



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Wydział Elektryczny
Katedra Elektrotechniki, Energoelektroniki i Elektroenergetyki

Materiały do wykładu z przedmiotu:

Informatyka

Kod: EDS1B1007

WYKŁAD NR 7

(pozostałe slajdy)

Opracował: dr inż. Jarosław Forenc

Białystok 2021

Materiały zostały opracowane w ramach projektu „PB2020 - Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Białostockiej” realizowanego w ramach Działania 3.5 Programu Operacyjnego Wiedza, Edukacja, Rozwój 2014-2020 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Plan wykładu nr 7

- Struktura i funkcjonowanie komputera
 - pamięć komputerowa, pamięć podręczna
- Systemy operacyjne
 - definicje systemu operacyjnego
 - zarządzanie procesami, dyskowymi operacjami we-wy, pamięcią operacyjną

Półprzewodnikowa pamięć główna

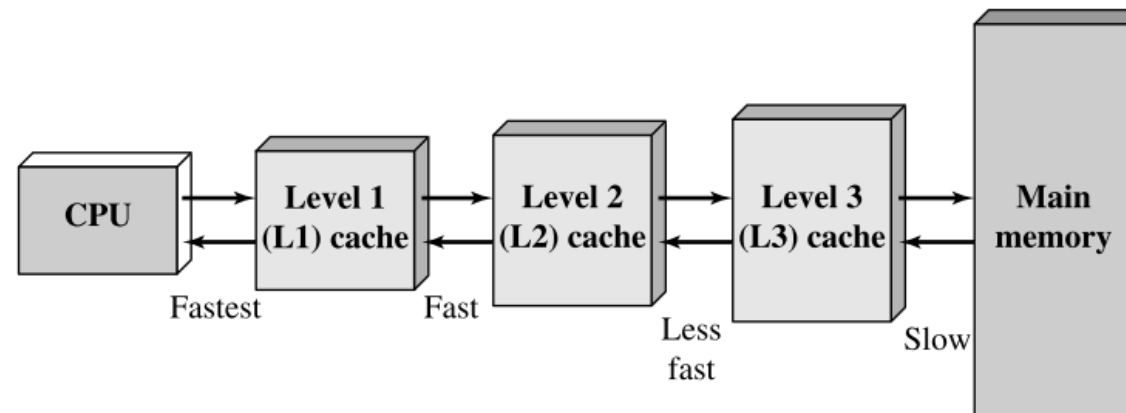
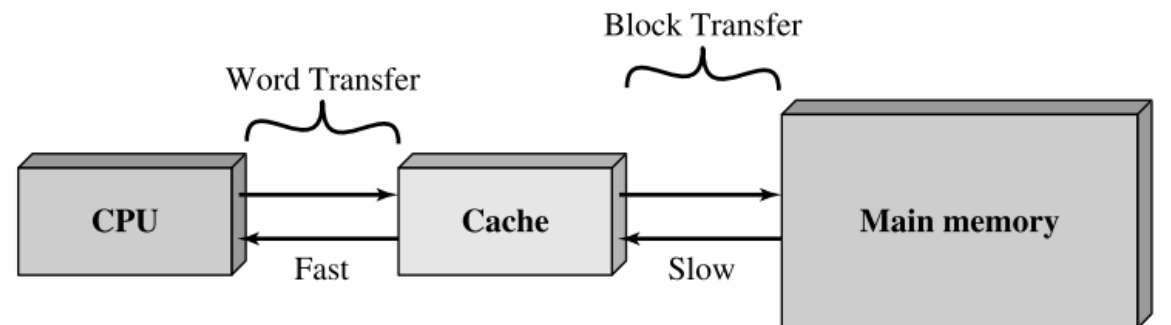
- **RAM** (Random Access Memory) - pamięć o dostępie swobodnym
 - odczyt i zapis następuje za pomocą sygnałów elektrycznych
 - pamięć ulotna - po odłączeniu zasilania dane są tracone
 - **DRAM** - pamięć dynamiczna:
 - przechowuje dane podobnie jak kondensator ładunek elektryczny
 - wymaga operacji odświeżania
 - jest mniejsza, gęściej upakowana i tańsza niż pamięć statyczna
 - stosowana jest do budowy głównej pamięci operacyjnej komputera
 - **SRAM** - pamięć statyczna:
 - przechowuje dane za pomocą przerzutnikowych konfiguracji bramek logicznych
 - nie wymaga operacji odświeżania
 - jest szybsza i droższa od pamięci dynamicznej
 - stosowana jest do budowy pamięci podręcznej

Półprzewodnikowa pamięć główna

- **ROM** (ang. Read-Only Memory) - pamięć stała
 - pamięć o dostępie swobodnym przeznaczona tylko do odczytu
 - dane są zapisywane podczas procesu wytwarzania, pamięć nieulotna
- **PROM** (ang. Programmable ROM) - programowalna pamięć ROM
 - pamięć nieulotna, może być zapisywana tylko jeden raz
 - zapis jest realizowany elektrycznie po wyprodukowaniu
- **EPROM** - pamięć wielokrotnie programowalna, kasowanie następuje przez naświetlanie promieniami UV
- **EEPROM** - pamięć kasowana i programowana na drodze elektrycznej
- **Flash** - rozwinięcie koncepcji pamięci EEPROM, możliwe kasowanie i programowanie bez wymontowywania pamięci z urządzenia

Pamięć podręczna (cache)

- Dodatkowa, szybka pamięć (SRAM) umieszczana pomiędzy procesorem a pamięcią główną
- Zastosowanie pamięci podręcznej ma na celu przyspieszenie dostępu procesora do pamięci głównej



System operacyjny - definicja

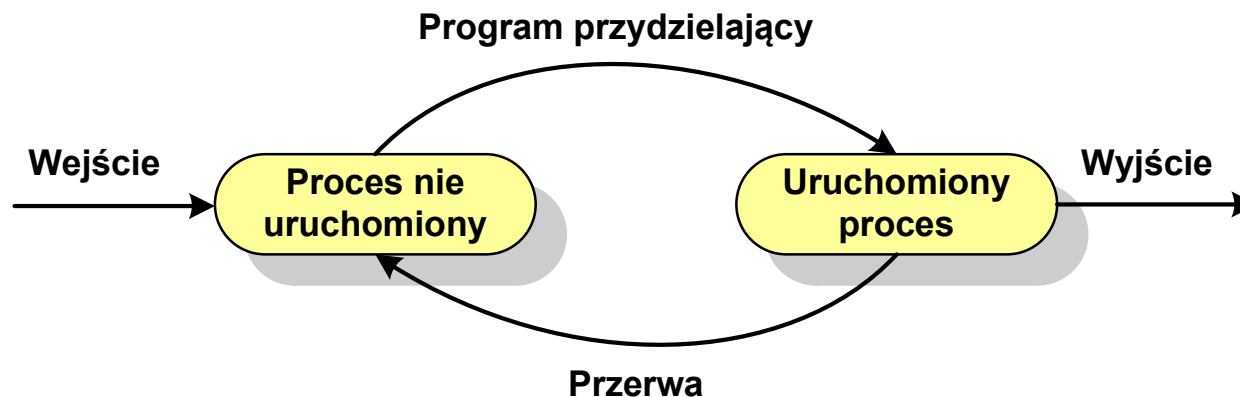
- **System operacyjny** - jest to program sterujący wykonywaniem aplikacji i działający jako interfejs pomiędzy aplikacjami (użytkownikiem) a sprzętem komputerowym
- System operacyjny - **administrator zasobów** - zarządza i przydziela zasoby systemu komputerowego oraz steruje wykonaniem programu
- **zasób systemu** - każdy element systemu, który może być przydzielony innej części systemu lub oprogramowaniu aplikacyjnemu
- do zasobów systemu zalicza się:
 - czas procesora
 - pamięć operacyjną
 - urządzenia zewnętrzne

Zarządzanie procesami

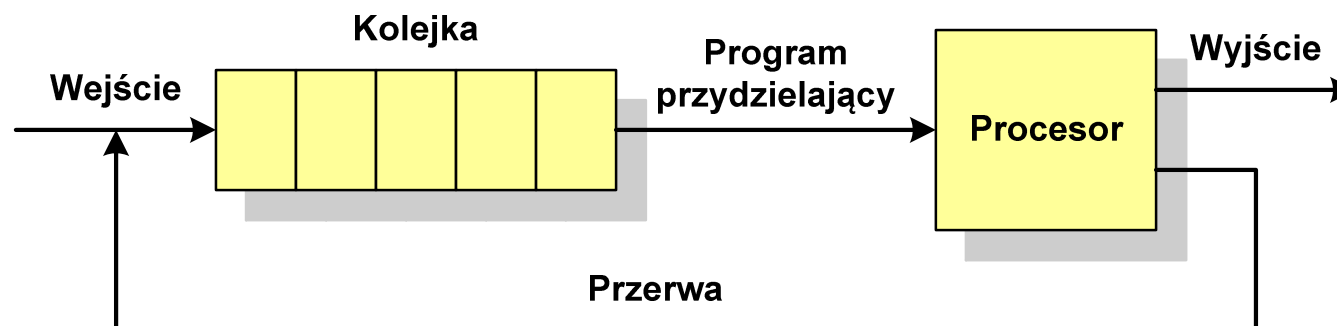
- Głównym zadaniem systemu operacyjnego jest **zarządzanie procesami**
- Definicja procesu:
 - **proces** - program w trakcie wykonania
 - **proces** - ciąg wykonań instrukcji wyznaczanych kolejnymi wartościami licznika rozkazów wynikających z wykonywanej procedury (programu)
 - **proces** - jednostka, którą można przypisać procesorowi i wykonać
- Proces składa się z kilku elementów:
 - **kod programu**
 - **dane potrzebne programowi** (zmienne, przestrzeń robocza, bufory)
 - **kontekst wykonywanego programu** (stan procesu) - dane wewnętrzne, dzięki którym system operacyjny może nadzorować proces i nim sterować

