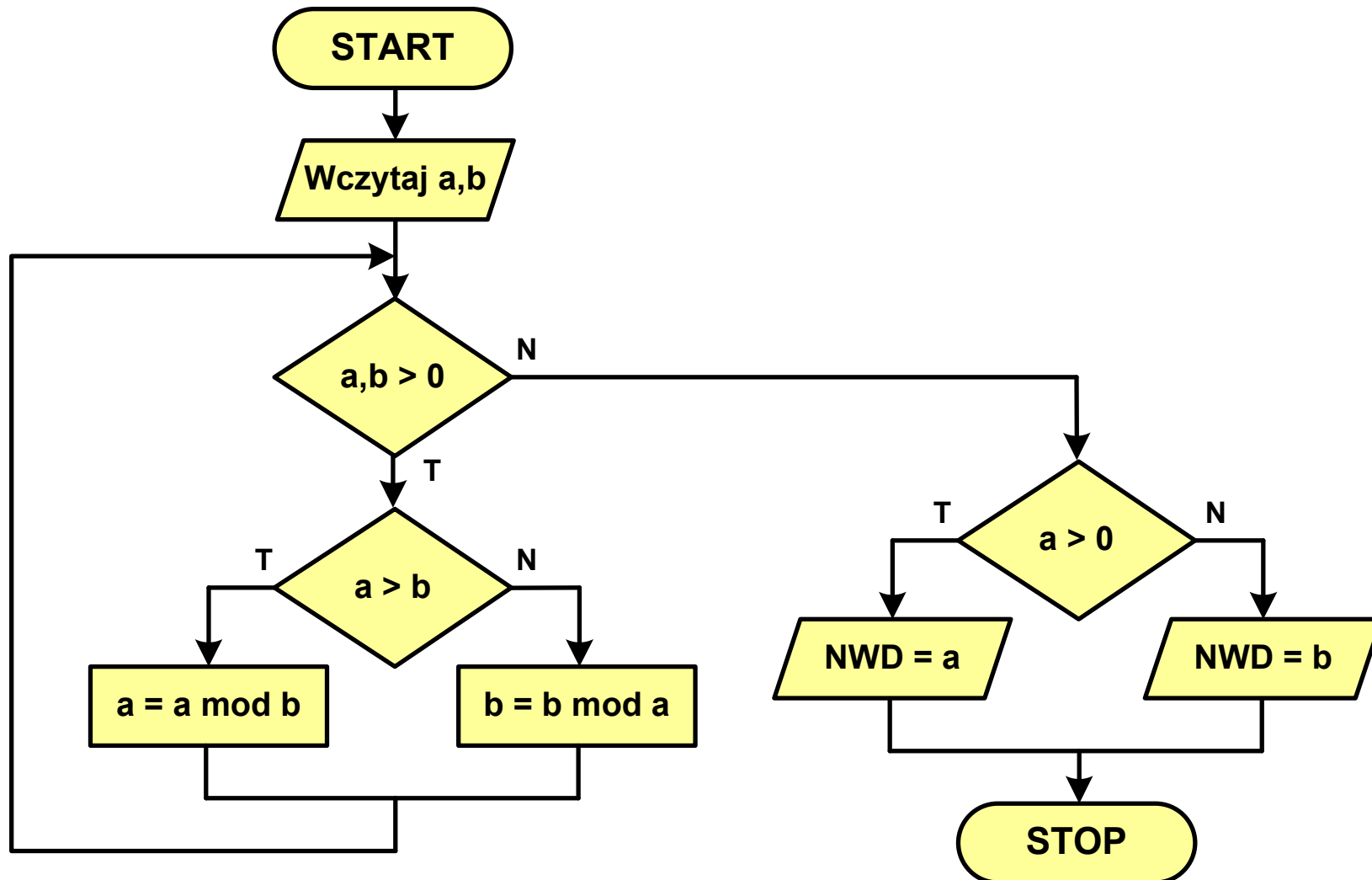
Dane wejściowe: niezerowe liczby naturalne  $a$  i  $b$

