

Systemy operacyjne

Zarządzanie pamięcią operacyjną**Dariusz Wawrzyniak**

Systemy operacyjne

**Plan wykładu**

- Pamięć jako zasób systemu komputerowego
 - hierarchia pamięci
 - przestrzeń adresowa
- Wsparcie dla zarządzania pamięcią na poziomie architektury komputera
- Podział i przydział pamięci
- Obraz procesu w pamięci
- Stronicowanie
- Segmentacja

Zarządzanie pamięcią operacyjną (2)

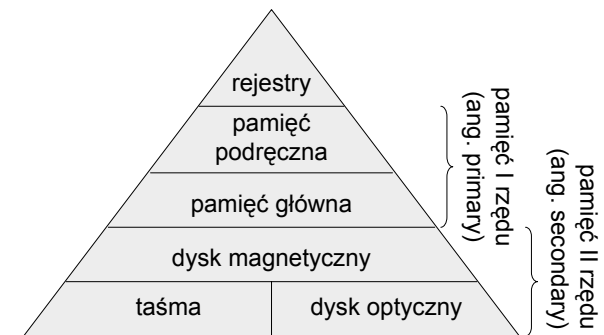
Systemy operacyjne

**Pamięć jako zasób systemu komputerowego**

- Pamięć jest zasobem służący do przechowywania danych i programów.
- Z punktu widzenia systemu pamięć jest zasobem o strukturze hierarchicznej (począwszy od rejestrów procesora, przez pamięć podręczną, pamięć główną, skończywszy na pamięci masowej), w której na wyższym poziomie przechowywane są dane, stanowiące fragment zawartości poziomu niższego.
- Z punktu widzenia procesu (również procesora) pamięć jest zbiorem bajtów identyfikowanych przez adresy, czyli tablicą bajtów, w której adresy są indeksami.

Zarządzanie pamięcią operacyjną (3)

Systemy operacyjne

**Hierarchia pamięci**

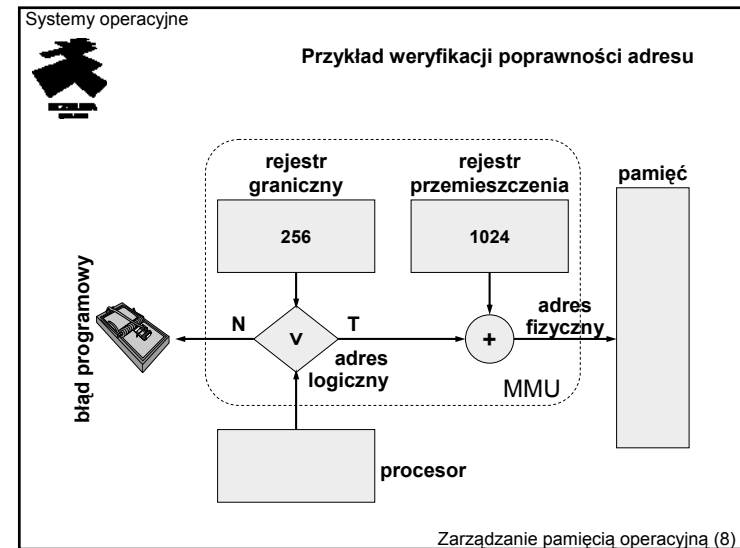
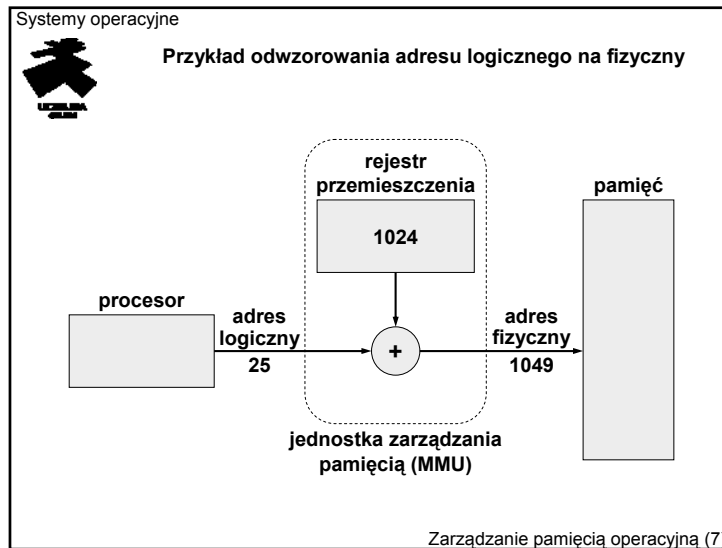
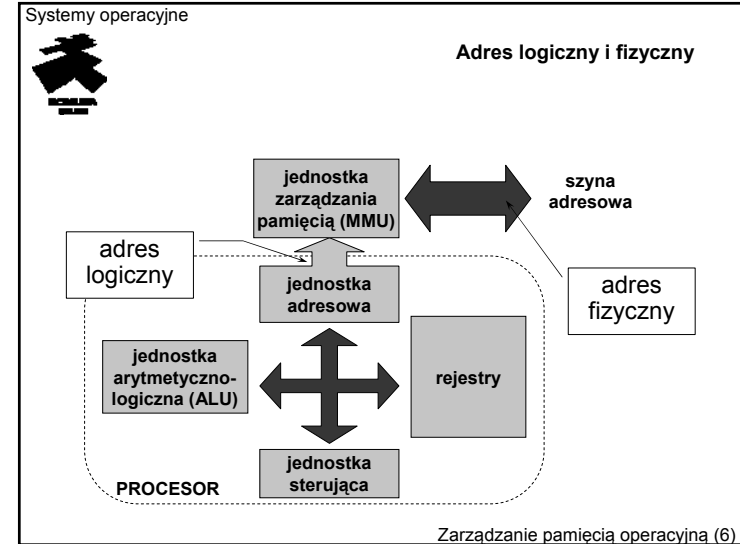
Zarządzanie pamięcią operacyjną (4)