Dwustanowy model procesu

- najprostszy model polega na tym, że w dowolnej chwili proces jest wykonywany przez procesor (**uruchomiony**) lub nie (**nie uruchomiony**)

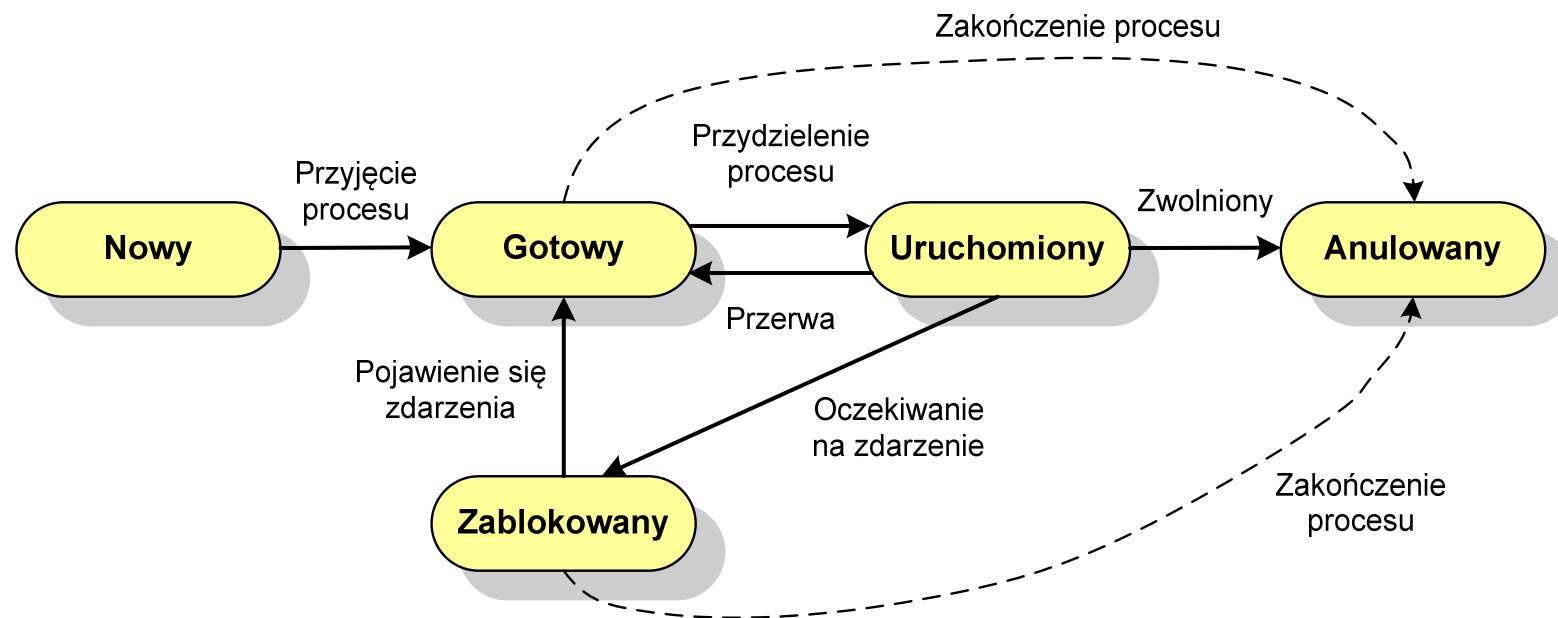


- procesy, które nie są uruchomione czekają w kolejce na wykonanie



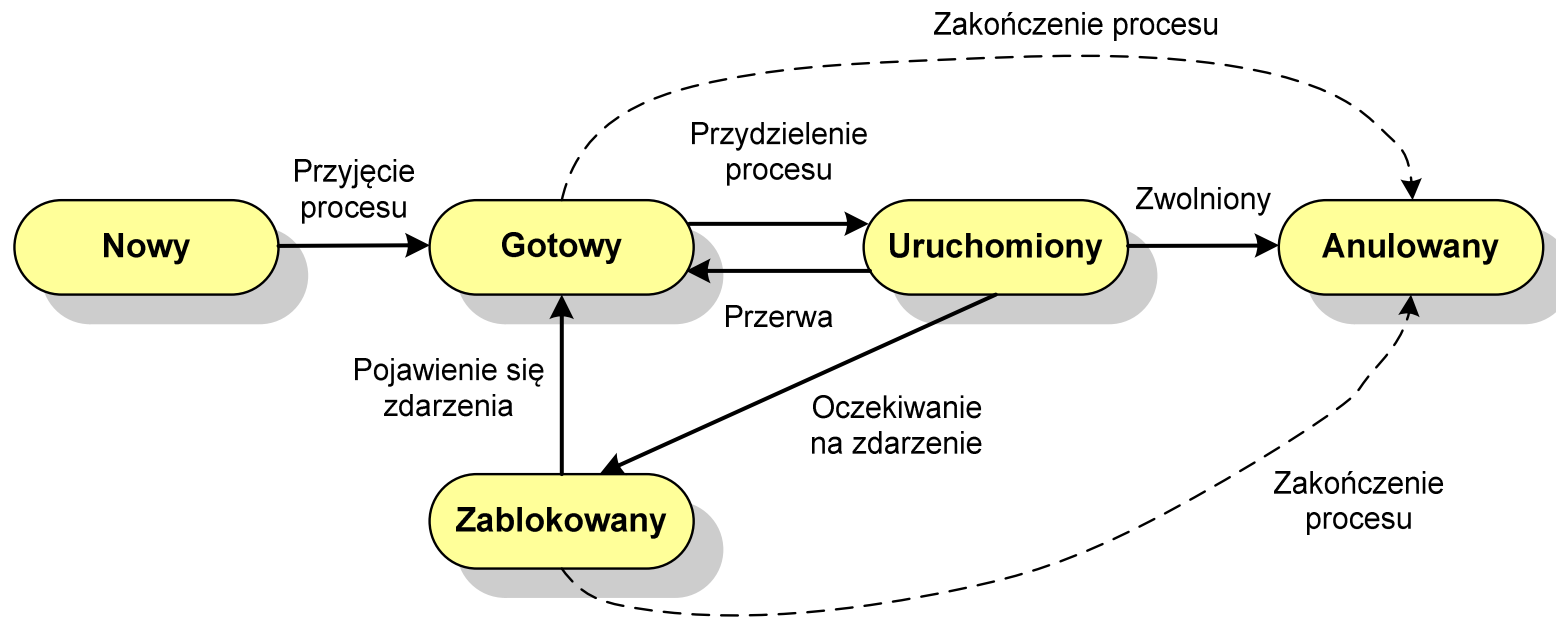
Pięciostanowy model procesu

- ❑ wadą dwustanowego modelu procesu jest sytuacja, gdy kolejny proces pobierany do wykonania z kolejki jest zablokowany, gdyż oczekuje na zakończenie operacji we-wy
- ❑ rozwiązaniem powyższego problemu jest podział procesów nieuruchomionych na **gotowe do wykonania** i **zablokowane**



- ❑ pięciostanowy model procesu wymaga zastosowania dwóch kolejek

Pięciostanowy model procesu



- **uruchomiony** - proces aktualnie wykonywany
- **gotowy** - proces gotowy do wykonania przy najbliższej możliwej okazji
- **zablokowany** - proces oczekujący na zakończenie operacji we-wy
- **nowy** - proces, który właśnie został utworzony (ma utworzony blok kontrolny procesu, nie został jeszcze załadowany do pamięci), ale nie został jeszcze przyjęty do grupy procesów oczekujących na wykonanie
- **anulowany** - proces, który został wstrzymany lub anulowany z jakiegoś powodu

Zarządzanie dyskowymi operacjami we-wy

- Struktura dysku twardego
 - MBR (BIOS)
 - GPT (UEFI)

- Systemy plików
 - FAT (FAT12, FAT16, FAT32, exFAT)
 - NTFS
 - ext2

Struktura dysku twardego - MBR

- **MBR (Master Boot Record)** - główny rekord ładujący (1983, PC DOS 2.0)
- struktura danych opisująca podział dysku na partycje
- pierwszy sektor logiczny dysku (CHS → 0,0,1), zajmuje 512 bajtów

446 bajtów	$4 \times 16 = 64$ bajty				2 bajty
Główny kod startowy	Tablica partycji				Sygnatura rozruchu
	Partycja 1	Partycja 2	Partycja 3	Partycja 4	

