Jądro systemu na podstawie Linuxa

Aleksander Morgała
Bartłomiej Długosz

Programowanie niskopoziomowe

Plan prezentacji:

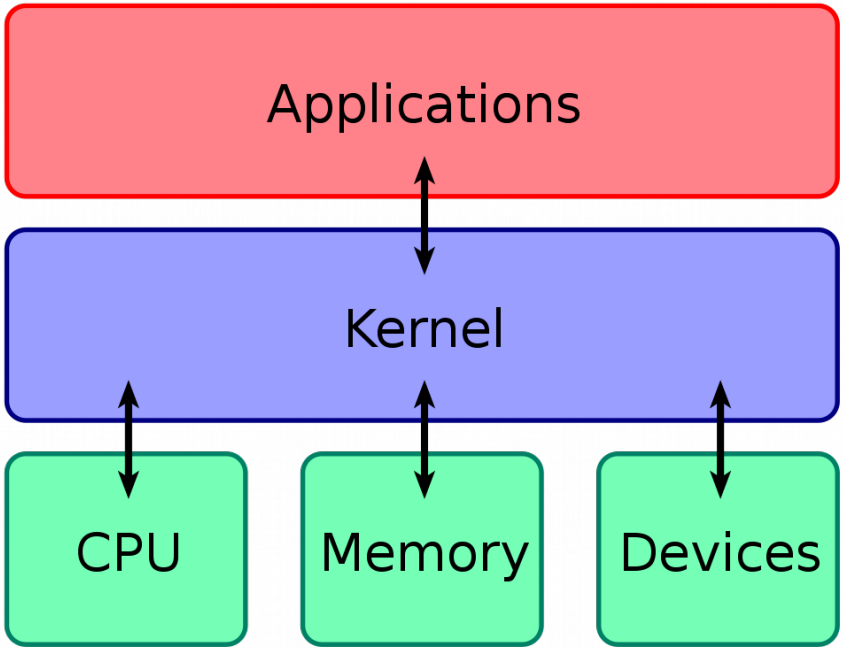
1. Szybkie wprowadzenie do jądra systemu
2. Zarządzanie pamięcią
3. Zarządzanie procesami
4. Wirtualny system plików
5. Trochę o kompilacji jądra i modułach
6. System calls

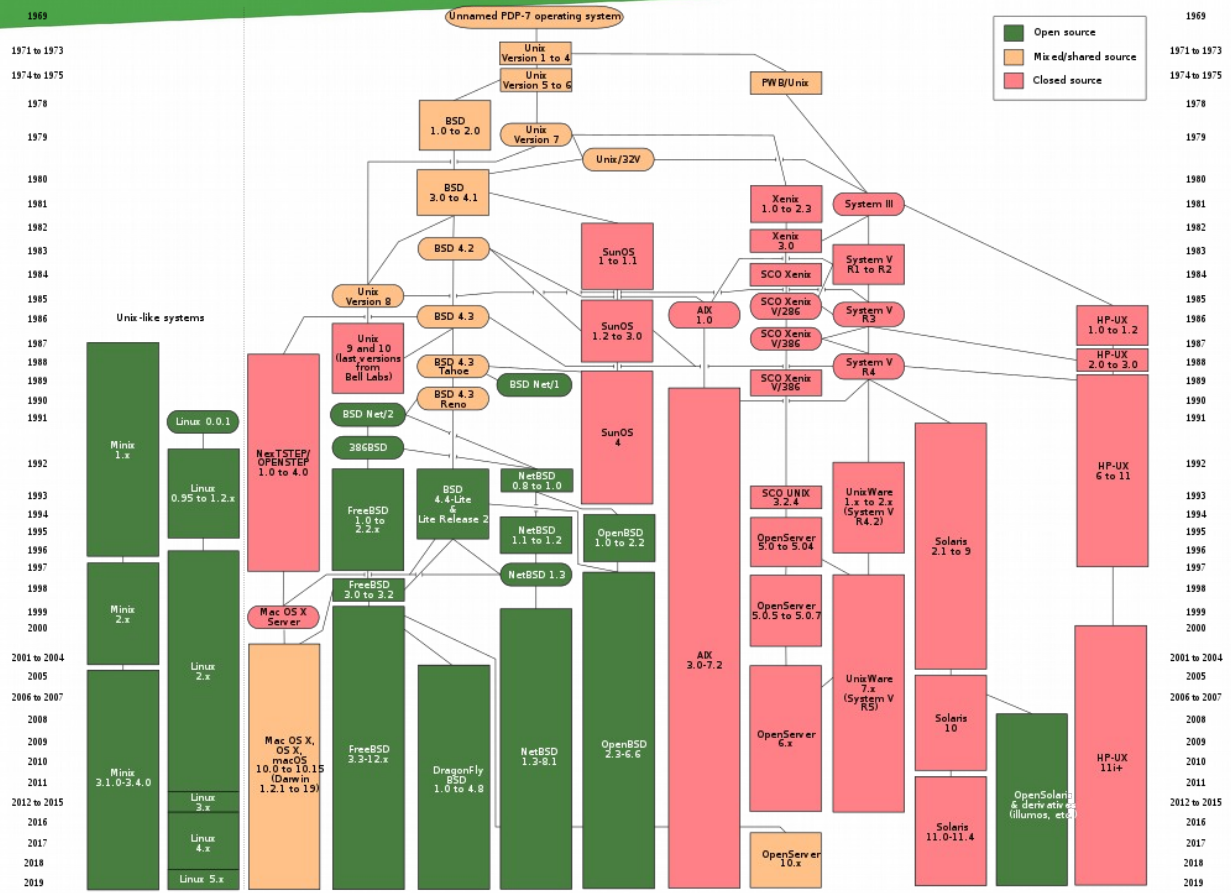
Wprowadzenie do jądra systemu

Szybkie wprowadzenie do jądra systemu

- Co nazywamy jądrem systemu
- Jakie są funkcjonalności jądra
- Rodzaje jąder

Co nazywamy jądrem systemu?




Unix-like systems
Open source
Mixed/shared source
Closed source
Unnamed PDP-7 operating system
Unix Version 1 to 4
Unix Version 5 to 6
Unix Version 7
PWB/Unix
Unix/32V
BSD 1.0 to 2.0
BSD 3.0 to 4.1
BSD 4.2
BSD 4.3
BSD 4.3 Tahoe
BSD 4.3 Reno
Unix Version 8
Unix 9 and 10 (last versions from Bell Labs)
BSD Net/1
BSD Net/2
386BSD
FreeBSD 1.0 to 2.2.x
FreeBSD 3.0 to 3.2
FreeBSD 3.3-12.x
BSD 4.4-Lite & Lite Release 2
NetBSD 0.8 to 1.0
NetBSD 1.1 to 1.2
NetBSD 1.3
NetBSD 1.3-8.1
DragonFly BSD 1.0 to 4.8
SunOS 1 to 1.1
SunOS 1.2 to 3.0
SunOS 4
OpenBSD 1.0 to 2.2
OpenBSD 2.3-6.6
AIX 1.0
AIX 3.0-7.2
Xenix 1.0 to 2.3
Xenix 3.0
SCO Xenix
SCO Xenix V/286
SCO Xenix V/386
SCO UNIX 3.2.4
OpenServer 5.0 to 5.04
OpenServer 5.0.5 to 5.0.7
OpenServer 6.x
OpenServer 10.x
System III
System V R1 to R2
System V R3
System V R4
UnixWare 1.x to 2.x (System V R4.2)
UnixWare 7.x (System V R5)
Solaris 2.1 to 9
Solaris 10
Solaris 11.0-11.4
OpenSolaris & derivatives (illumos, etc)
HP-UX 1.0 to 1.2
HP-UX 2.0 to 3.0
HP-UX 6 to 11
HP-UX 11i+
Minix 1.x
Minix 2.x
Minix 3.1.0-3.4.0
Linux 0.0.1
Linux 0.95 to 1.2.x
Linux 2.x
Linux 3.x
Linux 4.x
Linux 5.x
NeXTSTEP/ OPENSTEP 1.0 to 4.0
Mac OS X Server
Mac OS X, OS X, macOS 10.0 to 10.15 (Darwin 1.2.1 to 19)
1969
1971 to 1973
1974 to 1975
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001 to 2004
2005
2006 to 2007
2008
2009
2010
2011
2012 to 2015
2016
2017
2018
2019

Cechy jądra(linux)

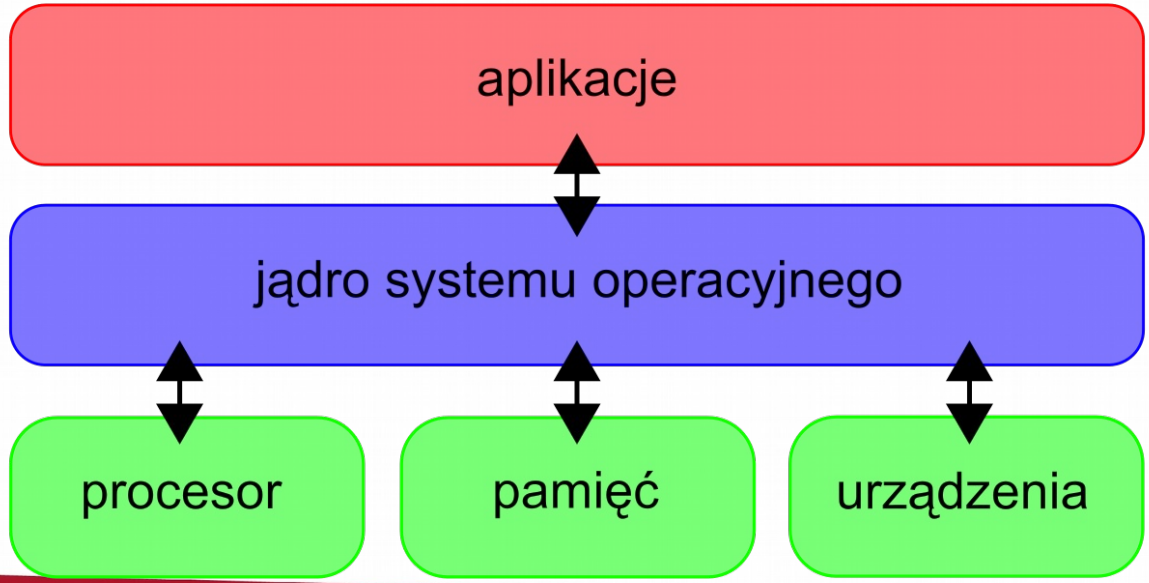
- wieloprocesowość
- wielowątkowość
- wielobieżność
- skalowalność
- wywłaszczalność