Systemy operacyjne

Przestrzeń adresowa

- Przestrzeń adresowa jest zbiór wszystkich dopuszczalnych adresów w pamięci.
- W zależności od charakteru adresu odróżnia się:
 - przestrzeń fizyczną — zbiór adresów przekazywanych do układów pamięci głównej (fizycznej).
 - przestrzeń logiczną — zbiór adresów generowanych przez procesor w kontekście aktualnie wykonywanego procesu.

Zarządzanie pamięcią operacyjną (5)



Systemy operacyjne

Podział pamięci

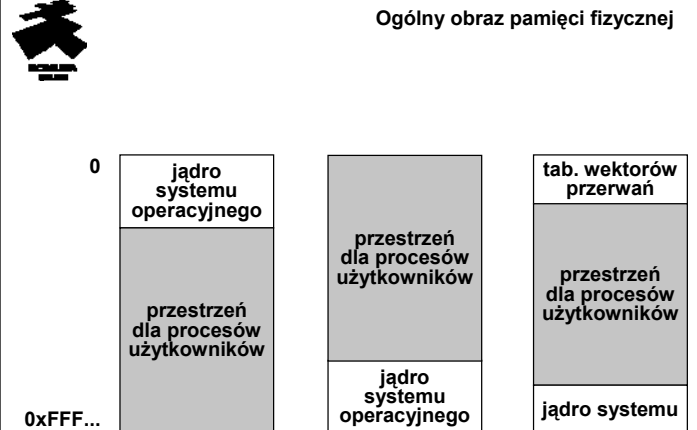


- Podział stały
 - partycje o równym rozmiarze
 - partycje o różnych rozmiarach
- Podział dynamiczny
- Podział na bloki bliźniacze (zwany też metodą sąsiedzkich stert)

Zarządzanie pamięcią operacyjną (9)

Systemy operacyjne

Ogólny obraz pamięci fizycznej



Zarządzanie pamięcią operacyjną (10)