Dane wyjściowe:  $\text{NWD}(a,b)$

Kolejne kroki:

1. Czytaj liczby  $a$  i  $b$
2. Dopóki  $a$  i  $b$  są większe od zera, powtarzaj **krok 3**,  
a w przeciwnym przypadku przejdź do **kroku 4**
3. Jeśli  $a$  jest większe od  $b$ , to weź za  $a$  resztę z dzielenia  $a$  przez  $b$ ,  
w przeciwnym przypadku weź za  $b$  resztę z dzielenia  $b$  przez  $a$
4. Przyjmij jako największy wspólny dzielnik tę z liczb  $a$  i  $b$ ,  
która pozostała większa od zera
5. Drukuj  $\text{NWD}(a,b)$

# Algorytm Euklidesa - schemat blokowy





# Algorytm Euklidesa - pseudokod

```
NWD(a,b)
while a>0 i b>0
do if a>b
    then a ← a mod b
    else b ← b mod a
if a>0
    then return a
    else return b
```

## Algorytm Euklidesa - język programowania (C)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int a = 1675, b = 3752, NWD;

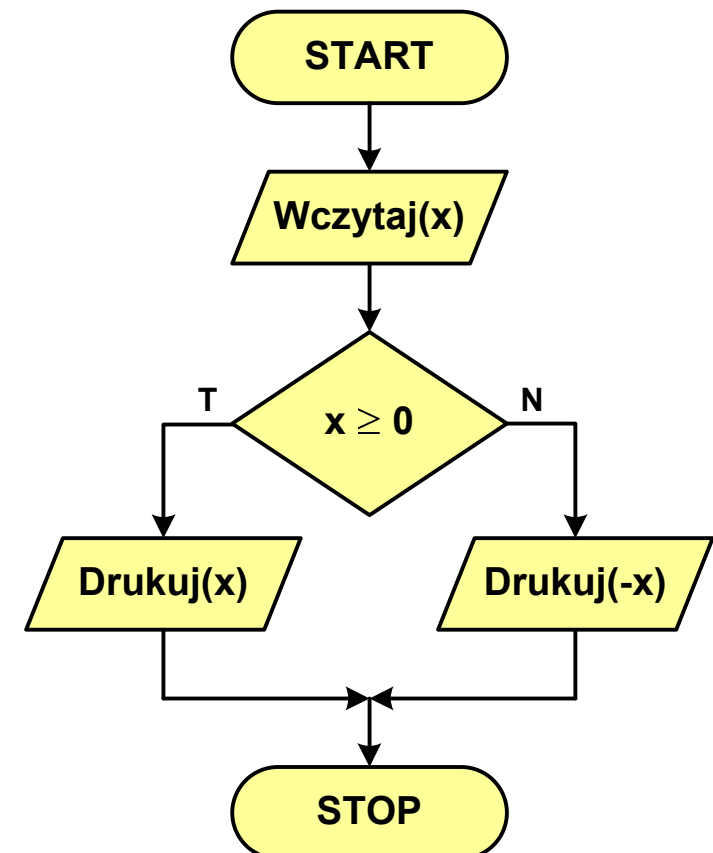
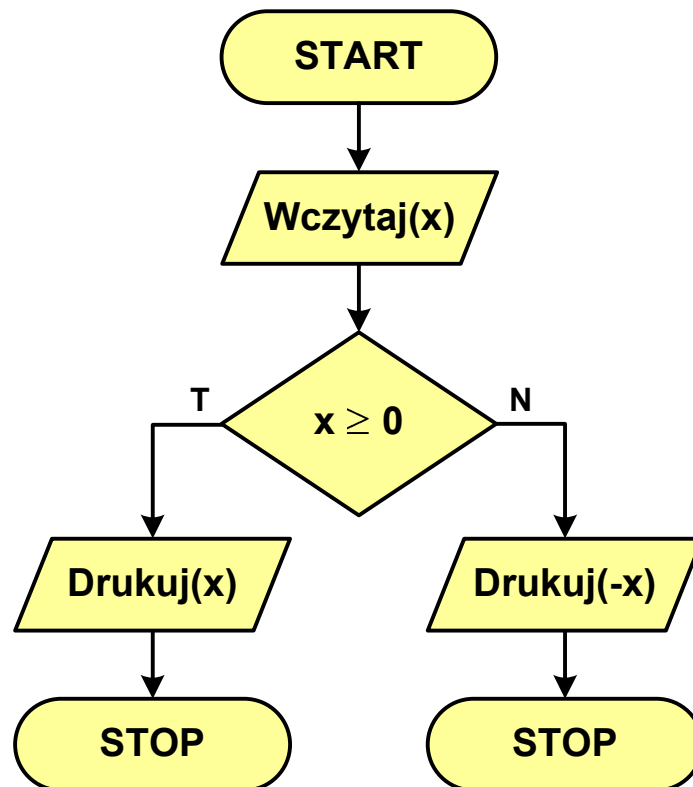
    while (a>0 && b>0)
        if (a>b)
            a = a % b;
        else
            b = b % a;