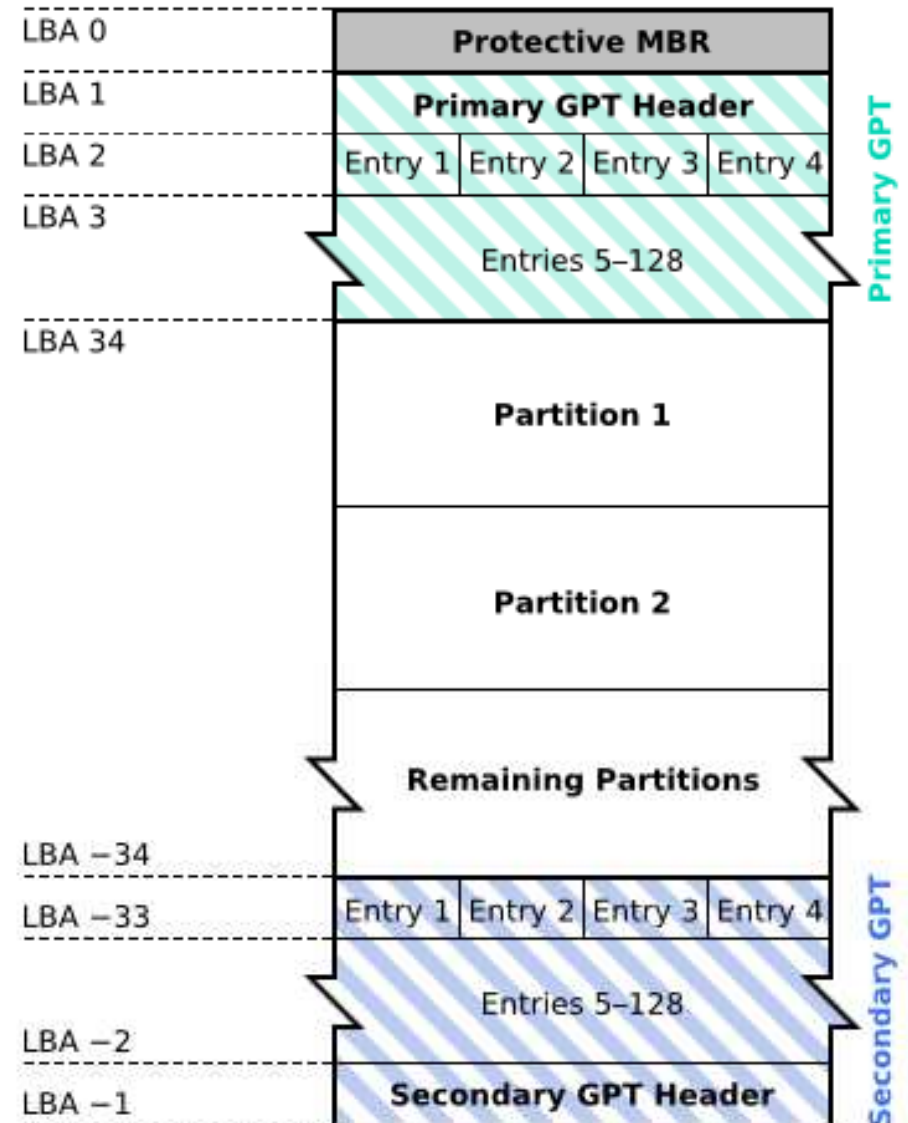
- **główny kod startowy (Master Boot Code, bootloader)** - program odszukujący i ładujący do pamięci zawartość pierwszego sektora aktywnej partycji
- **tablica partycji** - cztery 16-bajtowe rekordy opisujące partycje na dysku
- **sygnatura rozruchu (boot signature)** - znacznik końca MBR (**0x55AA**)
- maksymalny rozmiar partycji to **2 TB** ($2^{32} \times 512$ bajtów)

Struktura dysku twardego - GPT

- **GPT (GUID Partition Table)** - standard zapisu informacji o partycjach na dysku twardym
- **GUID (Globally Unique Identifier)** - 128-bitowa liczba stosowana do identyfikowania informacji w systemach komputerowych
- GPT to część standardu **UEFI (Unified Extensible Firmware Interface)**, który zastąpił BIOS w komputerach PC (interfejs graficzny, obsługa myszki)
- opracowanie: IBM/Microsoft, 2010 rok
- maksymalny rozmiar dysku to **9,4 ZB** (2^{64} sektorów \times 512 bajtów)
- możliwość utworzenia do 128 partycji podstawowych

Struktura dysku twardego - GPT (struktura)

- **Protective MBR** - pozostawiony dla bezpieczeństwa
- **GPT Header** (512 bajtów):
 - liczba pozycji w tablicy partycji
 - rozmiar pozycji w tablicy partycji
 - położenie zapasowej kopii GPT
 - unikatowy identyfikator dysku
 - sumy kontrolne
- **Entry x** (128 bajtów):
 - typ partycji
 - unikatowy identyfikator
 - początkowy i końcowy numer LBA
 - atrybuty
 - nazwa



System plików FAT (File Allocation Table)

- opracowany na przełomie lat 70. i 80. dla systemu MS-DOS
- występuje w czterech wersjach: FAT12, FAT16, FAT32 i exFAT (FAT64)
- numer występujący po słowie FAT oznacza liczbę bitów przeznaczonych do kodowania (numeracji) **jednostek alokacji pliku** (JAP), tzw. **klastrów** (ang. cluster) w tablicy alokacji plików
 - 12 bitów w systemie FAT12
 - 16 bitów w systemie FAT16
 - 32 bity w systemie FAT32
 - 64 bity w systemie exFAT (FAT64)
- ogólna struktura dysku logicznego / dyskietki w systemie FAT:

Rekord ładujący + sektory zarezerwowane	Tablica rozmieszczenia plików - FAT	Kopia FAT	Katalog główny (FAT12 i FAT16)	Miejsce na pliki i podkatalogi
--	--	------------------	---	---

FAT12

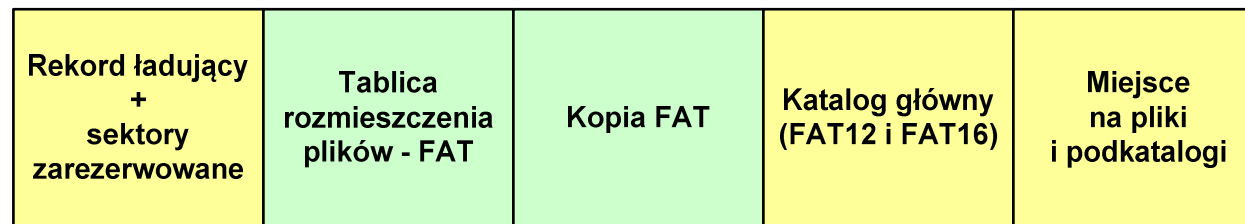
- system plików FAT12 przeznaczony jest dla nośników o małej pojemności
- **rekord ładujący** zajmuje pierwszy sektor dyskietki lub dysku logicznego



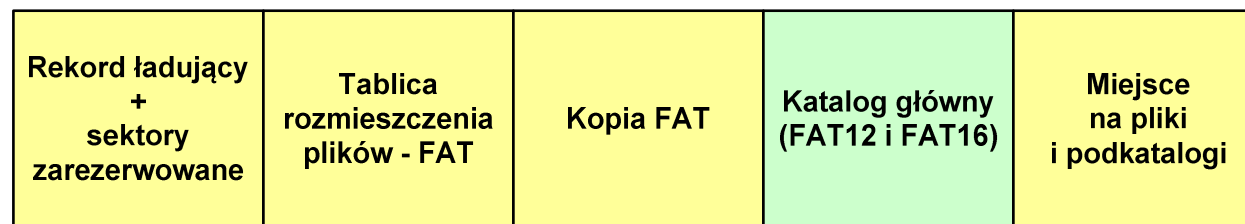
- rekord ładujący zawiera następujące dane:
 - instrukcja skoku do początku programu ładującego (3 bajty)
 - nazwa wersji systemu operacyjnego (8 bajtów)
 - struktura BPB (ang. BIOS Parametr Block) - blok parametrów BIOS (25 bajtów)
 - rozszerzony BPB (ang. Extended BPB, 26 bajtów)
 - wykonywalny kod startowy uruchamiający system operacyjny (448 bajtów)
 - znacznik końca sektora - 55AAH (2 bajty)

FAT12

- **tablica rozmieszczenia plików FAT** tworzy swego rodzaju „mapę” plików zapisanych na dysku
- za tablicą FAT znajduje się jej kopia, która nie jest wykorzystywana



- za kopią tablicy FAT znajduje się **katalog główny** zajmujący określoną dla danego typu dysku liczbę sektorów

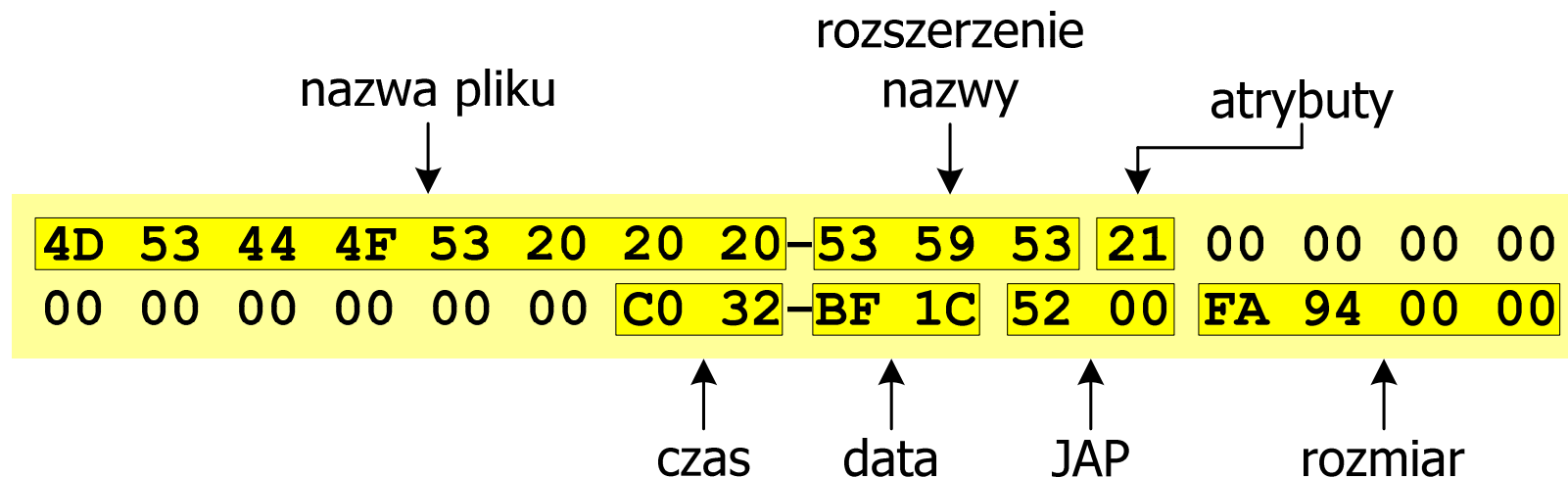


- katalog główny zawiera 32-bajtowe pola mogące opisywać pliki, podkatalogi lub etykietę dysku