Systemy operacyjne

Fragmentacja

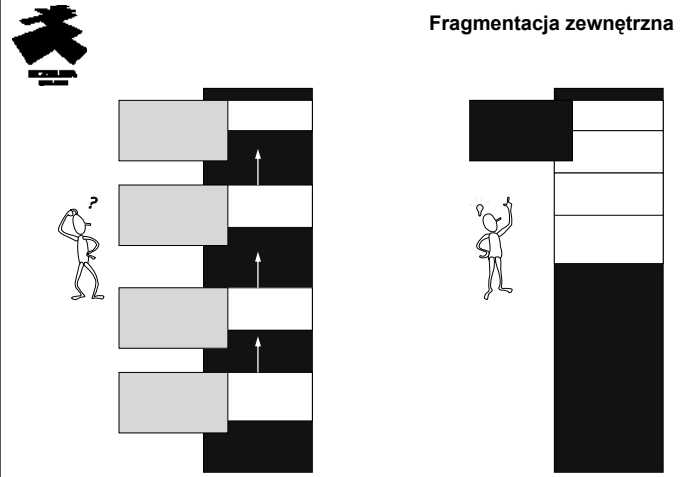


- Fragmentacja wewnętrzna — pozostawienie niewykorzystanego fragmentu przestrzeni adresowej wewnątrz przydzielonego obszaru (formalnie fragment jest zajęty, w rzeczywistości nie jest wykorzystany)
- Fragmentacja zewnętrzna — podział obszaru pamięci na