Funkcjonalności jądra

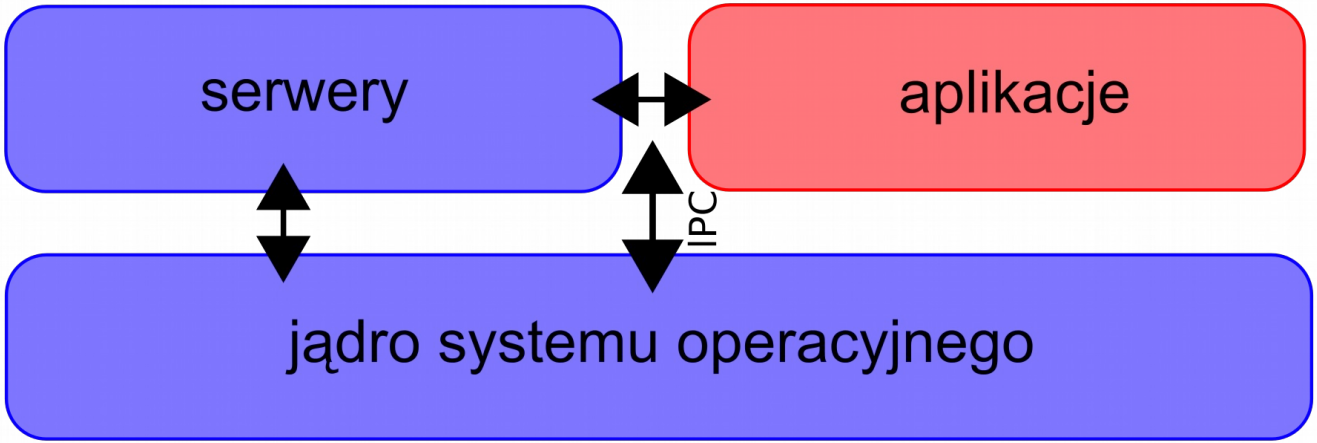
- Zarządzanie pamięcią
- Zarządzanie plikami
- Zarządzanie procesami
- Obsługa urządzeń
- Obsługa połączeń sieciowych

Rodzaje jąder

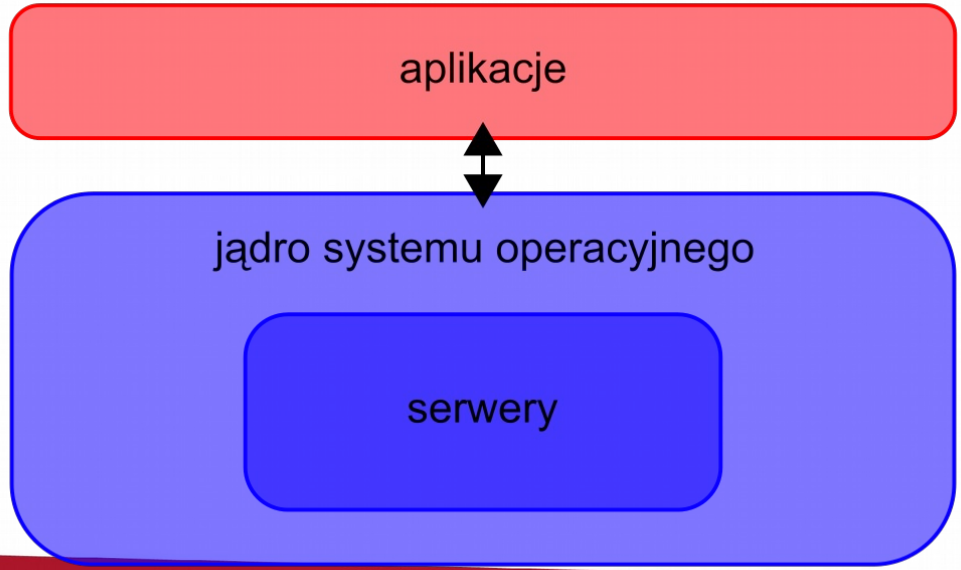
1. Monolitowe - Jądro wszystkie zadania wykonuje bezpośrednio.
   np. Linux, FreeBSD



2. Mikrojądro - Jądro korzysta z “serwerów” do komunikacji z hardwarem.



3. Jądro hybrydowe - Połączenie jądra monolithowego z mikrojądrem. W jądro są wbudowane serwery.



2. Zarządzanie pamięcią.

a) pamięć fizyczna i logiczna

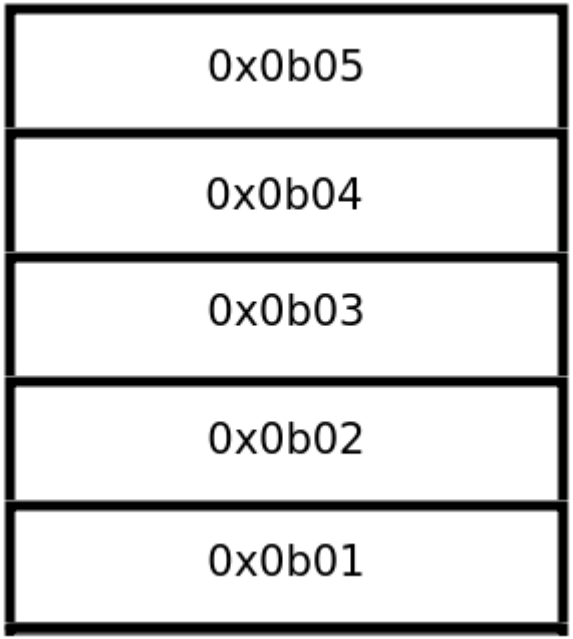
b) stronicowanie i tabele stronnicowe

c) slab allocator & buddy system

2. Zarządzanie pamięcią.

a) Pamięć fizyczna i logiczna

- System operacyjny “widzi” pamięć jako jeden, ogromny blok.
- Pamięć w systemie operacyjnym takim jak Linux organizowana jest poprzez **stronicowanie (o tym za chwilę)**.

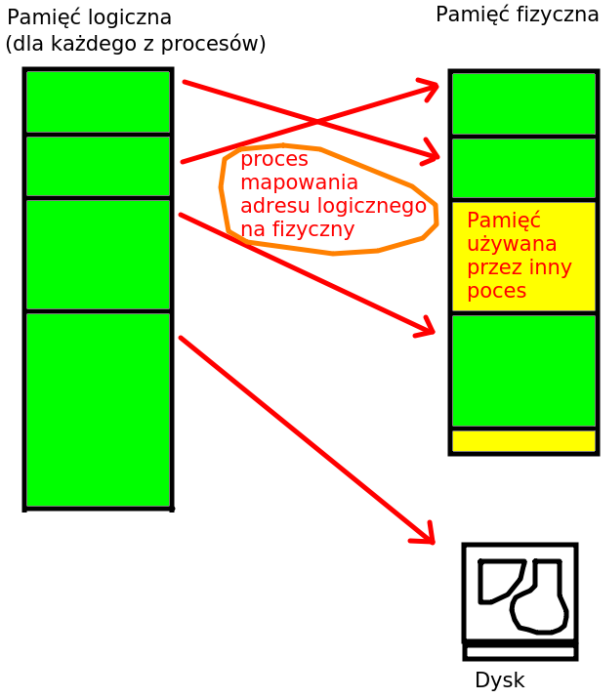


2. Zarządzanie pamięcią.

a) Pamięć fizyczna i logiczna

- Każdy proces używa innego widoku na pamięć systemu – używa on własnej pamięci **logicznej**.
- Każda operacja związana z pamięcią logiczną – odniesieniem się do danego adresu w przestrzeni adresowej - wiąże się ze znalezieniem odpowiadającemu mu adresowi w pamięci fizycznej.
- **Pamięć wirtualna** jest sposobem (techniką) radzenia sobie z wykonywaniem wielu procesów rownocześnie.

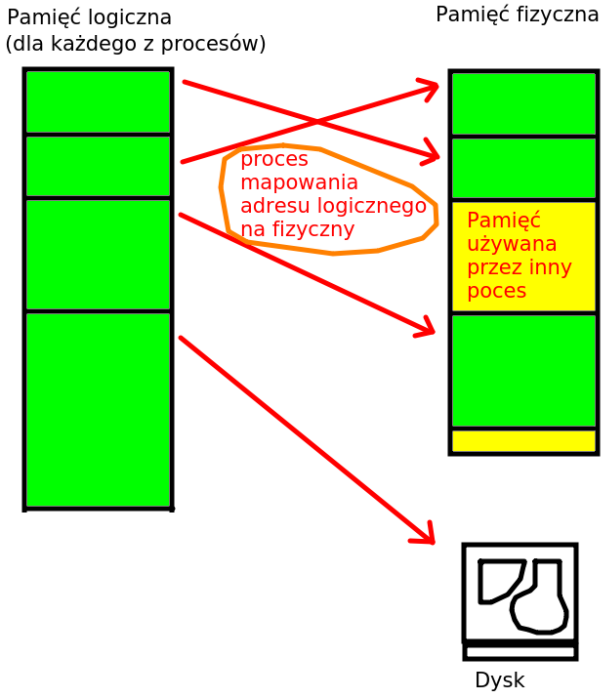
2. Zarządzanie pamięcią.



a) Pamięć fizyczna i logiczna

Każda operacja związana z pamięcią logiczną – odniesieniem się do danego adresu w przestrzeni adresowej - wiąże się ze znalezieniem odpowiadającemu mu adresowi pamięci fizycznej.