FAT12

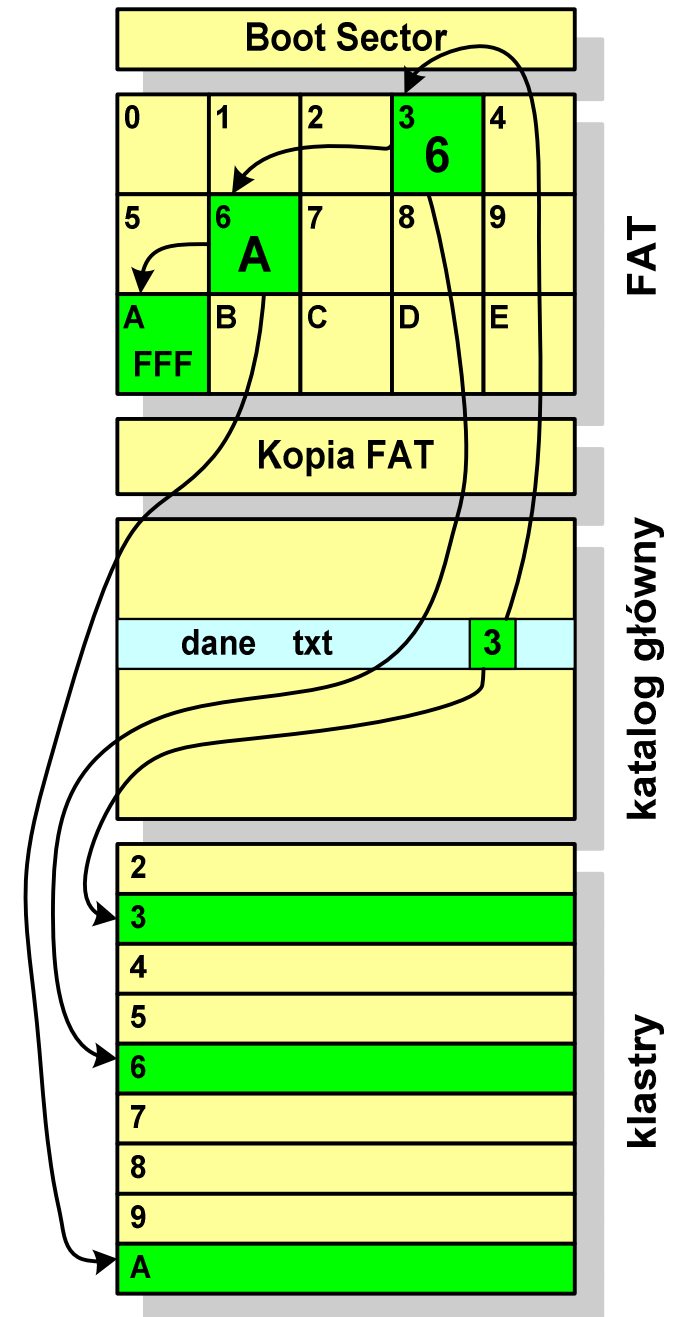
- przykładowa zawartość katalogu głównego:

0000	49 4F 20 20 20 20 20 20	20-53 59 53 21 00 00 00 00	IO	SYS!....
0010	00 00 00 00 00 00 00 C0	32-BF 1C 02 00 46 9F 00 002....F...	
0020	4D 53 44 4F 53 20 20 20	20-53 59 53 21 00 00 00 00	MSDOS	SYS!....
0030	00 00 00 00 00 00 00 C0	32-BF 1C 52 00 FA 94 00 002..R.....	
0040	43 4F 4D 4D 41 4E 44 20-43	4F 4D 20 00 00 00 00 00	COMMAND	COM
0050	00 00 00 00 00 00 00 C0	32-BF 1C 9D 00 75 D5 00 002....u...	
0060	41 54 54 52 49 42 20 20-45	58 45 20 00 00 00 00 00	ATTRIB	EXE
0070	00 00 00 00 00 00 00 C0	32-BF 1C 08 01 C8 2B 00 002.....+..	



FAT12 - położenie pliku na dysku

- w katalogu, w 32-bajtowym polu każdego pliku wpisany jest początkowy numer JAP
- numer ten określa logiczny numer sektora, w którym znajduje się początek pliku
- ten sam numer JAP jest jednocześnie indeksem do miejsca w tablicy FAT, w którym wpisany jest numer kolejnej JAP
- numer wpisany we wskazanym miejscu tablicy rozmieszczenia plików wskazuje pierwszy sektor następnej części pliku i równocześnie położenie w tablicy FAT numeru następnej JAP
- w ten sposób tworzy się łańcuch, określający położenie całego pliku
- jeśli numer JAP składa się z samych FFF, to oznacza to koniec pliku



FAT32

- po raz pierwszy wprowadzony w systemie Windows 95 OSR2
- ogólna struktura systemu FAT32 jest taka sama jak w FAT12/FAT16 - nie ma tylko miejsca przeznaczonego na katalog główny
- w systemie FAT32 katalog główny może znajdować się w dowolnym miejscu na dysku i może zawierać maksymalnie 65 532 pliki i katalogi

Rekord ładujący + sektory zarezerwowane	Tablica rozmieszczenia plików - FAT	Kopia FAT	Miejsce na pliki i katalogi
--	--	------------------	--

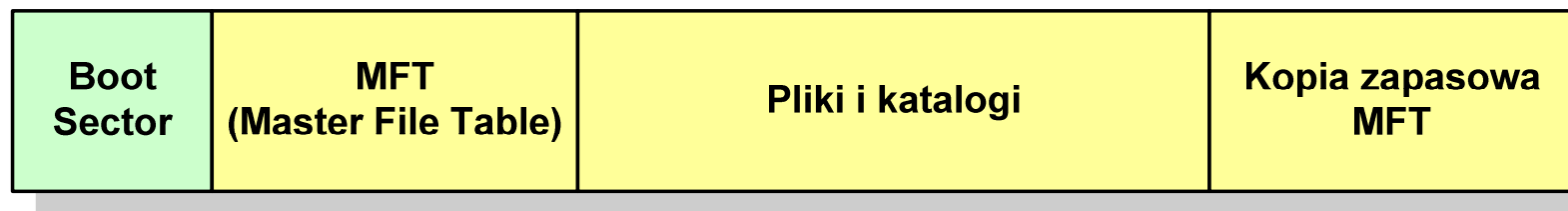
- do adresowania JAP stosuje się, obcięty o 4 najstarsze bity, adres 32-bitowy i dlatego dysk z FAT32 może zawierać maksymalnie 2^{28} JAP
- w systemie FAT32 można formatować tylko dyski, nie można natomiast zainstalować go na dyskietkach

exFAT (FAT64)

- po raz pierwszy pojawił się w listopadzie 2006 roku w Windows Embedded CE 6.0 i Windows Vista SP1
- obsługiwany także przez Windows 7/8/10, Windows Server 2003/2008, Windows XP SP2/SP3, Linux
- stworzony przez Microsoft na potrzeby pamięci Flash
- podstawowe cechy:
 - maksymalna wielkość pliku to $2^{64} = 16 \text{ EB}$
 - maksymalna wielkość klastra - do 32 MB
 - nieograniczona liczba plików w pojedynczym katalogu
 - prawa dostępu do plików i katalogów

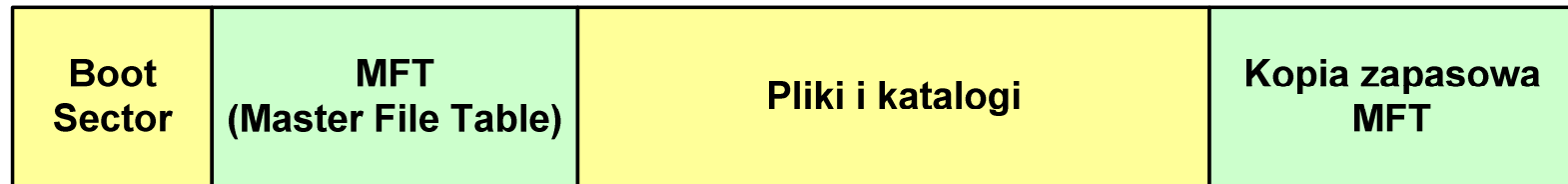
NTFS (New Technology File System)

- **wersja 1.0** (połowa 1993 r.) - Windows NT 3.1
- **wersja 3.1** (NTFS 5.1) - Windows XP/Server 2003/Vista/7/8/10
- struktura wolumenu (dysku) NTFS:



- **Boot Sector** rozpoczyna się od zerowego sektora partycji, może zajmować 16 kolejnych sektorów, zawiera podobne dane jak w systemie FAT

NTFS



- **MFT (Master File Table)** - specjalny plik, niewidoczny dla użytkownika, zawiera wszystkie dane niezbędne do odczytania pliku z dysku, składa się z rekordów o stałej długości (1 kB - 4 kB)
- pierwsze 16 (NTFS 4) lub 26 (NTFS 5) rekordów jest zarezerwowane dla tzw. metaplików, np.
 - rekord nr: 0 plik: **\$Mft** (główna tablica plików)
 - rekord nr: 1 plik: **\$MftMirr** (główna tablica plików 2)
 - rekord nr: 5 plik: **\$** (indeks katalogu głównego)
- pozostała część pliku MFT przeznaczona jest na rekordy wszystkich plików i katalogów umieszczonych na dysku

NTFS

- struktura wolumenu (dysku) NTFS:



- plik w NTFS to **zbiór atrybutów**
- wszystkie atrybuty mają dwie części składowe: **nagłówek** i **blok danych**
- **nagłówek** opisuje atrybut, np. liczbę bajtów zajmowanych przez atrybut, rozmiar bloku danych, położenie bloku danych, znacznik czasu
- **bloku danych** zawiera informacje zgodne z przeznaczeniem atrybutu