rozłączne fragmenty, które nie stanowią ciągłości w przestrzeni adresowej (może to dotyczyć zarówno obszaru wolnego, jak i zajętego)

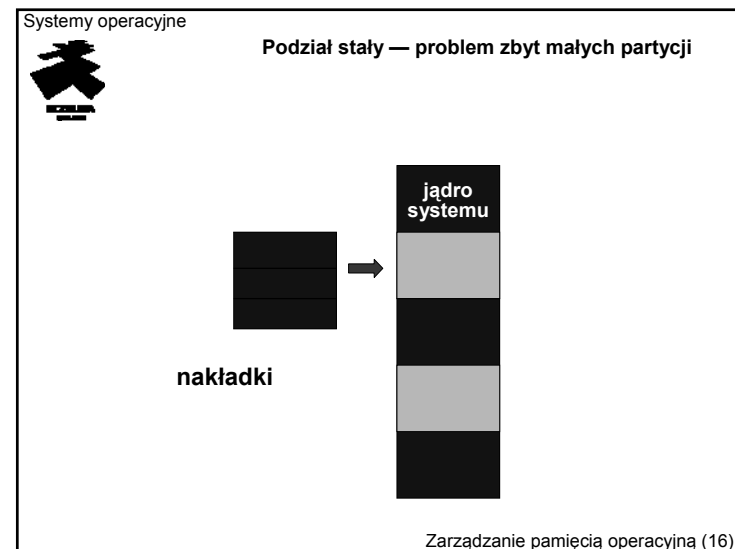
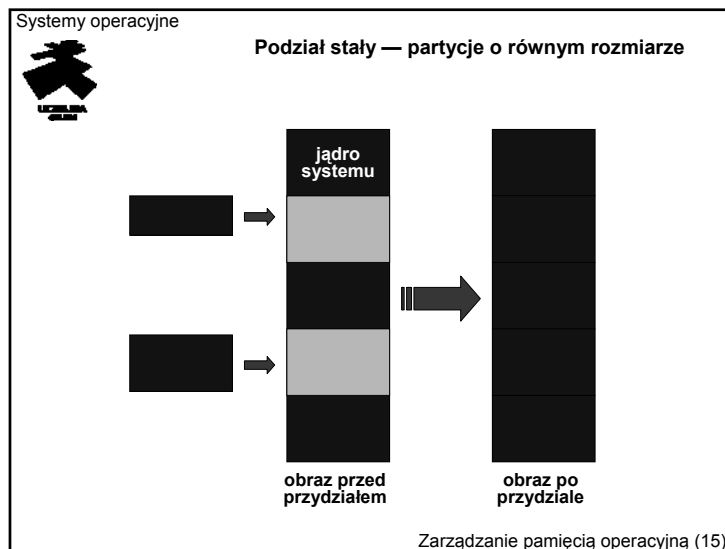
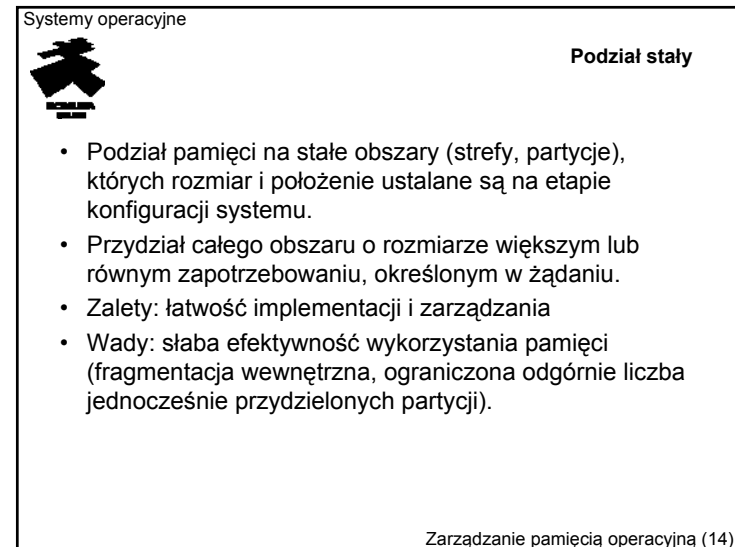
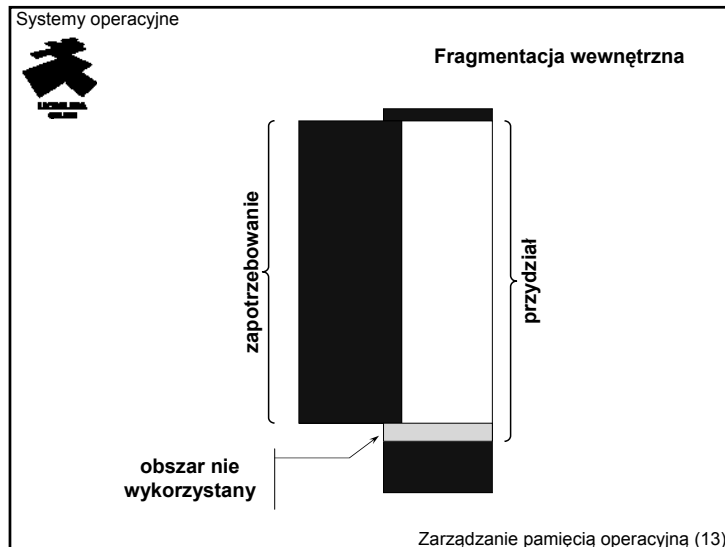
Zarządzanie pamięcią operacyjną (11)