2. Zarządzanie pamięcią.

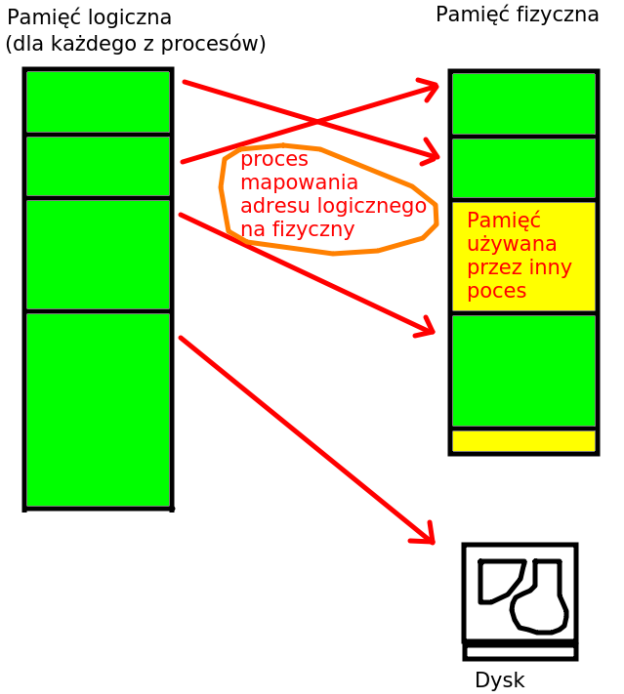


a) Pamięć fizyczna i logiczna

A po co tak ?

- W dzisiejszych komputerach wiele procesów wykonuje się równocześnie, przez co istnieje ryzyko nadpisywania obszarów pamięci – wykonywanie wielu procesów byłoby wręcz niemożliwe!
- Dzięki mapowaniu adresu logicznego na adres fizyczny mamy pewność, że nie odwołamy się do już zajętego obszaru pamięci lub obszaru pamięci, którego nie ma!

2. Zarządzanie pamięcią.



a) Pamięć fizyczna i logiczna

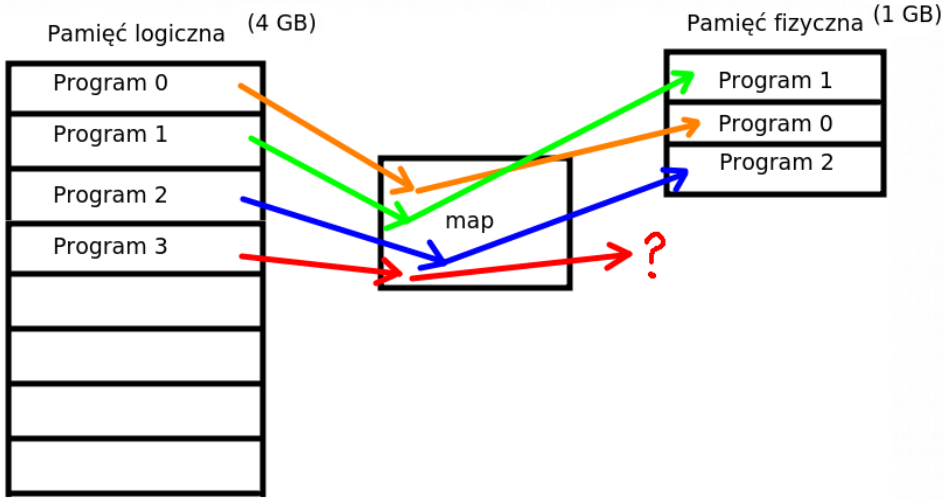
- Nie ma też znaczenia, gdzie w rzeczywistej pamięci znajduje się adres, do którego odwołuje się proces – z jego punktu widzenia operuje na swojej przestrzeni adresowej.
- Z perspektywy procesu jest on jedynym wykonującym się w danym momencie.

2. Zarządzanie pamięcią.

a) Pamięć fizyczna i logiczna

Problem:

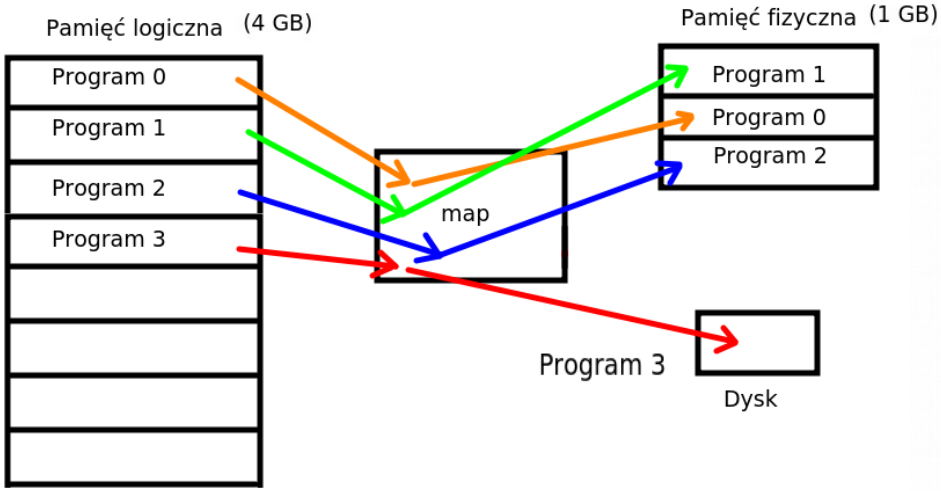
Brak wystarczającej pamięci fizycznej lub nieciągłość przestrzenii adresowej.



2. Zarządzanie pamięcią.

a) Pamięć fizyczna i logiczna

Rozwiązanie:



Zmapowanie części przestrzenii adresowej programu na dysk.

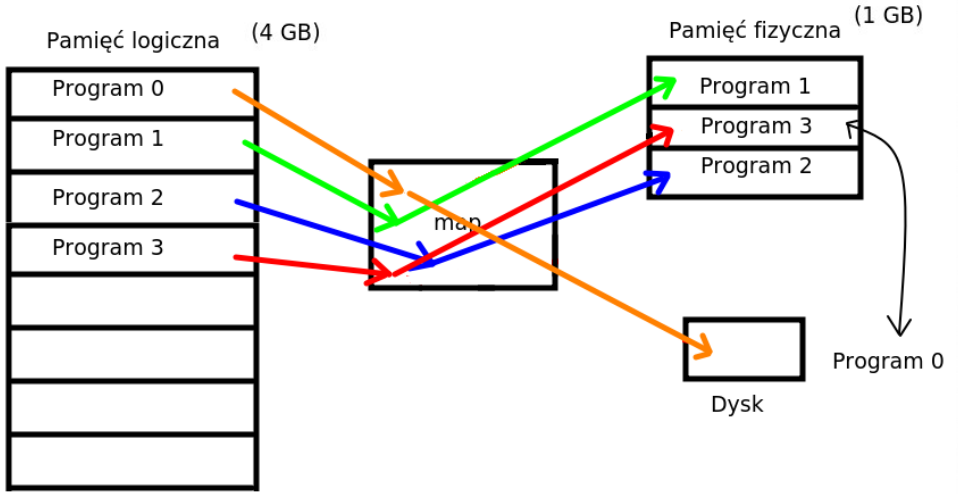
W ten sposób, gdy dostęp do niej będzie potrzebny - przeniesiona będzie ona do pamięci RAM.

2. Zarządzanie pamięcią.

a) Pamięć fizyczna i logiczna

Wiąże się to z pewnymi czynnościami, a mianowicie:

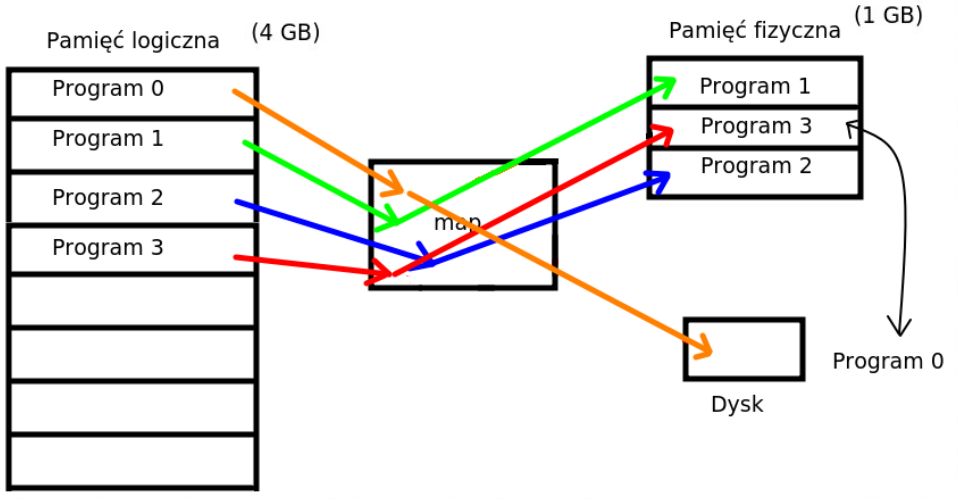
- “Przenoszony” zostaje jeden z adresów na dysk.
- Tym samym zwalnia on miejsce dla adresu, który obecnie jest umieszczany w pamięci fizycznej.