NTFS - Pliki

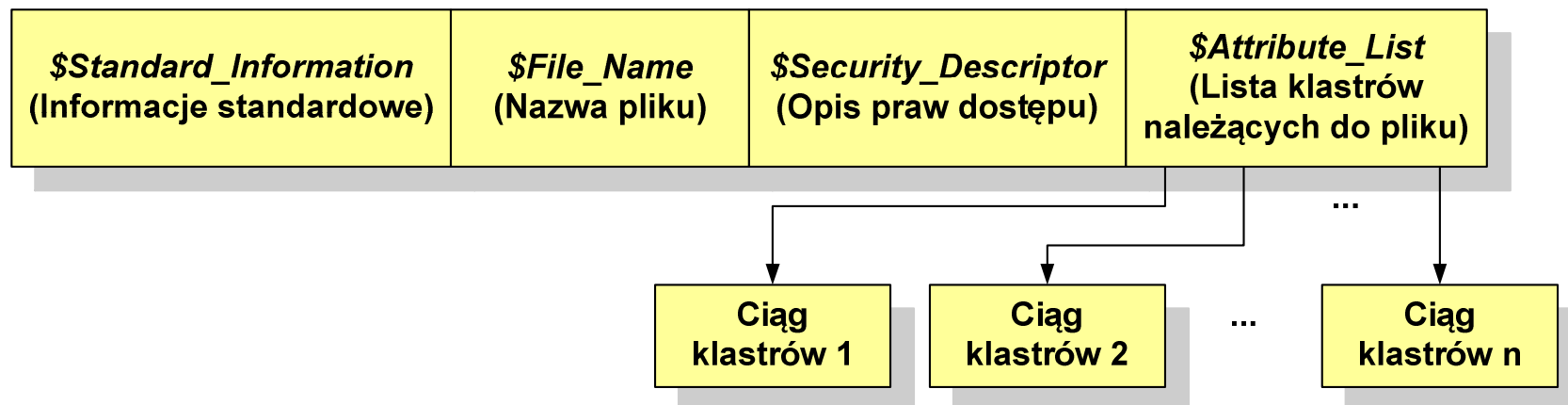
- pliki w systemie NTFS są reprezentowane w MFT przez rekord zawierający atrybuty:
 - **\$Standard_Information**
 - **\$File_Name**
 - **\$Security_Descriptor**
 - **\$Data**

<i>\$Standard_Information</i> (Informacje standardowe)	<i>\$File_Name</i> (Nazwa pliku)	<i>\$Security_Descriptor</i> (Opis praw dostępu)	<i>\$Data</i> (Dane)
--	--	--	--------------------------------

- w przypadku małych plików wszystkie jego atrybuty zapisywane są bezpośrednio w MFT (atrybuty **rezydentne**)

NTFS - Pliki

- jeśli atrybuty pliku są duże (najczęściej dotyczy to atrybutu **\$Data**), to w rekordzie w MFT umieszczany jest tylko nagłówek atrybutu oraz wskaźnik do jego bloku danych, a sam blok danych przenoszony jest na dysk poza MFT (atrybuty **nierezydentne**)
- blok danych atrybutu nierezydentnego zapisywany jest w przyległych klastrach
- jeśli nie jest to możliwe, to dane zapisywane są w kilku ciągach jednostek alokacji i wtedy każdemu ciągowi odpowiada wskaźnik w rekordzie MFT



NTFS - Katalogi

- katalogi reprezentowane są przez rekordy zawierające trzy takie same atrybuty jak pliki:
 - **\$Standard_Information**
 - **\$File_Name**
 - **\$Security_Descriptor**

<i>\$Standard_Information</i> (Informacje standardowe)	<i>\$File_Name</i> (Nazwa pliku)	<i>\$Security_Descriptor</i> (Opis praw dostępu)	<i>\$Index_Root</i>	<i>\$Index_Allocation</i>	<i>\$Bitmap</i>
--	--	--	----------------------------	----------------------------------	------------------------

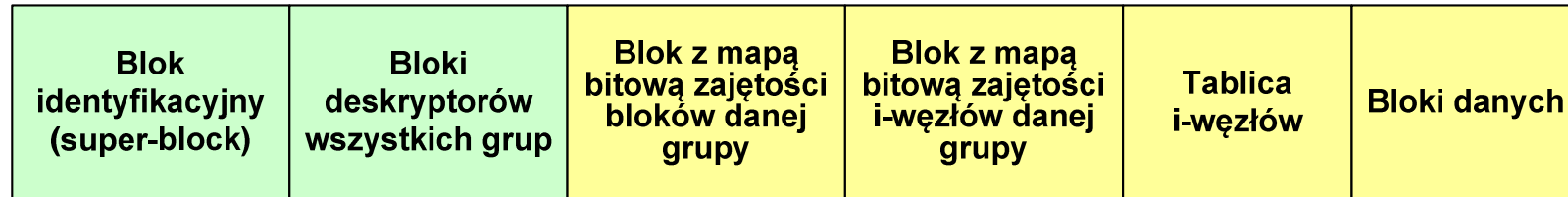
- zamiast atrybutu **\$Data** umieszczone są trzy atrybuty przeznaczone do tworzenia list, sortowania oraz lokalizowania plików i podkatalogów
 - **\$Index_Root**
 - **\$Index_Allocation**
 - **\$Bitmap**

ext2

- pierwszy system plików w Linuxie: **Minix** (14-znakowe nazwy plików i maksymalny rozmiar wynoszący 64 MB)
- system Minix zastąpiono nowym systemem nazwanym rozszerzonym systemem plików - **ext** (ang. **extended file system**), a ten, w styczniu 1993 r., systemem **ext2** (ang. **second extended file system**)
- w systemie ext2 podstawowym elementem podziału dysku jest **blok**
- wielkość bloku jest stała w ramach całego systemu plików, określana na etapie jego tworzenia i może wynosić 1024, 2048 lub 4096 bajtów
- w celu zwiększenia bezpieczeństwa i optymalizacji zapisu na dysku posługujemy się nie pojedynczymi blokami, a **grupami bloków**

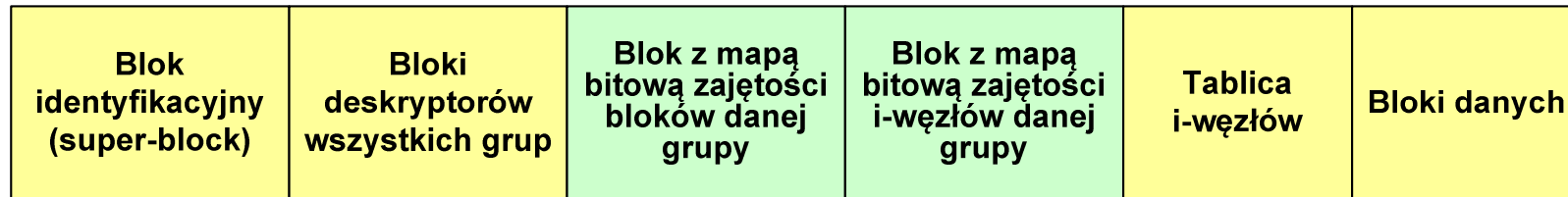


ext2



- w każdej grupie bloków znajduje się kopia tego samego bloku identyfikacyjnego oraz kopia bloków z deskryptorami wszystkich grup
- **blok identyfikacyjny** zawiera informacje na temat systemu plików (rodzaj systemu plików, rozmiar bloku, czas dokonanej ostatnio zmiany , ...)
- w **deskryptorach grupy** znajdują się informacje na temat grupy bloków (numer bloku z bitmapą zajętości bloków grupy, numer bloku z bitmapą zajętości i-węzłów, numer pierwszego bloku z tablicą i-węzłów, liczba wolnych bloków, liczba katalogów w grupie)

ext2



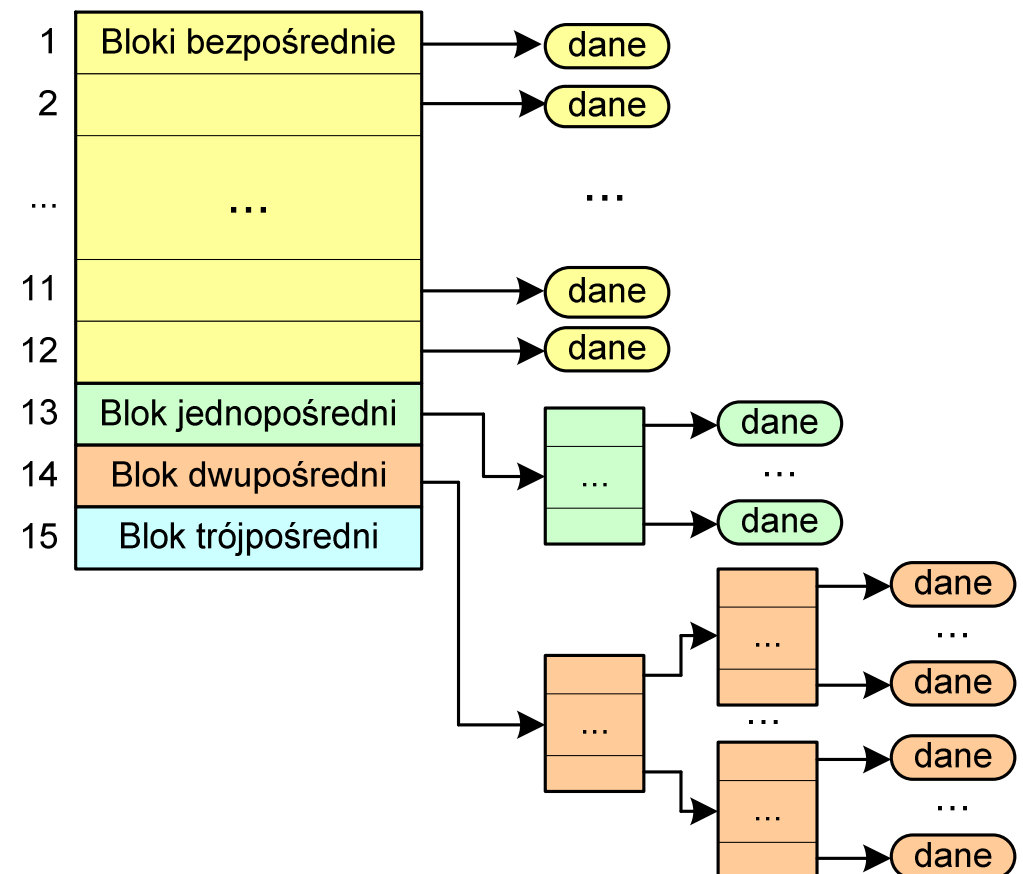
- **blok z mapą bitową zajętości bloków danej grupy** jest tablicą bitów o rozmiarze jednego bloku
 - jeśli blok ma rozmiar 1 kB to pojedynczą mapą można opisać fizyczna grupę 8096 bloków czyli 8 MB danych
 - jeśli natomiast blok ma rozmiar 4 kB, to fizyczna grupa bloków zajmuje 128 MB danych
- przed tablicą i-węzłów znajduje się **blok z mapą bitową zajętości i-węzłów danej grupy** - jest to tablica bitów, z których każdy zawiera informację czy dany i-węzeł jest wolny czy zajęty