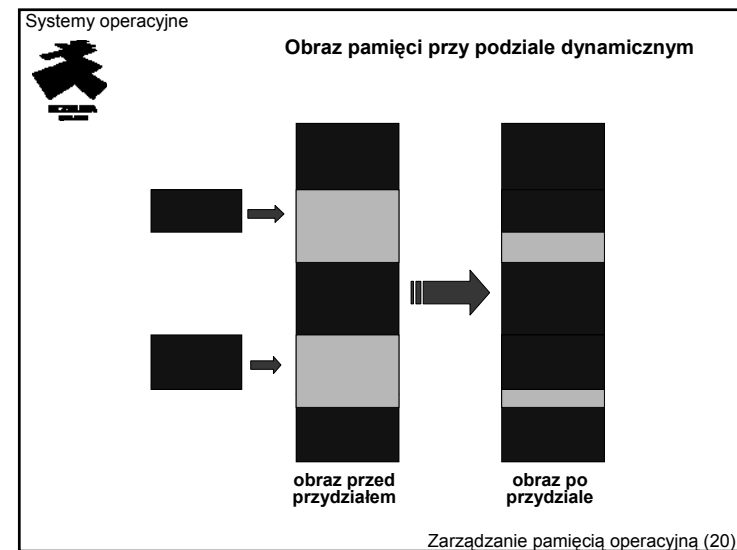
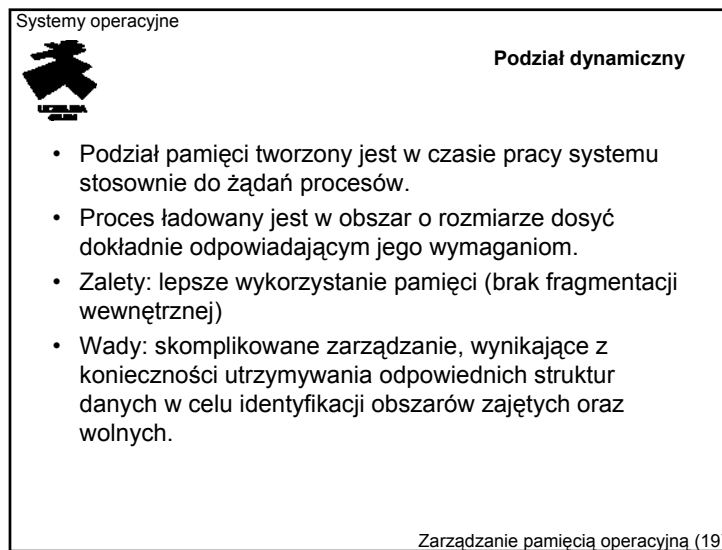
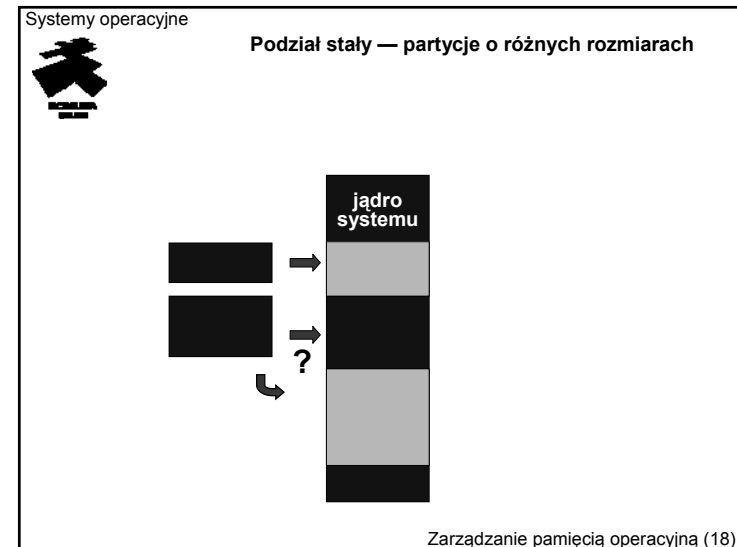
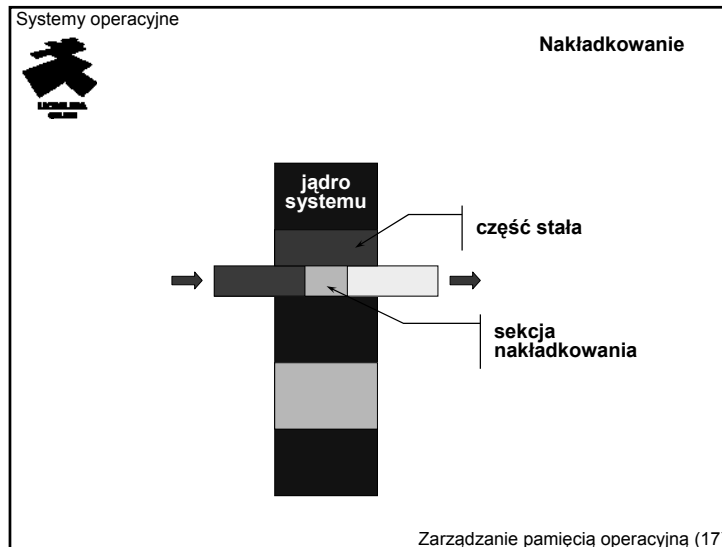
Systemy operacyjne