2. Zarządzanie pamięcią.

a) Pamięć fizyczna i logiczna

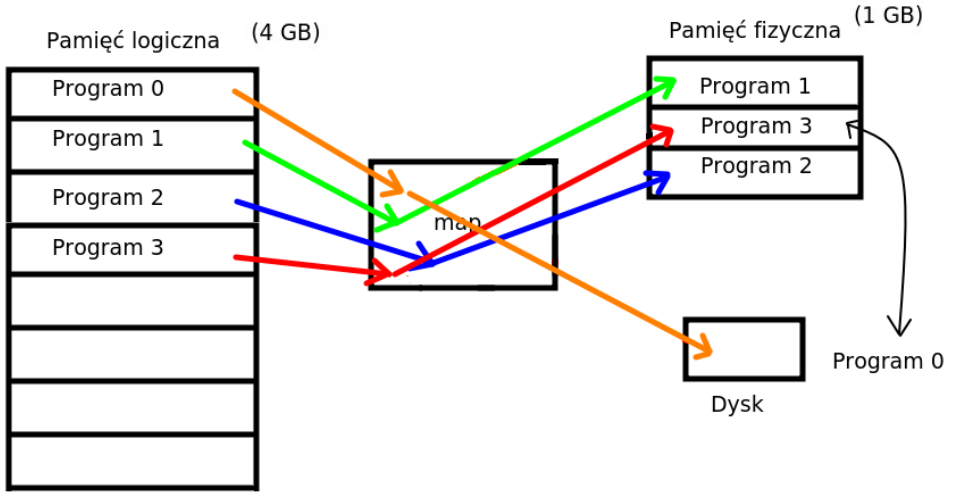
- Z punktu widzenia procesu posiada on do dyspozycji bardzo dużą, jednorodną i szybką pamięć logiczną.
- Nie ma on pojęcia, gdzie faktycznie jest przechowywany: czy to na dysku, czy dyskietce czy pamięci fizycznej RAM.



2. Zarządzanie pamięcią.

a) Pamięć fizyczna i logiczna

- Jest to rozwiązanie problemu fragmentacji danych.
  I na przykład program 0 może być rozłożony na kilka części w rzeczywistej pamięci fizycznej.



2. Zarządzanie pamięcią.

a) Pamięć fizyczna i logiczna

Zatem:

- **Pamięć fizyczna –** realny, rzeczywisty byt w naszym komputerze.

- **Pamięć logiczna -** jest to pamięć na użytek procesów generowana przez jądro systemu. Czyli dla każdego procesu jest widoczna jako pamięć zaczynająca sie od 0 do N-tego adresu, natomiast nie jest to rzeczywisty adres w pamięci fizycznej.

2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

- **Stronicowanie** jest sposobem rozwiązania problemu nieciągłości rozmieszczenia logicznej przestrzeni adresowej procesu w pamięci fizycznej.
- Polega ono na podziale pamięci na spójne bloki ustalonej wielkości.
- Takie bloki pamięci logicznej nazywa się **stronami** i z reguły mają one rozmiar **4 kb.**
- Natomiast bloki pamięci fizycznej nazywa się **ramkami**

2. Zarządzanie pamięcią.

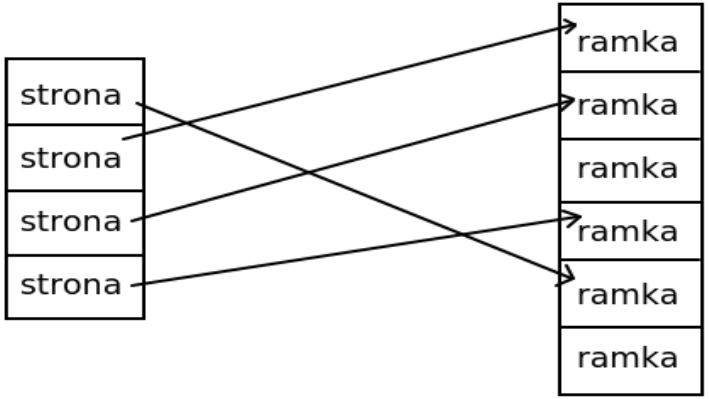
b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

- **Tabela stronnicowa** to struktura, która konwertuje adres logiczny na adres fizyczny.
- Znajduje się ona w pamięci **RAM** (w przestrzeni jądra).
- **Tabele stronnicowe** zawierają w sobie **pozycje wejściowe** (page table entries).
- Indeksami tabeli stronnicowej są logiczne numery **stron,** a wartościami adresy **ramek**.

2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

- Każda **strona** ma swój odpowiednik w postaci **ramki**.
- **Strony** są poukładane w ciągły obszar pamięci, jednak nie implikuje to ciągłości **ramek**.

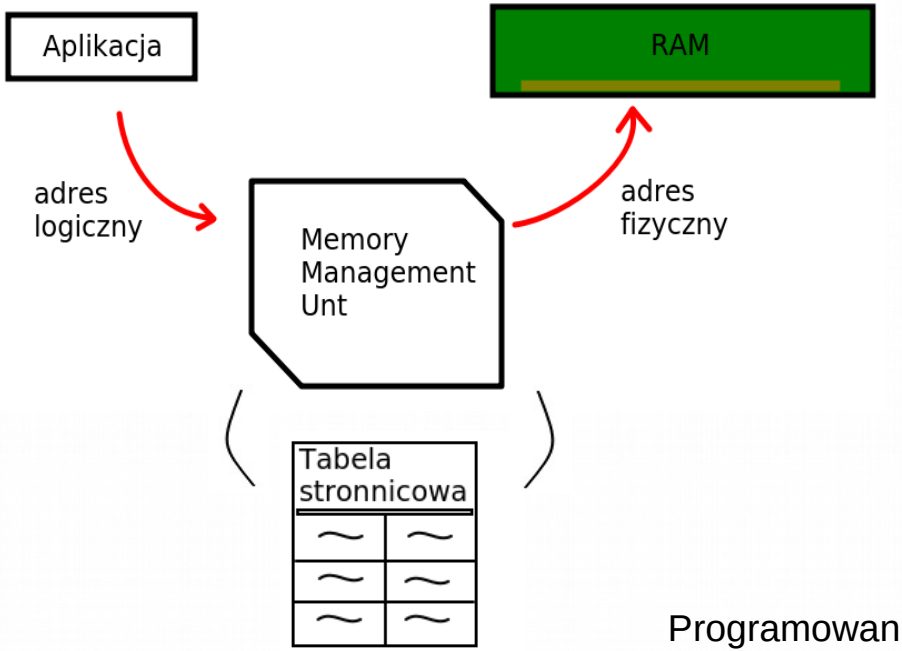


2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

- **M**emory **M**anagement **U**nit (**MMU**) - tłumaczy ona adres logiczny na adres fizyczny.

- **MMU** operuje na adresach stron i mapuje na odpowiedni adres fizyczny.



2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie i tabele stronnicowe

Adresowanie

- Każdy proces korzysta ze swojej pamięci logicznej – należy to przekształcić w adres fizyczny I dokonać odpowiedniej operacji.
- Tłumaczenie odbywa się w oparciu o tablicę stronnicową danego procesu.
- Sprzętowe wykonywanie tłumaczenia adresów logicznych na fizyczne jest dużo szybsze niż tłumaczenie programowe – należy tylko podmienić część bitów

Tabela stronnicowa

Virtual Address	Physical Address
512	12
786	4
1024	2
...	...
...	...
...	...

2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

Jak odbywa się adresowanie ?

Adres logiczny zajmuje 32 bity, z czego 20 bitów oznacza numer strony, natomiast 12 bitów oznacza przesunięcie (offset) na wskazanej stronie.

Tabela stronnicowa

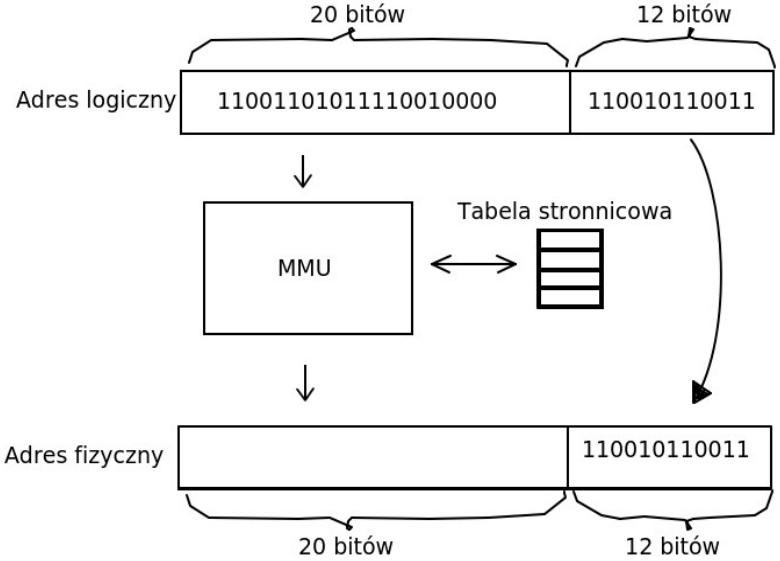
Virtual Address	Physical Address
512	12
786	4
1024	2
...	...
...	...
...	...

2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

Jak odbywa się adresowanie ?

- 12 bitów przesunięcia jest kopiowanych bezpośrednio z adresu logicznego na adres fizyczny.