ext2 - i-węzeł

- pliki na dysku reprezentowane są przez **i-węzły** (ang. **i-node**)
- każdemu plikowi odpowiada dokładnie jeden i-węzeł, który jest strukturą zawierającą m.in. następujące pola:
 - numer i-węzła w dyskowej tablicy i-węzłów
 - typ pliku: zwykły, katalog, łącze nazwane, specjalny, znakowy
 - prawa dostępu do pliku: dla wszystkich, grupy, użytkownika
 - liczba dowiązań do pliku
 - identyfikator właściciela pliku
 - identyfikator grupy właściciela pliku
 - rozmiar pliku w bajtach (max. 4 GB)
 - czas utworzenia pliku
 - czas ostatniego dostępu do pliku
 - czas ostatniej modyfikacji pliku
 - liczba bloków dyskowych zajmowanych przez plik

ext2 - i-węzeł

- położenie pliku na dysku określają w i-węźle pola:
 - 12 adresów bloków zawierających dane (w systemie Unix jest ich 10)
 - **bloki bezpośrednie**
 - 1 adres bloku zawierającego adresy bloków zawierających dane - **blok jednopięśredni** (ang. single indirect block)
 - 1 adres bloku zawierającego adresy bloków jednopięśrednich - **blok dwupięśredni** (ang. double indirect block)
 - 1 adres bloku zawierającego adresy bloków dwupięśrednich - **blok trójpięśredni** (ang. triple indirect block)



ext2

- **nazwy plików** przechowywane są w **katalogach**, które w systemie Linux są plikami, ale o specjalnej strukturze
- katalogi składają się z ciągu tzw. **pozycji katalogowych** o nieustalonej z góry długości
- każda pozycja opisuje dowiązanie do jednego pliku i zawiera:
 - numer i-węzła (4 bajty)
 - rozmiar pozycji katalogowej (2 bajty)
 - długość nazwy (2 bajty)
 - nazwa (od 1 do 255 znaków)

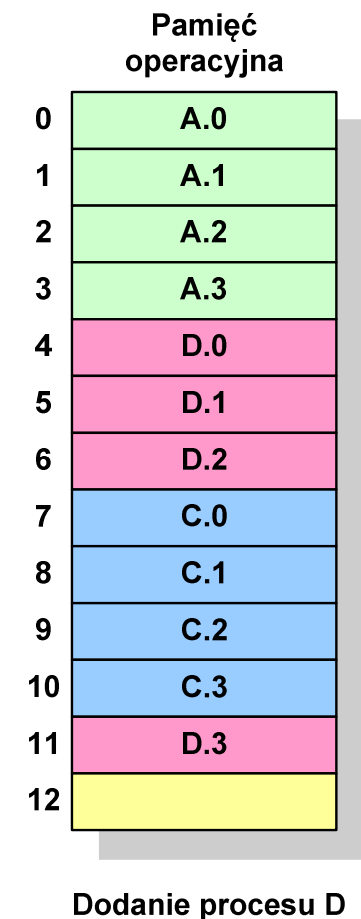
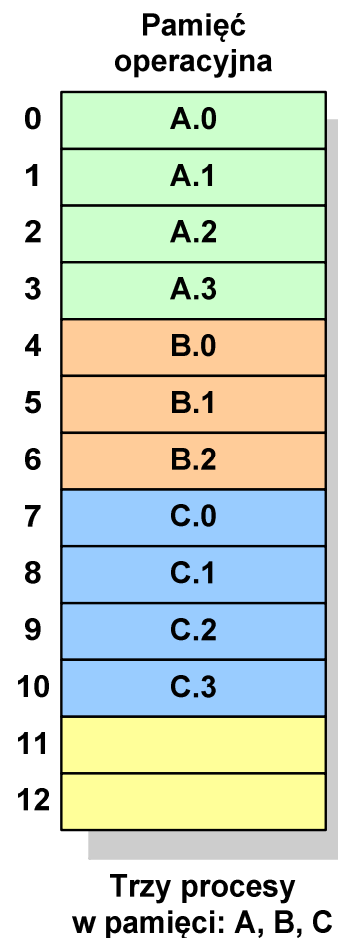
```
struct ext2_dir_entry
{
    _u32  inode           /* numer i-wezla           */
    _u16  rec_len        /* dlugosc pozycji katalogowej */
    _u16  name_len       /* dlugosc nazwy           */
    char  name[EXT2_NAME_LEN] /* nazwa                   */
}
```