    if (a>0)
        NWD = a;
    else
        NWD = b;

    printf("NWD = %d\n", NWD);
}
```

# Wartość bezwzględna liczby - schemat blokowy

$$|x| = \begin{cases} x & \text{dla } x \geq 0 \\ -x & \text{dla } x < 0 \end{cases}$$



# Równanie kwadratowe - schemat blokowy

$$ax^2 + bx + c = 0$$

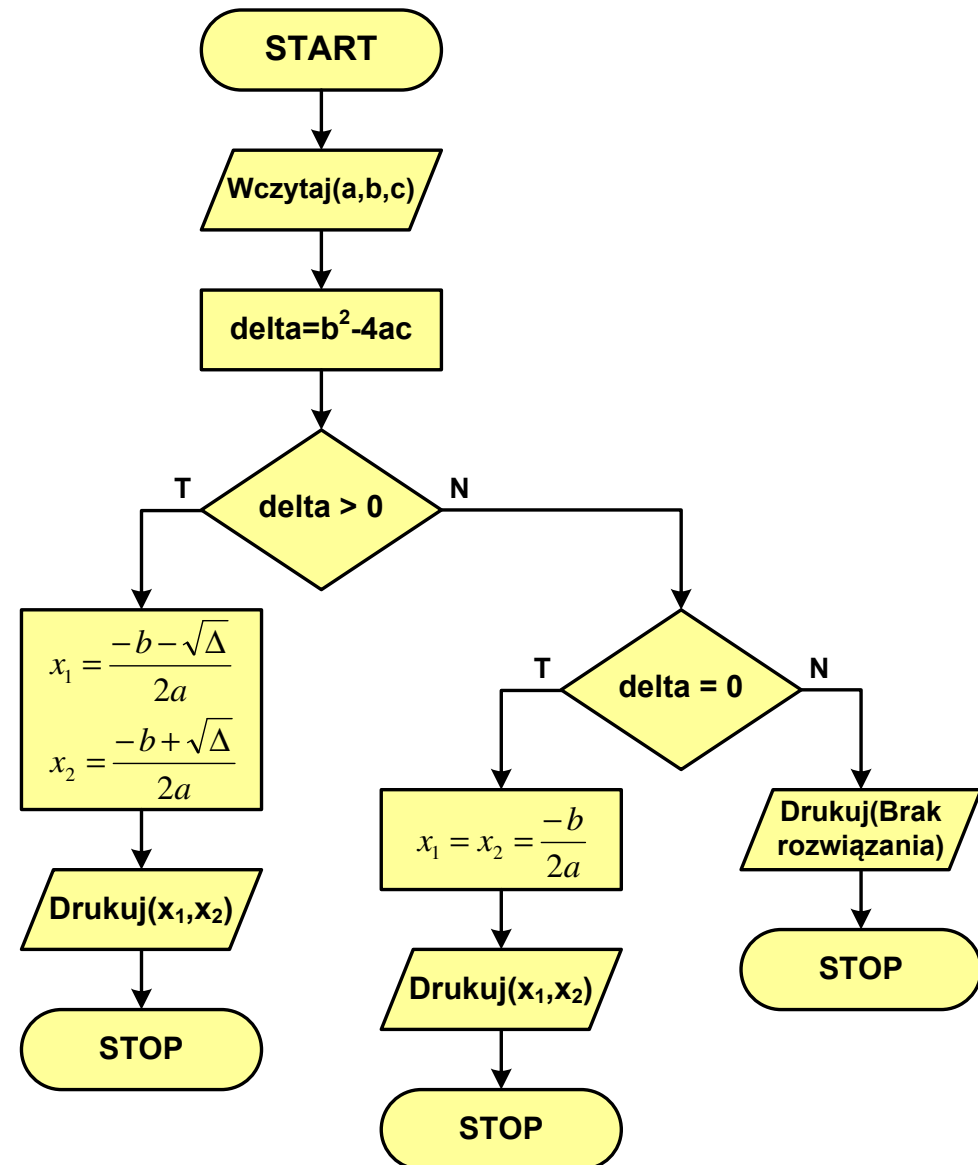
$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$\Delta > 0$ :

$$x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$\Delta = 0$ :

$$x_1 = x_2 = \frac{-b}{2a}$$