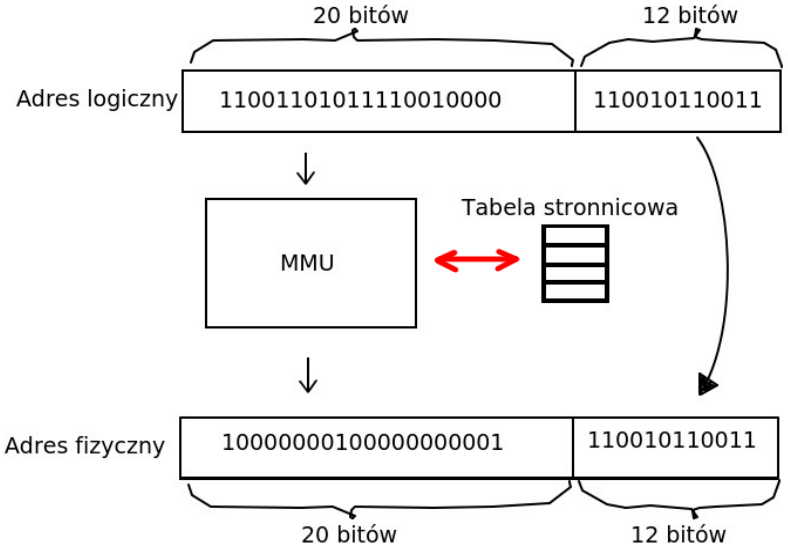


2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

Jak odbywa się adresowanie ?

- 12 bitów przesunięcia jest kopiowanych bezpośrednio z adresu logicznego na adres fizyczny.
- Natomiast 20 bitów adresu logicznego służy do znalezienia w tabeli stronnicowej odpowiedniego adresu fizycznego.

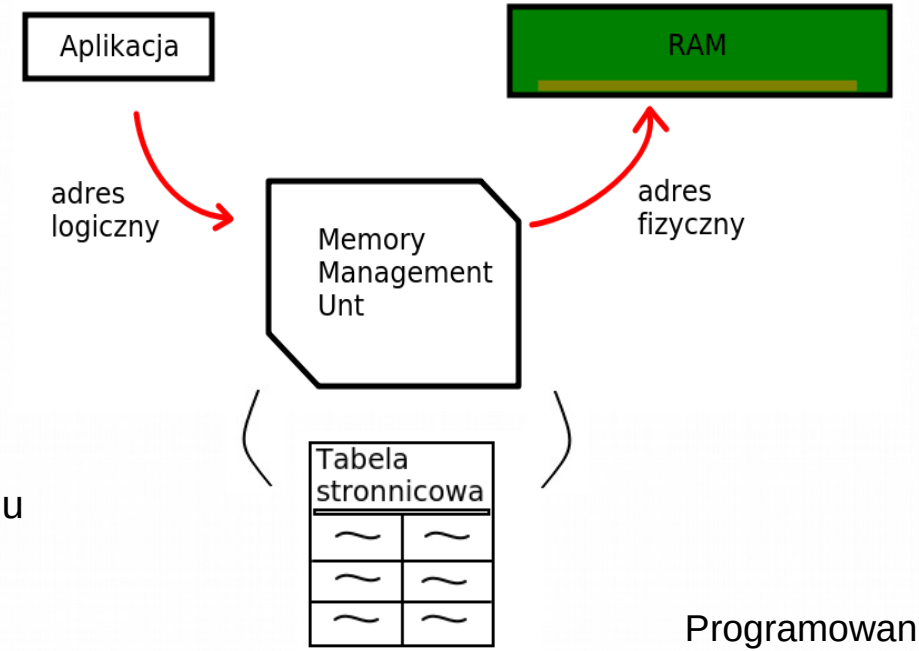


2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie i tabele stronnicowe

Problem:

- Tłumaczenie każdej strony wymaga spojrzenia na **tabelę stronnicową,** która jest umieszczona w pamięci RAM.
- Niewydajne, dwukrotny dostęp do pamięci przy pojedynczym odwołaniu danych



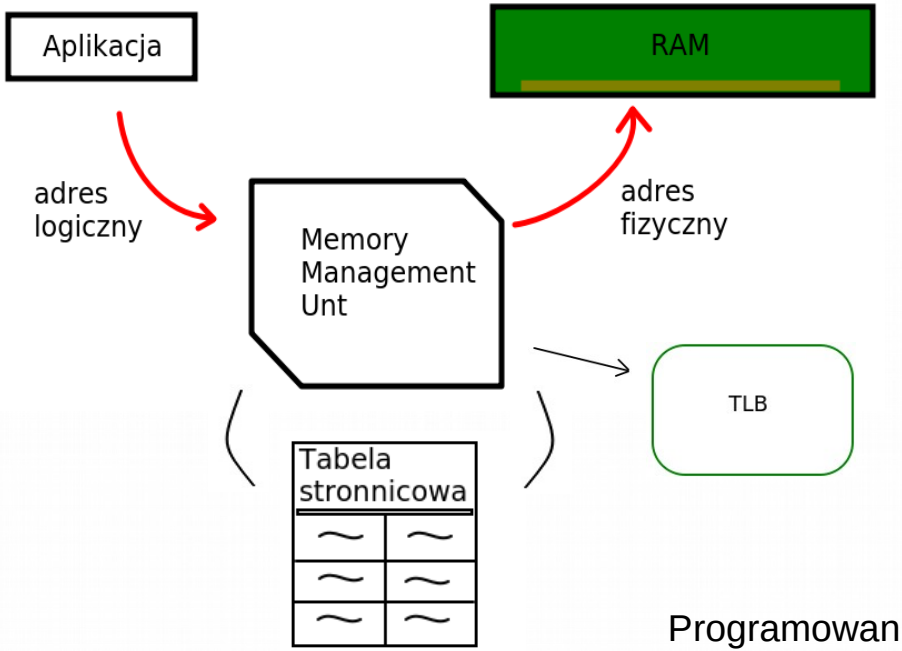
2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

Rozwiązanie:

- **Bufor mikroprocesorowej pamięci (Translation Lookaside Buffer – TLB)**

- Jest to pamięć podręczna, która przechowuje część mapowań adresów.
- Szybka, wydajna, lecz droga
- Typowy rozmiar – 8 do 4096 wejść.



2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

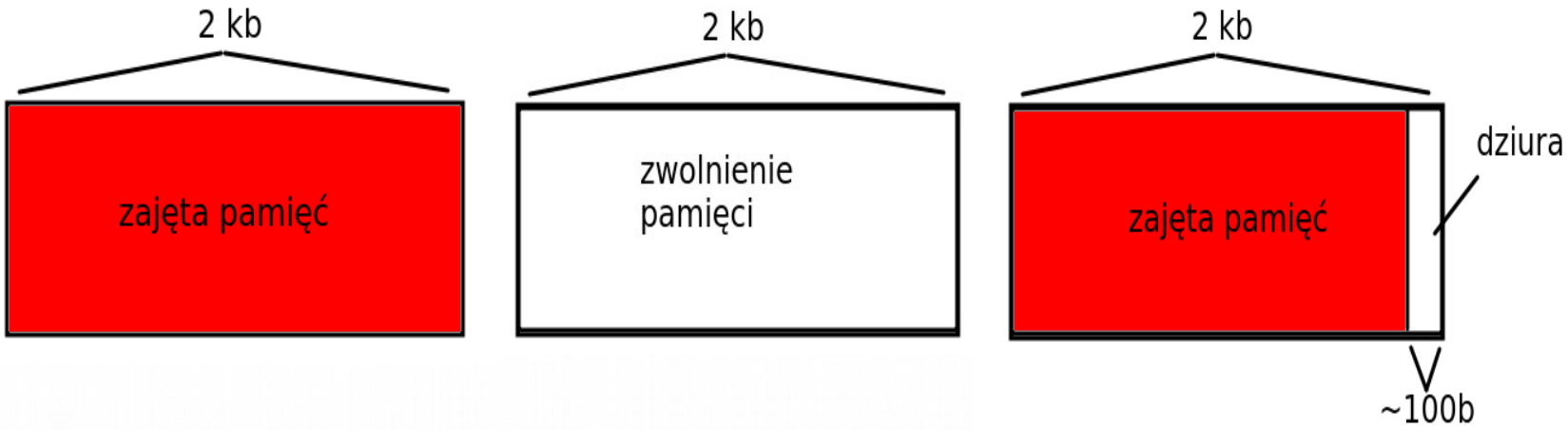
Zalety stronicowania:

- Główną zaletą stronicowania jest **brak fragmentacji zewnętrznej,**
  czyli sytuacji gdy w pamięci powstają dziury – z których już nikt nie korzysta.

Przykład ---->

2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe



2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

Zalety stronicowania:

- Główną zaletą stronicowania jest **brak fragmentacji zewnętrznej.**
- Przydzielanie pamięci w kawałkach ustalonego rozmiaru zapobiega fragmentacji zewnętrznej gdyż najmniejszy nieużyty blok pamięci ma rozmiar jednej **strony.**
- Proces, który zgłasza zapotrzebowanie na kilka ramek dostaje je pojedyńczo, co powoduje , że nie muszą być one spójnym blokiem pamięci fizycznej.