Fragmentacja zewnętrzna



Zarządzanie pamięcią operacyjną (12)





Systemy operacyjne



Podział dynamiczny — problem wyboru bloku

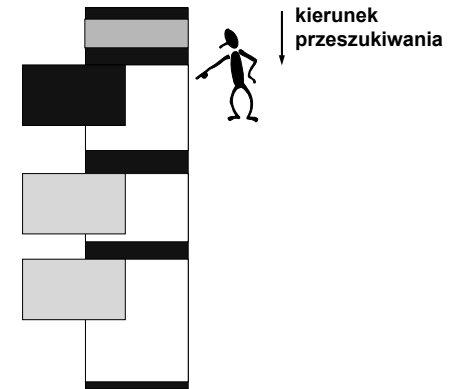
- Pierwsze dopasowanie (ang. first fit) — przydziela się **pierwszy** wolny obszar (tzw. dziurę) o wystarczającej wielkości. Poszukiwanie kończy się po znalezieniu takiego obszaru.
- Najlepsze dopasowanie (ang. best fit) — przydziela się **najmniejszy** dostatecznie duży wolny obszar pamięci. Konieczne jest przeszukiwanie wszystkich dziur.
- Następne dopasowanie — podobnie jak pierwsze dopasowanie, ale poszukiwania rozpoczyna się do miejsca ostatniego przydziału.
- Najgorsze dopasowanie (ang. worst fit) — przydziela się **największy** wolny obszar pamięci. Konieczne jest przeszukiwanie wszystkich dziur.

Zarządzanie pamięcią operacyjną (21)

Systemy operacyjne



Pierwsze dopasowanie

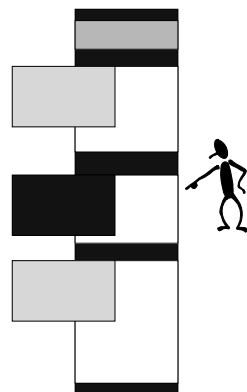


Zarządzanie pamięcią operacyjną (22)

Systemy operacyjne



Najlepsze dopasowanie

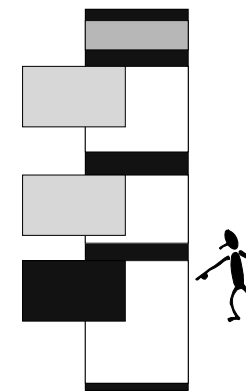


Zarządzanie pamięcią operacyjną (23)

Systemy operacyjne



Najgorsze dopasowanie



Zarządzanie pamięcią operacyjną (24)

Systemy operacyjne



System bloków bliźniaczych

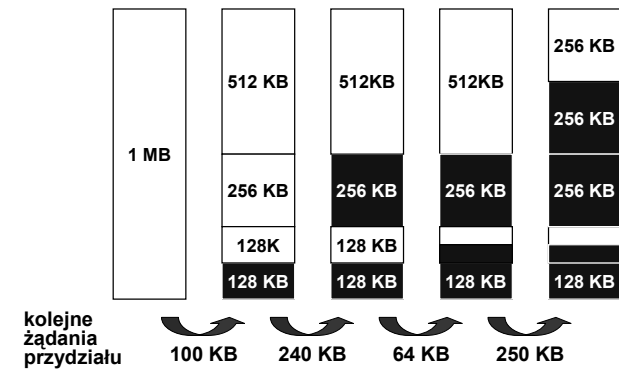
- Pamięć dostępna dla procesów użytkownika ma rozmiar 2^U .
- Przydzielany blok ma rozmiar 2^K , gdzie $L \leq K \leq U$.
- Początkowo dostępny jest jeden blok o rozmiarze 2^U .
- Realizacja przydziału obszaru o rozmiarze s polega na znalezieniu lub utworzeniu (przez połowienie) bloku o rozmiarze 2^l takim, że $2^{l-1} < s \leq 2^l$.