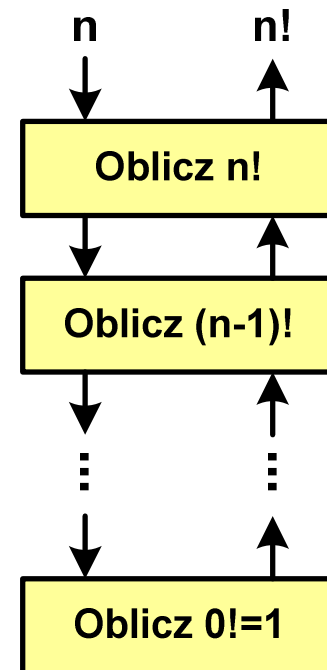
# Rekurencja

- **Rekurencja** lub **rekursja** - jest to odwoływanie się funkcji lub definicji do samej siebie
- Rozwiązanie danego problemu wyraża się za pomocą rozwiązań tego samego problemu, ale dla danych o mniejszych rozmiarach
- W matematyce mechanizm rekurencji stosowany jest do definiowania lub opisywania algorytmów

- Silnia:

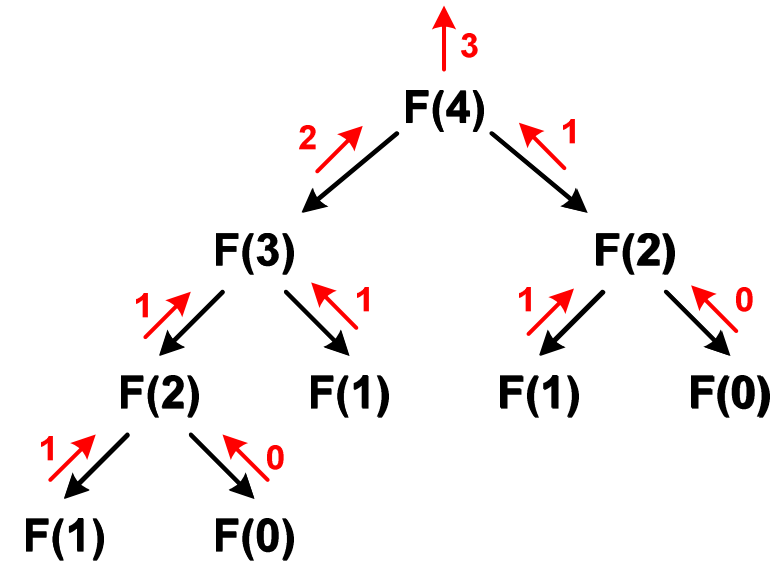
$$n! = \begin{cases} 1 & \text{dla } n = 0 \\ n(n-1)! & \text{dla } n \geq 1 \end{cases}$$