2. Zarządzanie pamięcią.

b) Stronicowanie I tabele stronnicowe

Wady stronicowania:

- **Fragmentacja wewnętrzna –** proces może potrzebować mniej pamięci niż 4 kb pochodzące od **strony –** pozostała część strony może być nie użyta.
- Koszt utrzymania pamięci w postaci stron i ramek

2. Zarządzanie pamięcią.

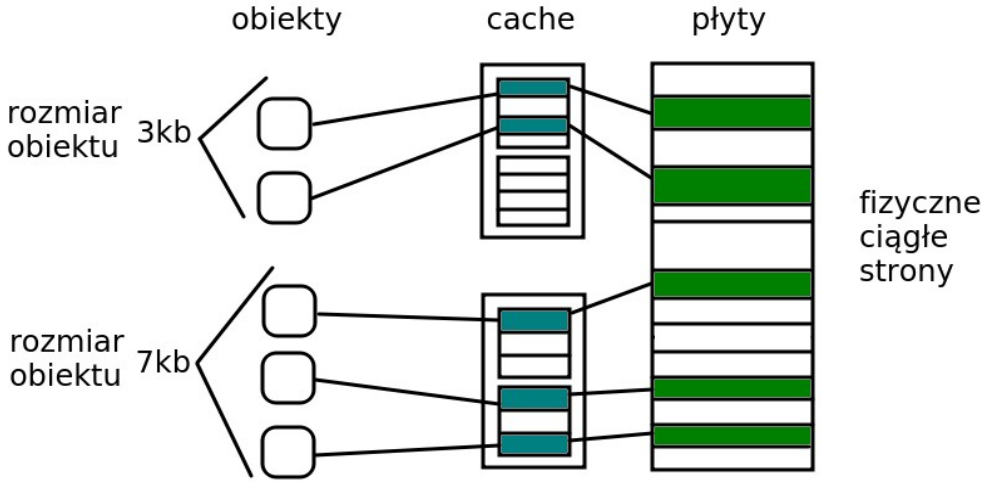
c) slab allocator & buddy system

slab allocator (alokator płytowy) oraz **buddy system (system bliźniaków)** to dwa mechanizmy radzenia sobie z alokacją pamięci

2. Zarządzanie pamięcią.

c) slab allocator

Alokator płytowy – mechanizm zarządzania pamięcią przeznaczony do wydajnej alokacji pamięci obiektów



2. Zarządzanie pamięcią.

c) slab allocator

- wykorzystuje mechanizm cachowania (pamięci podręcznej)

- osobny cache na obiekty plików, struktury danych reprezentujące deskryptory procesów, semafory

- w tej technice kawałki pamięci (**memory chunks**), które mogłyby pomieścić pewne obiekty są poprzednio prealokowane

2. Zarządzanie pamięcią.

c) slab allocator

- **ZALETY:**

  - pełne wykorzystanie pamięci, brak fragmentacji

  - żądanie o obszar pamięci może być obsłużone bardzo sprawnie

  - dobre dla obiektów mniejszych niż strona

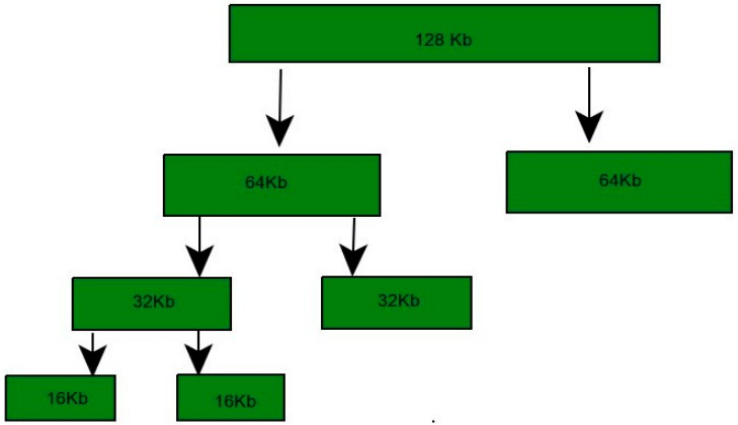
- **WADY:**

  - narzut pamięci ze względu na cache

2. Zarządzanie pamięcią.

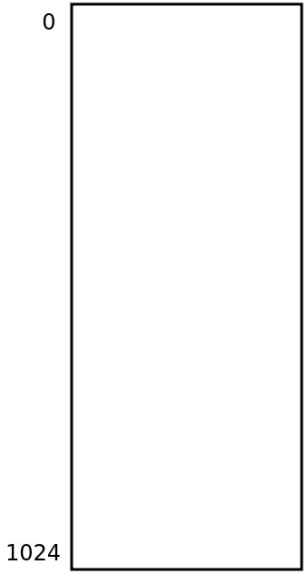
- **c) buddy system**

Buddy system (system bliźniaków) - metoda alokacji pamięci, która charakteryzuje się dużą szybkością i łatwością implementacji oraz niską **fragmentacją zewnętrzną**, kosztem jednak **znaczącej fragmentacji wewnętrznej**.