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**

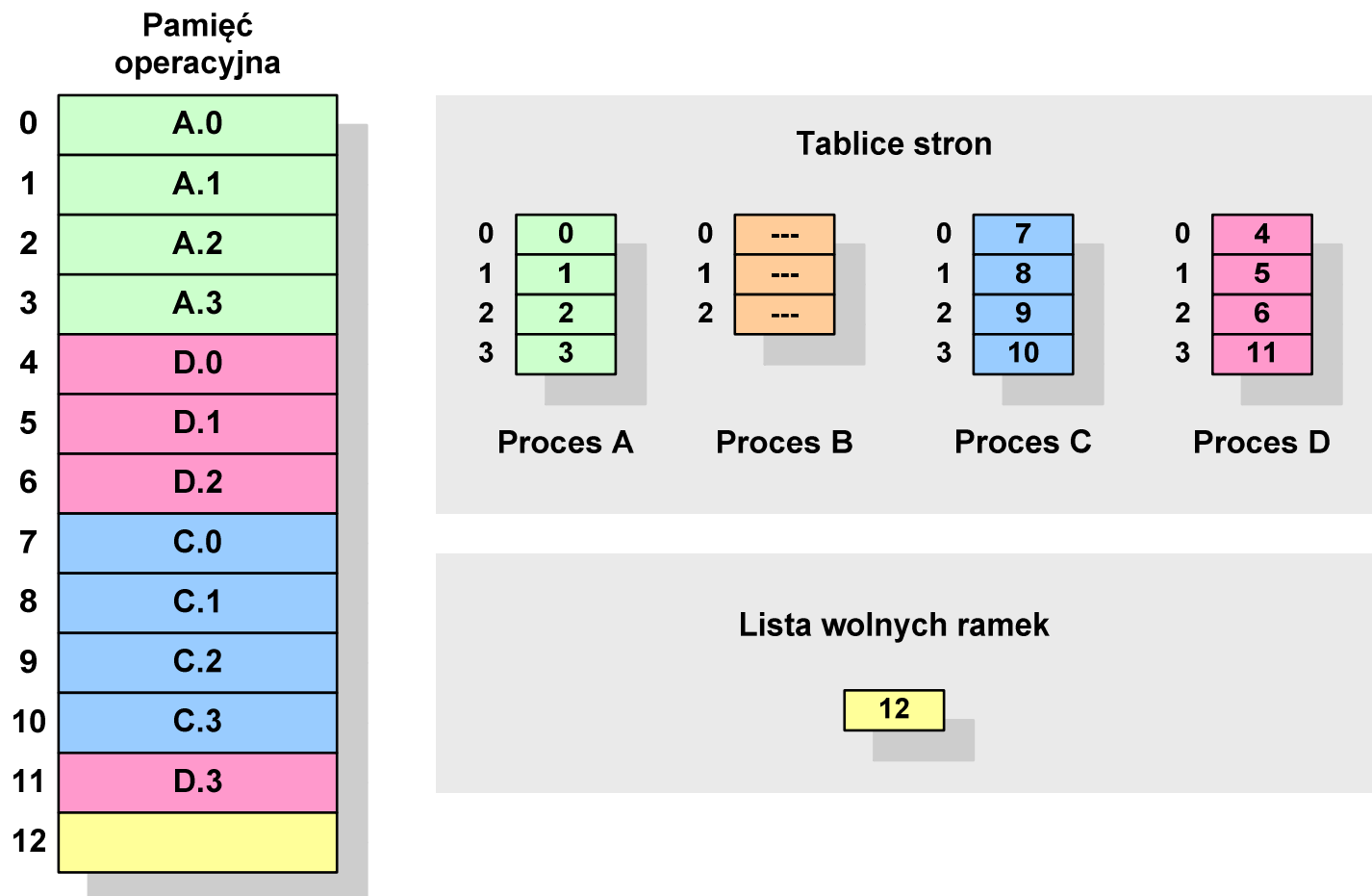
Proste stronicowanie

- 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



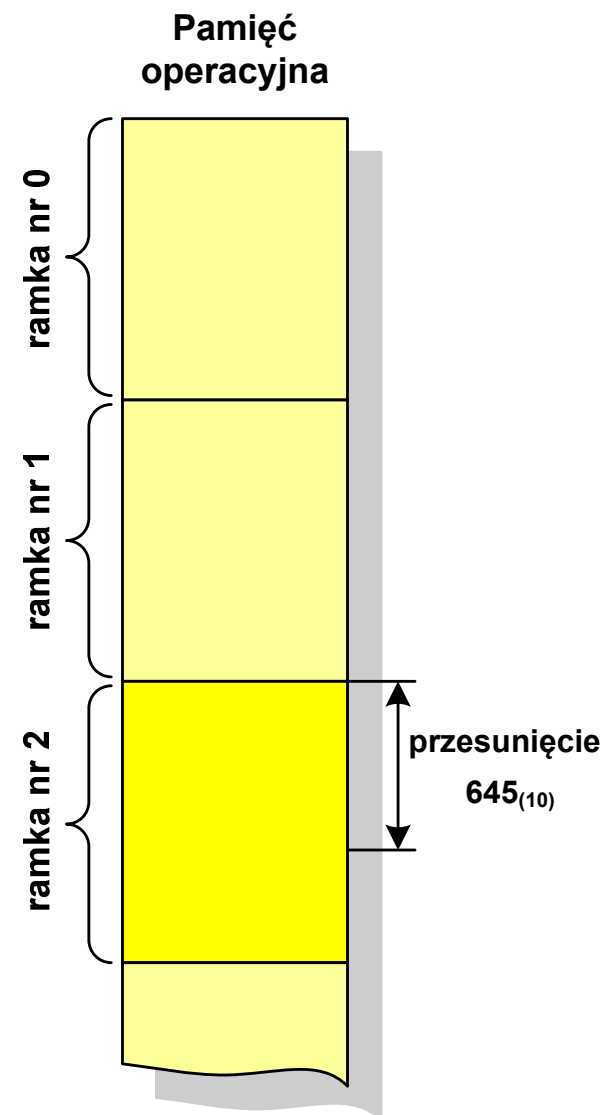
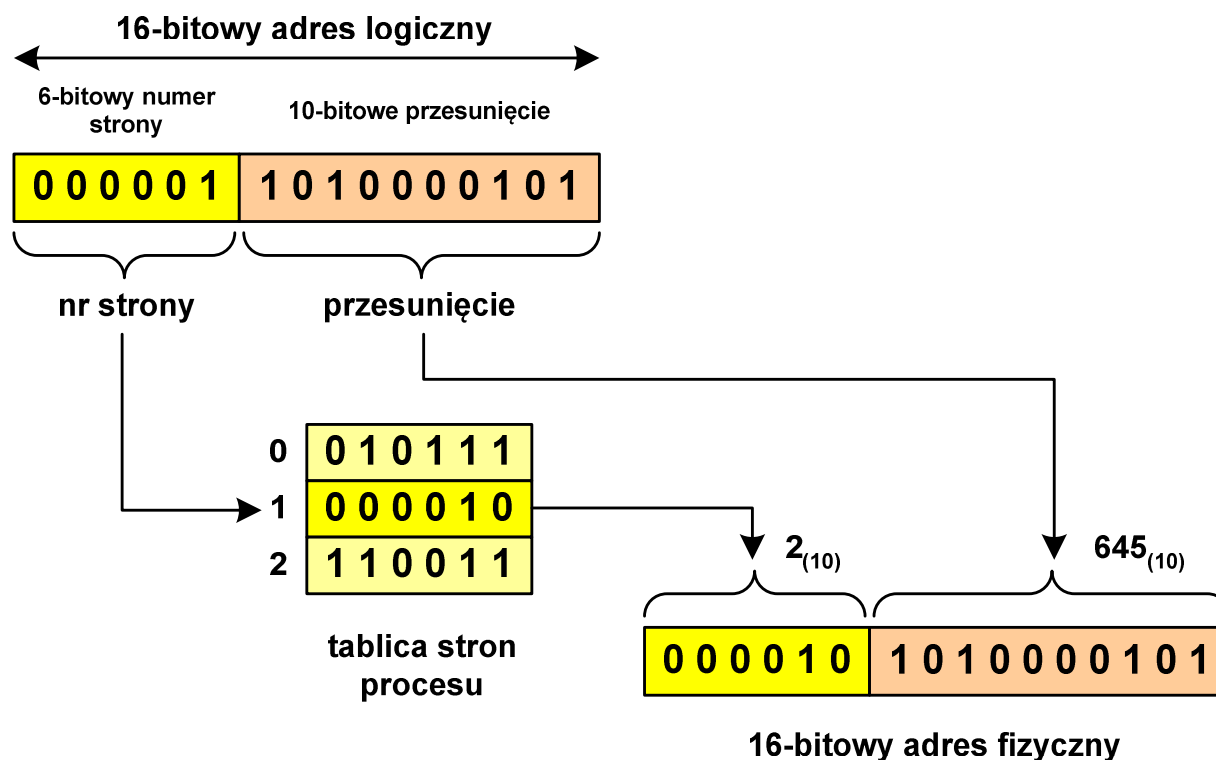
Proste stronicowanie

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



Proste stronicowanie

Przykład:

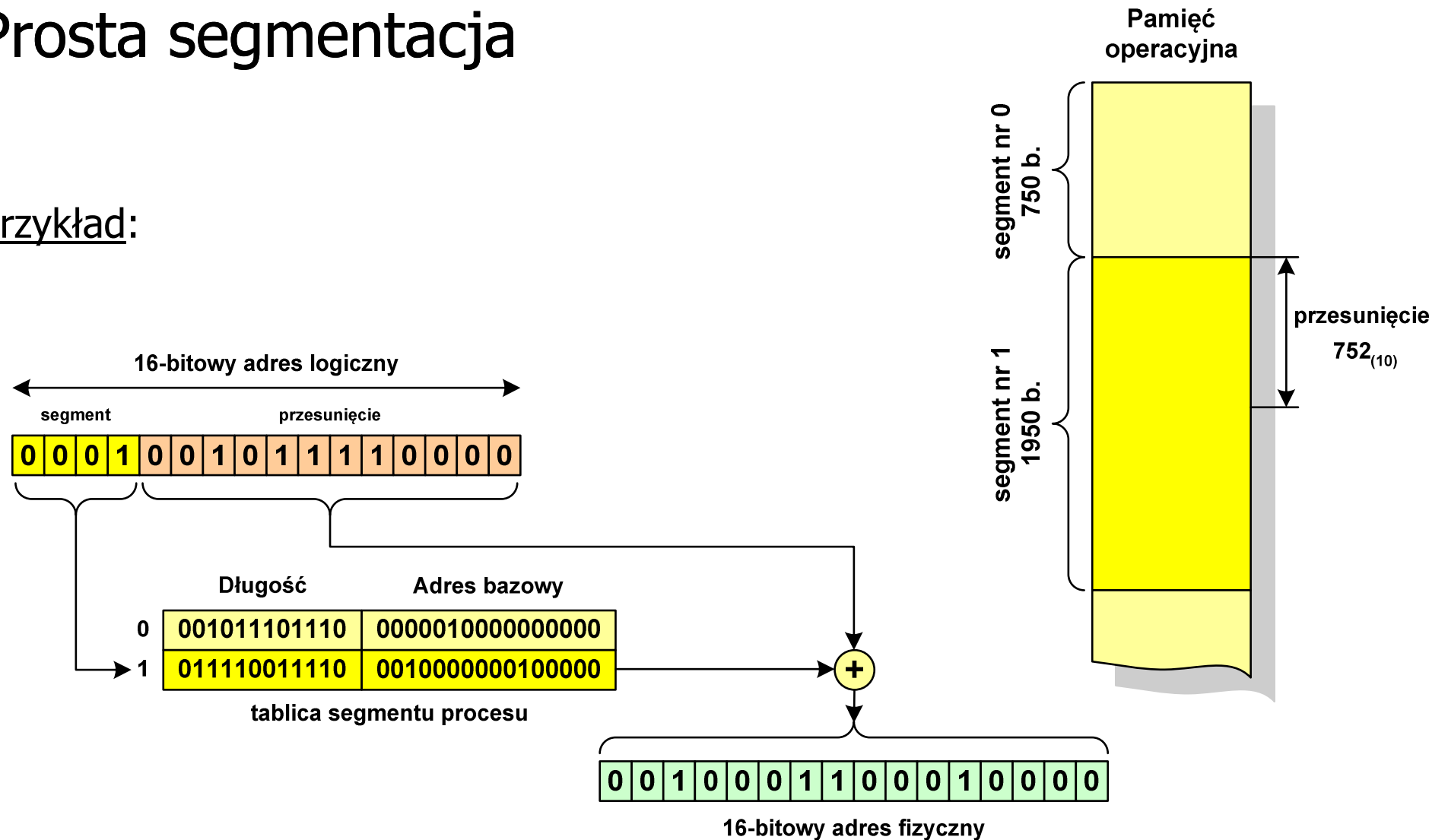


Prosta segmentacja

- 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?

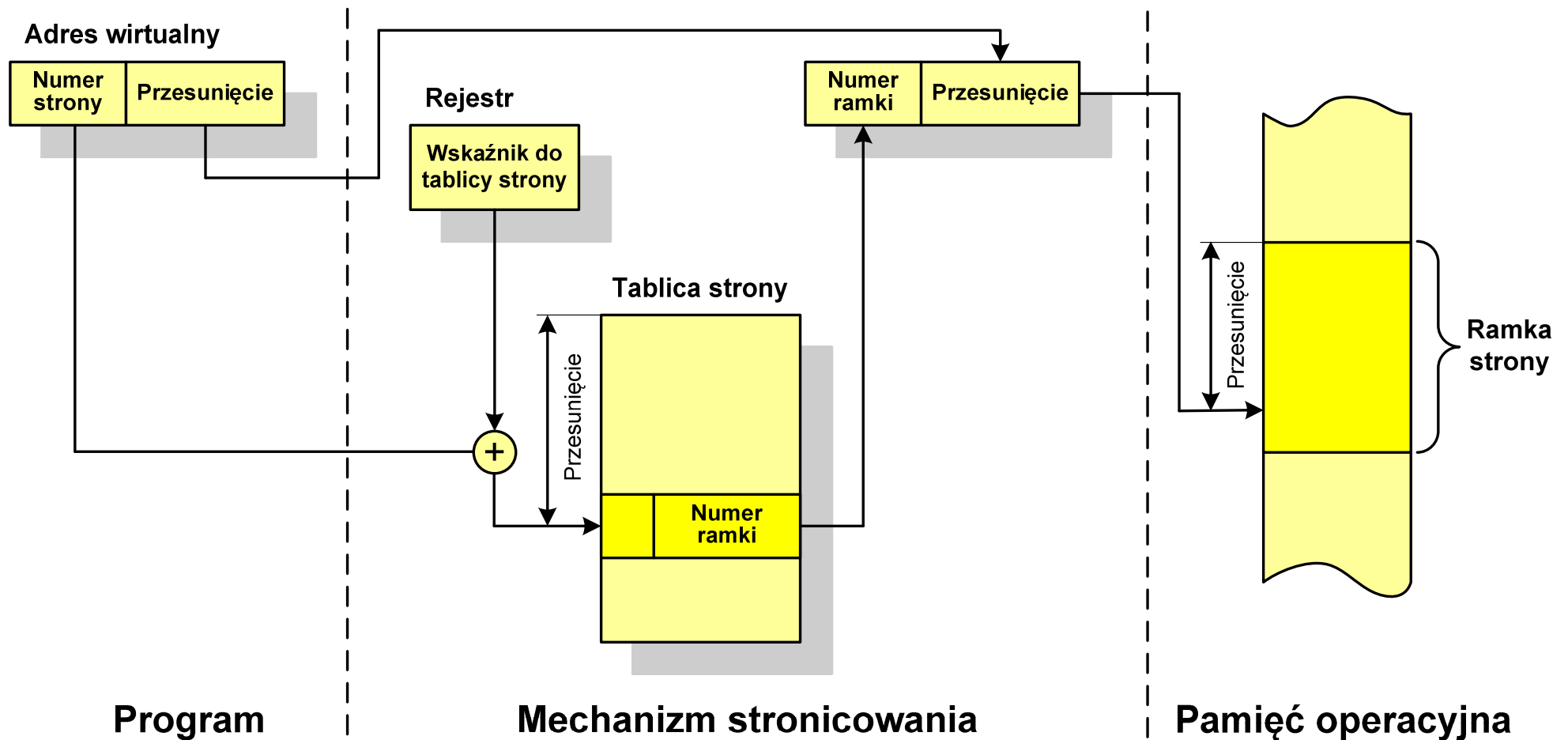
- generowanie przerwania sygnalizującego błąd w dostępie do pamięci
- zmiana stan procesu na zablokowany
- wstawienie do pamięci operacyjnej fragment procesu zawierający adres logiczny, który był przyczyną błędu
- zmiana stanu procesu na uruchomiony