```
int silnia(int n)
{
    return n==0 ? 1 : n*silnia(n-1);
}
```



# Rekurencja - ciąg Fibonacciego

$$F_n = \begin{cases} 0 & \text{dla } n = 0 \\ 1 & \text{dla } n = 1 \\ F_{n-1} + F_{n-2} & \text{dla } n > 1 \end{cases}$$



```
int F(int n)
{
    if (n==0) return 0;
    else
        if (n==1) return 1;
        else
            return F(n-1) + F(n-2);
}
```

# Złożoność obliczeniowa

- W celu rozwiązania danego problemu obliczeniowego szukamy algorytmu najbardziej **efektywnego** czyli:
  - najszybszego (najkrótszy czas otrzymania wyniku)
  - o możliwie małym zapotrzebowaniu na pamięć
- **Problem:** Jak ocenić, który z dwóch różnych algorytmów rozwiązujących to samo zadanie jest efektywniejszy?
- Do oceny efektywności służy **złożoność obliczeniowa algorytmu** (**koszt algorytmu**) czyli ilość zasobów potrzebnych do jego działania (czas, pamięć)
- Miarą złożoności **czasowej** jest liczba podstawowych (dominujących) operacji (porównanie, podstawienie, operacja arytmetyczna) - pozostałe operacje są pomijane
- Miarą złożoności **pamięciowej** jest liczba wykorzystanych komórek pamięci (bajty lub liczba zmiennych określonego typu)

# Złożoność obliczeniowa

- Złożoność obliczeniowa algorytmu jest **funkcją** opisującą zależność między **liczbą danych** a **liczbą operacji** wykonywanych przez ten algorytm
- W praktyce stosuje się oszacowanie powyższej funkcji - są to tzw. notacje (klasy złożoności):
  - $O$  (duże O) - najbardziej popularna
  - $\Omega$  (omega)
  - $\Theta$  (theta)



## Notacja $O$ („duże $O$ ”)

- Wyraża złożoność matematyczną algorytmu
- Do wyznaczenia złożoności bierze się pod uwagę liczbę dominujących operacji wykonywanych w algorytmie
- Przykład zapisu:  $O(n^2)$ 
  - po literze  $O$  występuje wyrażenie w nawiasach zawierające literę  $n$ , która oznacza liczbę elementów, na których działa algorytm
- W funkcji opisującej złożoność bierze się pod uwagę tylko najistotniejszy składnik, np.

$$f(n) = n^2 + 2n \rightarrow O(n^2) \quad f(n) = n^2 + n - 5 \rightarrow O(n^2)$$

- W powyższych przykładach dla dużego  $n$  wpływ składnika liniowego i stałego na wartość funkcji jest nieistotny w porównaniu ze składnikiem głównym  $n^2$

## Notacja O („duże O”)

- Porównanie najczęściej występujących złożoności:

Elementy (n)	$O(\log n)$	$O(n)$	$O(n \log n)$	$O(n^2)$	$O(n^3)$	$O(2^n)$
10	3	10	33	100	1 000	1024
100	7	100	664	10 000	1 000 000	$1,27 \cdot 10^{30}$
1 000	10	1 000	9 966	1 000 000	$10^9$	$1,07 \cdot 10^{301}$
10 000	13	10 000	132 877	$10^8$	$10^{12}$	$1,99 \cdot 10^{3010}$

- $O(\log n)$  - logarytmiczna (np. przeszukiwanie binarne)
- $O(n)$  - liniowa (np. porównywanie łańcuchów znaków)
- $O(n \log n)$  - liniowo-logarytmiczna (np. sortowanie szybkie)
- $O(n^2)$  - kwadratowa (np. proste algorytmy sortowania)
- $O(n^3)$  - sześcienna (np. mnożenie macierzy)
- $O(2^n)$  - wykładnicza (np. problem komiwojażera)

Koniec wykładu nr 9

Dziękuję za uwagę!