2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



A - żąda alokacji 32 mb

B - żąda alokacji 64 mb

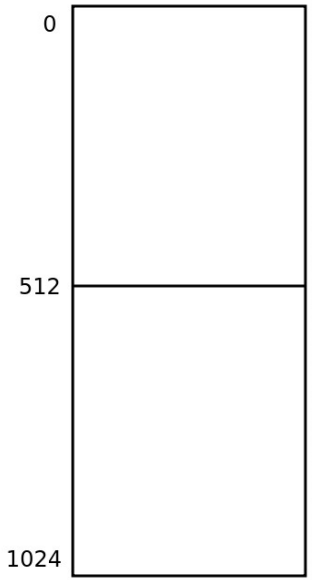
C - żąda alokacji 60 mb

D - żąda alokacji 150mb

procesy

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



A - żąda alokacji 32 mb

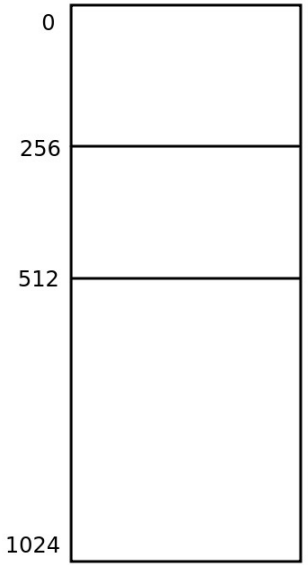
B - żąda alokacji 64 mb

C - żąda alokacji 60 mb

D - żąda alokacji 150mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



A - żąda alokacji 32 mb

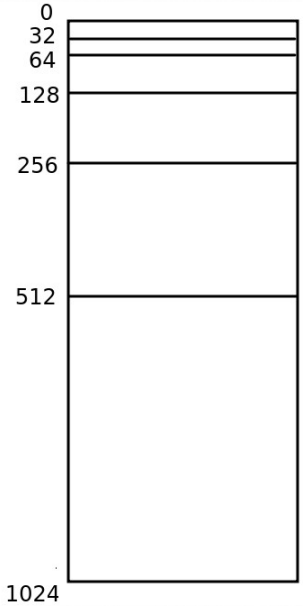
B - żąda alokacji 64 mb

C - żąda alokacji 60 mb

D - żąda alokacji 150mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



A - żąda alokacji 32 mb

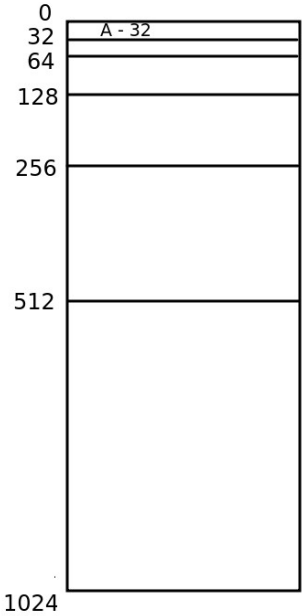
B - żąda alokacji 64 mb

C - żąda alokacji 60 mb

D - żąda alokacji 150mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



~~A - żąda alokacji 32 mb~~

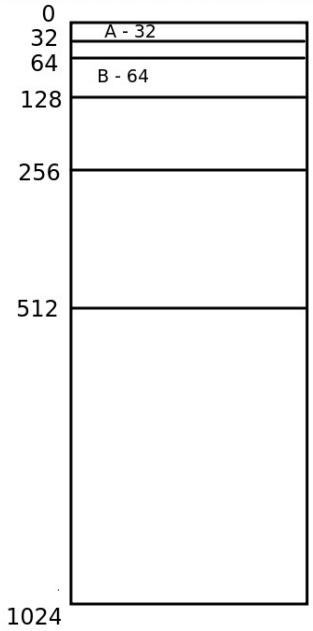
B - żąda alokacji 64 mb

C - żąda alokacji 60 mb

D - żąda alokacji 150mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



~~A - żąda alokacji 32 mb~~

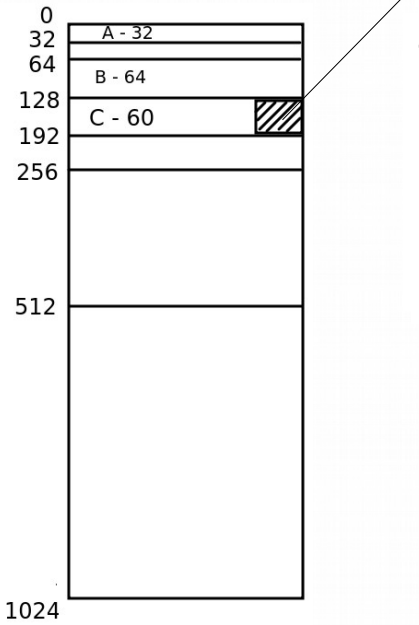
~~B - żąda alokacji 64 mb~~

C - żąda alokacji 60 mb

D - żąda alokacji 150mb

2. Zarządzanie pamięcią.

c) buddy system



fragmentacja wewnętrzna

~~A - żąda alokacji 32 mb~~

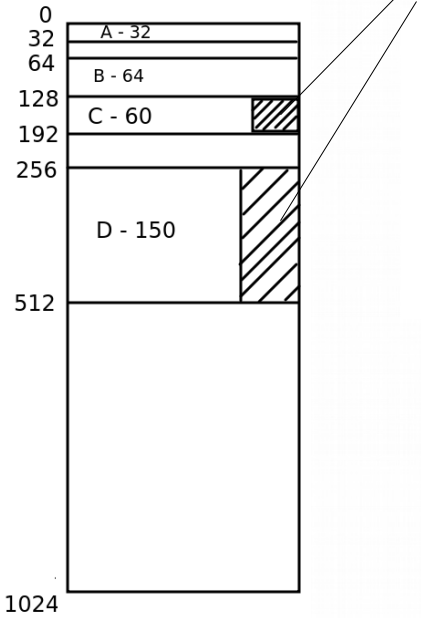
~~B - żąda alokacji 64 mb~~

~~C - żąda alokacji 60 mb~~

D - żąda alokacji 150mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



fragmentacja wewnętrzna

~~A - żąda alokacji 32 mb~~

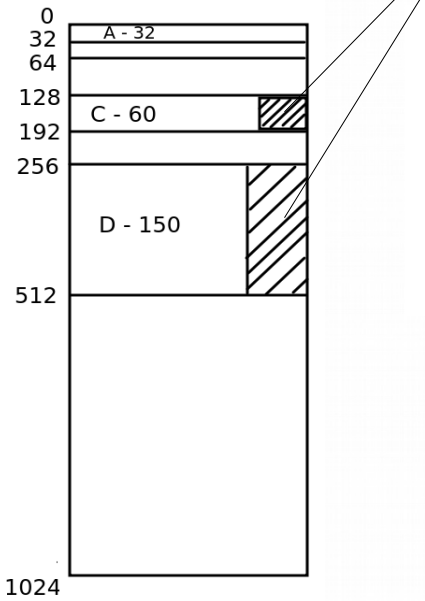
~~B - żąda alokacji 64 mb~~

~~C - żąda alokacji 60 mb~~

~~D - żąda alokacji 150mb~~

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



fragmentacja wewnętrzna

~~A - żąda alokacji 32 mb~~

~~B - żąda alokacji 64 mb~~

~~C - żąda alokacji 60 mb~~

~~D - żąda alokacji 150mb~~

~~Zwolnienie B~~

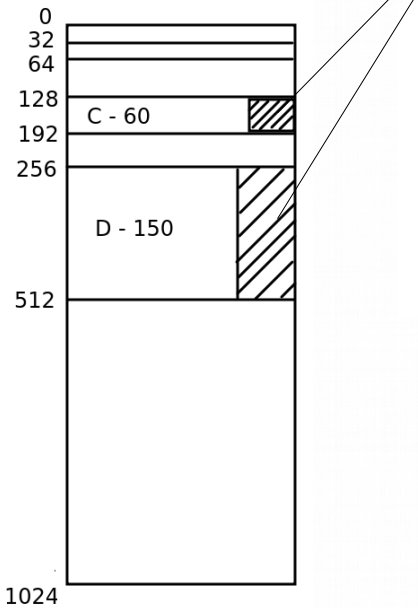
Zwolnienie A

E - żąda alokacji 100 mb

F - żąda alokacji 100 mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



fragmentacja wewnętrzna

~~A - żąda alokacji 32 mb~~

~~B - żąda alokacji 64 mb~~

~~C - żąda alokacji 60 mb~~

~~D - żąda alokacji 150mb~~

~~Zwolnienie B~~

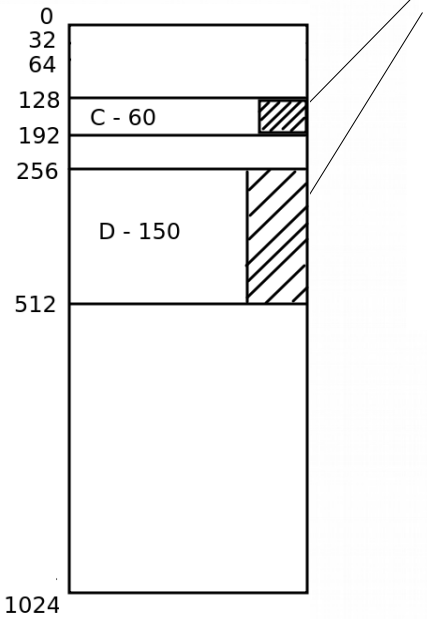
~~Zwolnienie A~~

E - żąda alokacji 100 mb

F - żąda alokacji 100 mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



fragmentacja wewnętrzna

~~A - żąda alokacji 32 mb~~

~~B - żąda alokacji 64 mb~~

~~C - żąda alokacji 60 mb~~

~~D - żąda alokacji 150mb~~

~~Zwolnienie B~~

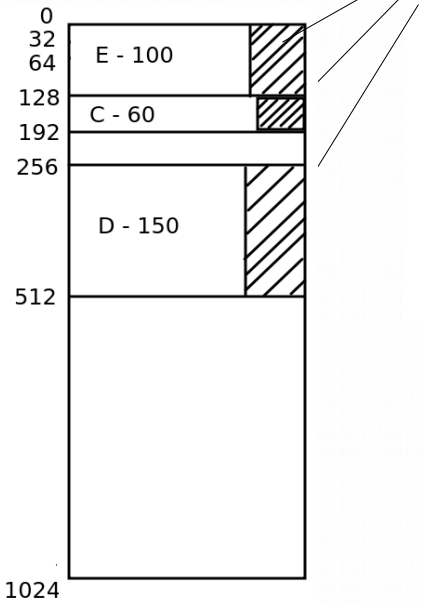
~~Zwolnienie A~~

E - żąda alokacji 100 mb

F - żąda alokacji 100 mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



fragmentacja wewnętrzna

~~A - żąda alokacji 32 mb~~

~~B - żąda alokacji 64 mb~~

~~C - żąda alokacji 60 mb~~

~~D - żąda alokacji 150mb~~

~~Zwolnienie B~~

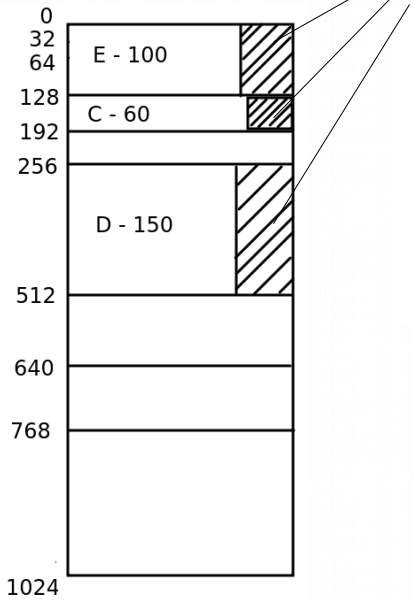
~~Zwolnienie A~~

~~E - żąda alokacji 100 mb~~

F - żąda alokacji 100 mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



fragmentacja wewnętrzna

~~A - żąda alokacji 32 mb~~

~~B - żąda alokacji 64 mb~~

~~C - żąda alokacji 60 mb~~

~~D - żąda alokacji 150mb~~

~~Zwolnienie B~~

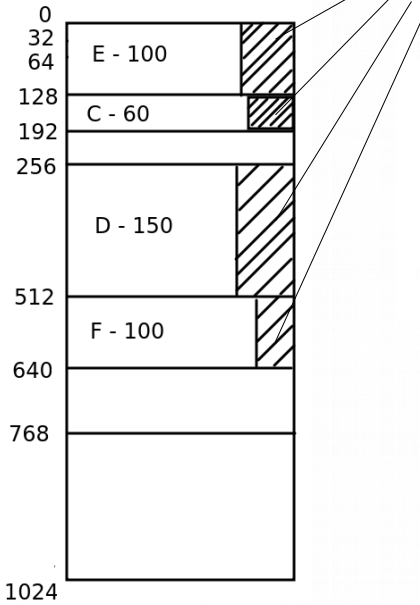
~~Zwolnienie A~~

~~E - żąda alokacji 100 mb~~

F - żąda alokacji 100 mb

2. Zarządzanie pamięcią.

- **c) buddy system**



fragmentacja wewnętrzna

~~A - żąda alokacji 32 mb~~

~~B - żąda alokacji 64 mb~~

~~C - żąda alokacji 60 mb~~

~~D - żąda alokacji 150mb~~

~~Zwolnienie B~~

~~Zwolnienie A~~

~~E - żąda alokacji 100 mb~~

~~F - żąda alokacji 100 mb~~

2. Zarządzanie pamięcią.

c) buddy system

- **ZALETY:**

  - mała fragmentacja zewnętrzna

  - szybki, ze względu na strukturę drzewa binarnego

  - łączenie w większe bloki

  - prosta kalkulacja adresów

- **WADY:**

  - występuje fragmentacja wewnętrzna (która w konsekwencji może powodać znaczne straty w postaci nieużytej pamięci!)

Zarządzanie procesami

a) priorytety i przydział procesora

b) typy procesów (Kernel process/user process)