Zarządzanie pamięcią operacyjną (25)

Systemy operacyjne



System bloków bliźniaczych — przykład



Zarządzanie pamięcią operacyjną (26)

Systemy operacyjne



Obraz procesu w pamięci

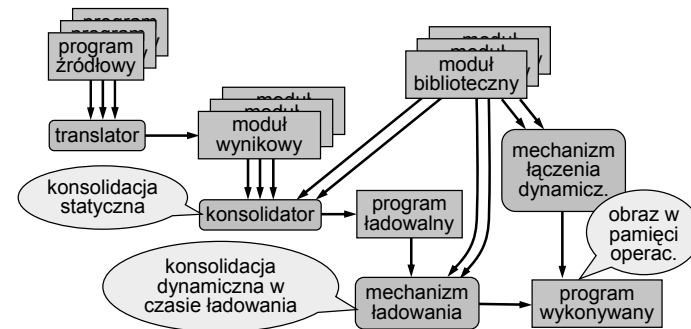
- Tworzenie obrazu
 - Kompilacja
 - Konsolidacja
 - Ładowanie kodu
- Relokacja
- Ochrona
- Współdzielenie

Zarządzanie pamięcią operacyjną (27)

Systemy operacyjne



Tworzenie obrazu procesu



Zarządzanie pamięcią operacyjną (28)

Systemy operacyjne

**Wiązanie i przekształcanie adresów**

- W modelu von Neumana adresy dotyczą rozkazów (instrukcji) oraz zmiennych (danych).
- Jeśli w programie źródłowym występują adresy, to mają one najczęściej postać symboliczną (etykiety w assemblerze) lub abstrakcyjną (wskaźniki w C lub Pascalu).
- Adresy związane z lokalizacją pojawiają się na etapie translacji i są odpowiednio przekształcane aż do uzyskania adresów fizycznych.

Zarządzanie pamięcią operacyjną (29)

Systemy operacyjne

**Translacja**

- W wyniku translacji (kompilacja, asemblacja) powstaje przemieszczalny moduł wynikowy (relocatable object module), w którym wszystkie adresy liczone są względem adresu początku modułu.
- Gdyby program składał się z jednego modułu, a jego docelowa lokalizacja w pamięci była z góry znana, na etapie translacji mogłyby zostać wygenerowane adresy fizyczne.

Zarządzanie pamięcią operacyjną (30)

Systemy operacyjne

**Konsolidacja**

- Konsolidacja statyczna — odniesienia do innych modułów zamieniane są na adresy w czasie tworzenia programu wykonywalnego.
- Konsolidacja dynamiczna
 - w czasie ładowania — w czasie ładowania programu następuje załadowanie modułów bibliotecznych i związanie odpowiednich adresów,
 - w czasie wykonania — załadowanie modułów bibliotecznych i związanie adresów następuje dopiero przy odwołaniu się do nich w czasie wykonywania programu.

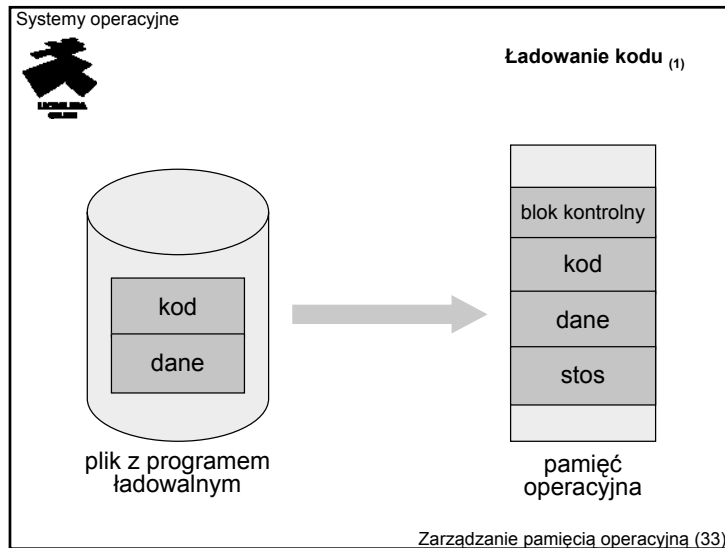
Zarządzanie pamięcią operacyjną (31)

Systemy operacyjne

**Konsolidacja statyczna**

- W czasie łączenia modułów przemieszczalnych w jeden program ładowalny zwany też modulem absolutnym (ang. absolute module), do adresów przemieszczalnych dodawane są wartości, wynikające z przesunięcia danego modułu przemieszczalnego względem początku modułu absolutnego.
- Gdyby docelowa lokalizacja programu w pamięci była z góry znana, na etapie tym mogłyby zostać wygenerowane adresy fizyczne.