Dzięki zastosowaniu pamięci wirtualnej:

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

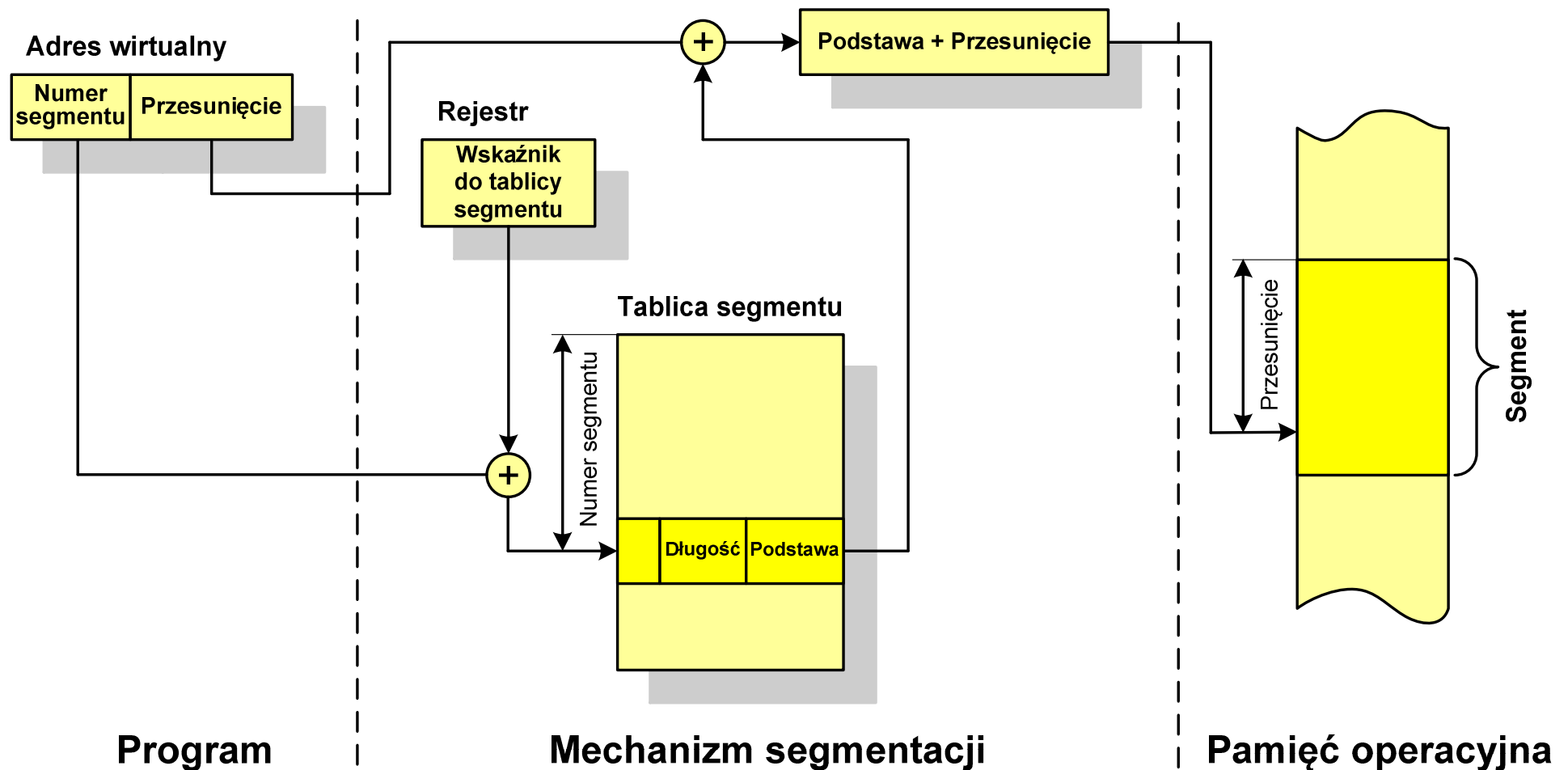
Stronicowanie pamięci wirtualnej

- odczytanie strony wymaga translacji adresu wirtualnego na fizyczny



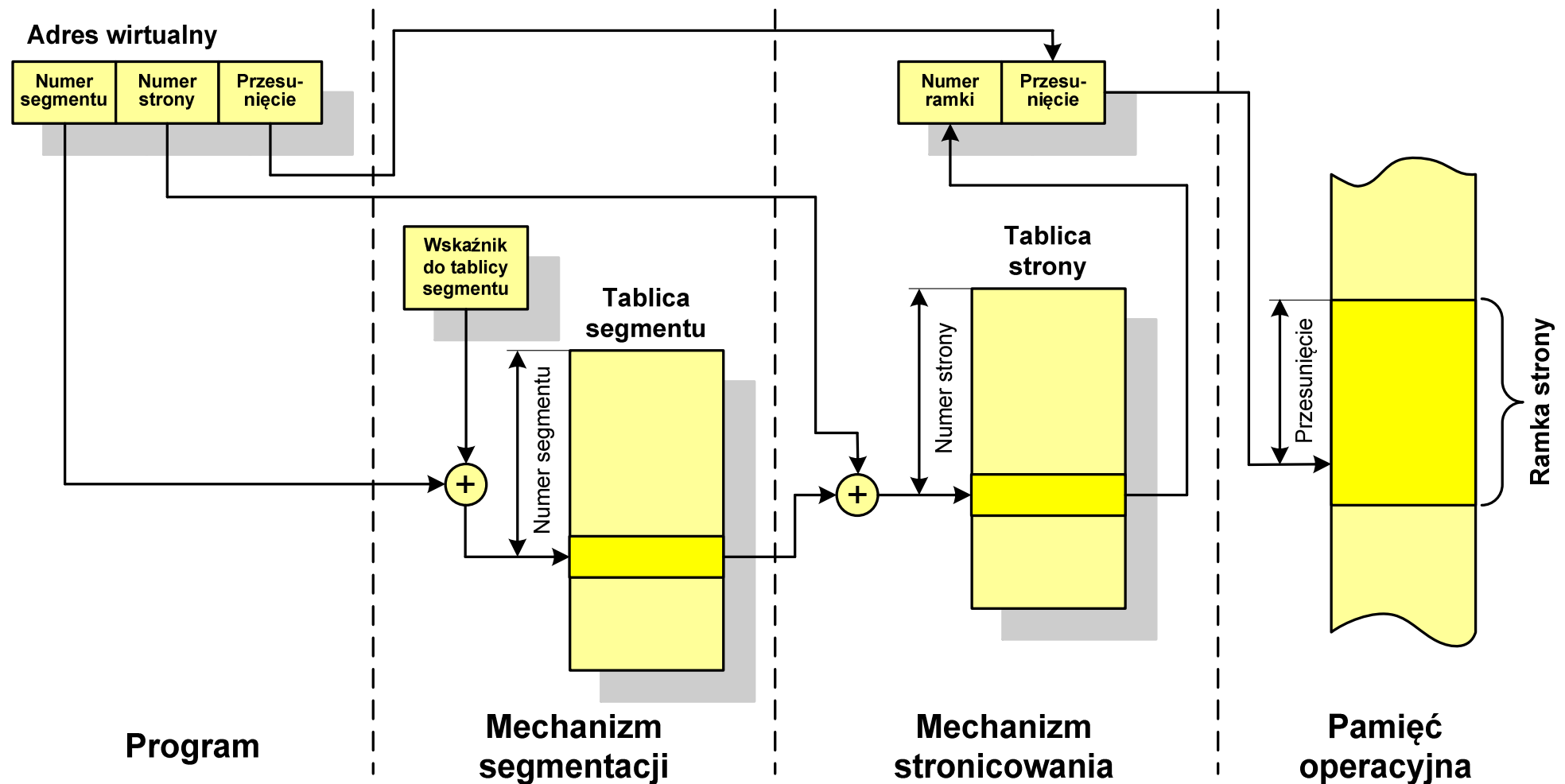
Segmentacja pamięci wirtualnej

- 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:



Koniec wykładu nr 7

Dziękuję za uwagę!