Zarządzanie pamięcią operacyjną (32)



Systemy operacyjne

Ładowanie kodu (2)

- Ładowanie absolutne — program ładowany jest w ustalone miejsce w pamięci, znane w momencie tworzenia programu ładowalnego.
- Ładowanie relokowalne — fizyczna lokalizacja procesu ustalana przy ładowaniu do pamięci.
- Ładowanie dynamiczne w czasie wykonania — fizyczna lokalizacja procesu w pamięci może ulec zmianie w czasie wykonywania.

Zarządzanie pamięcią operacyjną (34)

Systemy operacyjne

Współdzielenie pamięci

- Efektywność wykorzystania pamięci
 - współdzielenie kodu programu
 - współdzielenie kodu funkcji bibliotecznych
- Kooperacja procesów
 - synchronizacja działań procesów
 - komunikacja pomiędzy procesami (współdzielenie danych)

Zarządzanie pamięcią operacyjną (35)

Systemy operacyjne

Ochrona pamięci

- Weryfikacja poprawności adresu pod kątem zakresu dopuszczalności
- Weryfikacja praw dostępu:
 - prawa zapisu
 - prawa odczytu
 - prawa wykonania

Zarządzanie pamięcią operacyjną (36)

Systemy operacyjne



Stronicowanie

- Arbitralny podział pamięci fizycznej na ramki, w które ładowane są odpowiednie strony obrazu procesu.
- Podział logicznej przestrzeni adresowej na strony o takim samym rozmiarze, jak ramki w pamięci fizycznej.
- Zalety:
 - brak problemu fragmentacji zewnętrznej,
 - wspomaganie dla współdzielenia i ochrony pamięci.
- Wady:
 - narzut czasowy przy transformacji adresu,
 - narzut pamięciowy (na potrzeby tablicy stron),
 - fragmentacja wewnętrzna (niewielka).

Zarządzanie pamięcią operacyjną (37)

Systemy operacyjne



Stronicowanie — transformacja adresu

- Adres logiczny zawiera numer strony i przesunięcia na stronie (ang. offset), np.:

nr strony (22 bity)	przesunięcie (10 bitów)
------------------------	----------------------------

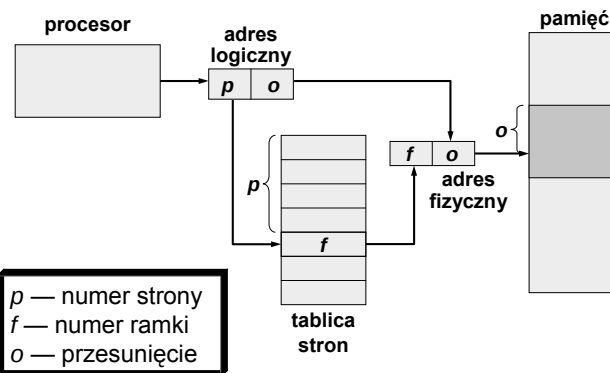
- Transformacja adresu polega na zastąpieniu numeru strony numerem ramki.
- Odwzorowanie numeru strony na numer ramki wykonywane jest za pomocą tablicy stron (ang. page table).

Zarządzanie pamięcią operacyjną (38)

Systemy operacyjne



Schemat transformacji adresu w systemie pamięci stronicowanej

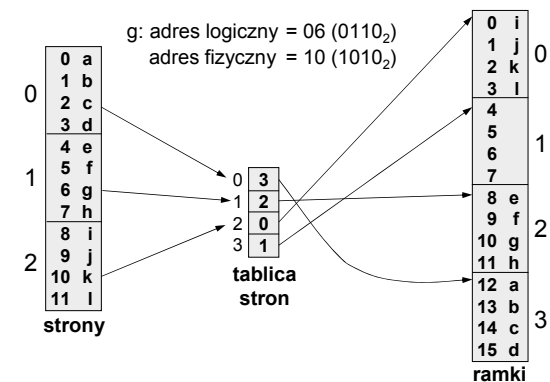


Zarządzanie pamięcią operacyjną (39)

Systemy operacyjne



Przykład odwzorowania stron w ramki



Zarządzanie pamięcią operacyjną (40)