c) przekazywanie danych pomiędzy procesami

d) planer

e) startowanie, kopiowanie, usuwanie procesów

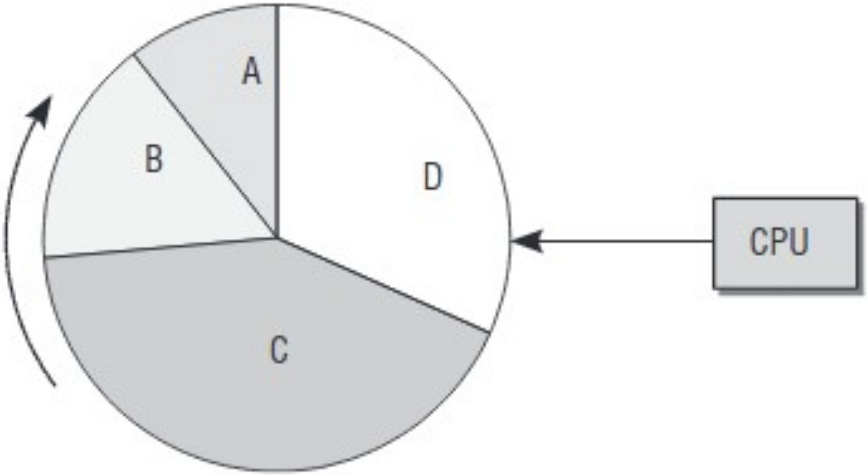
Identyfikacja procesów

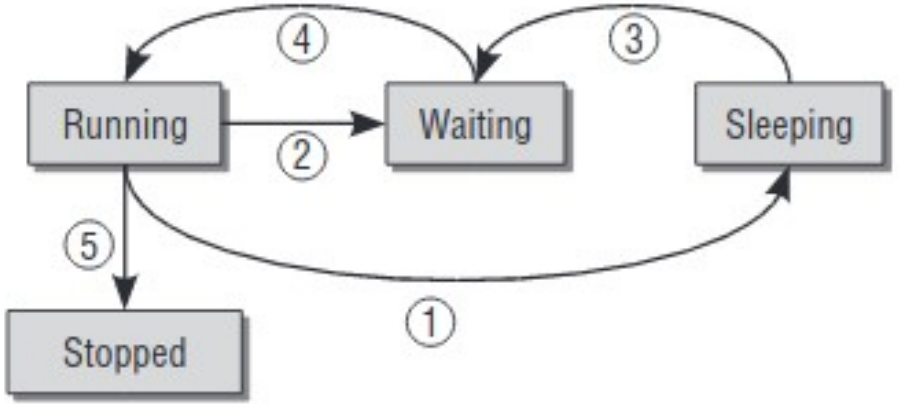
PID - Process Identification Number

TGID - Thread Group ID

PGID - Process Group ID

SID - Session ID


A
B
D
C
CPU


4
3
Running
Waiting
Sleeping
2
5
1
Stopped

Klasyfikacja procesów ze względu na potrzeby czasowe

- Hard real-time process - Procesy z potrzebą wykonania w przeciągu danego czasu, zazwyczaj jak najszybciej. (nieobsługiwane przez kernel linuxa)

- Soft real-time process - Proces z potrzebą wykonania w przeciągu danego czasu, ale dopuszczalne są opóźnienia.

- Normal process - Zwykły proces użytkownika, w naszych systemach korzystamy głównie z takich, wykonuje się kiedy dostanie przydział CPU.

Priorytety

```
ps -e -o uid,pid,ppid,pri,ni,cmd
```

Tryby jądra(wykonywania procesów)

- Zwykły - tryb w którym wykonywane są zwykłe procesy, mogą być wywłaszczone przez inne procesy, system call i przerwania.

- Kernel - tryb w którym przetwarzane są system call. Może być wywłaszczony jedynie przez przerwanie.

Komunikacja międzyprocesowa(IPC)

Używamy gdy:

- Dwa(lub więcej) procesy dzielą dane
- Proces A czeka na wykonanie procesu B
- Proces A przekazuje dane procesowi B

Metody komunikacji pochodzą z System V

Semafory

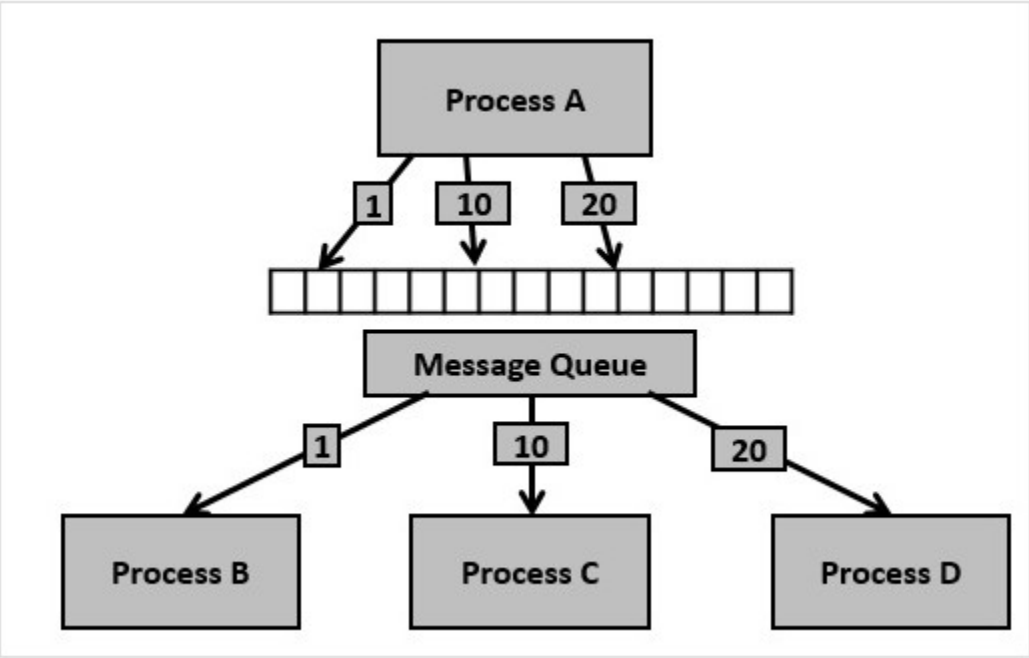
Najprostsza metoda uzgadniania dostępu do danych. Kilka procesów dzieli wspólną zmienną. Arbitralnie ustawiamy klucz semafora(wspólny dla wszystkich procesów)

Dostęp do współdzielonych danych:

1. Ustawienie semafora o podanym kluczu
2. Przy dostępie do danych obniża wartość semafora o 1 i uzyskuje dostęp do danych, lub jeśli semafor już posiada wartość 0, proces “zasypia” i czeka, aż będzie mógł uzyskać dostęp do danych.
3. Kiedy kończy korzystać z danych, zwiększa wartość semafora o 1 i wybudza pierwszy proces w kolejce.

Przykład

Kolejki wiadomości



Wysłanie wiadomości kolejką:

1. Wygenerowanie klucza kolejki
2. Stworzenie lub pobranie numeru kolejki z pomocą klucza z punktu 1.
3. Ustawienia w strukturze numeru wiadomości i wiadomości
4. Wysłanie wiadomości

Odebranie wiadomości z kolejki:

5. Punktu 1,2 z wysyłki.
6. Przeszukanie kolejki w ramach znalezienia wiadomości o wybranym numerze.

   UWAGA: Wiadomość dotrze jedynie do pierwszego procesu który ją odbierze z kolejki!

Przykład

Sygnały

Komunikacja za pomocą sygnałów następuje za pomocą wysyłania sygnałów i ich obsługę przez handlery.

Przykład

Planer

Program zarządzający przełączaniem procesów wykonywanych na CPU. Jego głównym zadaniem jest sprawiedliwe rozdzielenie zasobów pomiędzy procesami z uwzględnieniem ich priorytetów. Zawsze najpierw rozpatrujemy procesy real-time, potem zaczynamy rozpatrywać procesy normalne.

Planer w linuxie obecnie korzysta z dwóch polityk planowania: Real-Time Scheduler i Completely Fair Scheduler.

Problemy które musi rozwiązywać planer

- Unikanie zbyt częstego przełączania procesów
- Unikanie zbyt rzadkiego przełączania procesów
- “Równy” podział czasu procesora
- Obsługa wielu rdzeni

Działanie planera w linuxie

- Wszystkie procesy są przetrzymywane w drzewie czerwono-czarnym, używając przydzielonego czasu procesora jako index.
- Każdy proces ma przypisany maksymalny czas wykonania
- Gdy planer musi wywołać proces to wywołuje proces z najmniejszym indexem
- W zależności od priorytetu procesu różnie naliczany mu jest czas procesora. Np. proces z priorytetem 5 za każdą nanosekundę ma naliczane 3 nanosekundy.

Tworzenie nowych procesów

Fork - “kopiowanie” procesu, kopiujemy całą instancję procesu, razem z pamięcią, co jest wolne i zasobożerne. Aby tego uniknąć linux używa techniki “Copy On Write”.

“Copy On Write” zamiast kopiować całe strony pamięci udostępnia procesów “read-only” dostęp do danych pierwotnego procesu. W momencie próby nadpisania danych przez którykolwiek z procesów proces ten “kopiuje” nadpisane dane i zmienia ich adres w tablicy pamięci stronnicowej.

Dokumentacja

Tworzenie nowych procesów

vfork - skopiowanie procesu, ale z dostępem do tych samych danych co oryginalny proces.

Dokumentacja

Tworzenie nowych procesów

Clone - Klonowanie z wyborem które dokładnie dane chcemy skopiować.

Dokumentacja

Tworzenie nowych procesów

Exec - Zastępuje wywołujący go proces innym procesem podanym jako argument.

Dokumentacja

“Zabijanie” procesów

kill(PID, SIGTERM / SIGKILL)

/usr/include/signal.h

Reprezentacja procesu w C

usr/include/sched.h

4. Wirtualny system plików (VFS).

a) typy systemów plików

b) powszechny model plików (Common File Model)

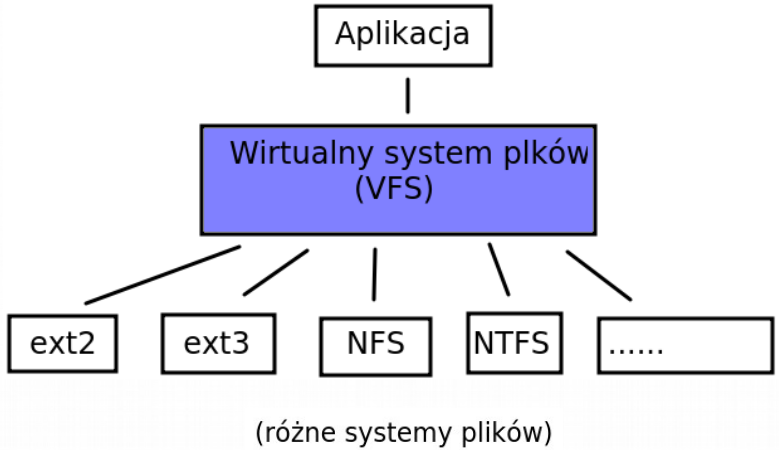
c) struktura Virtual File System(VFS)

4. Wirtualny system plików (VFS).

Wirtualny system plików

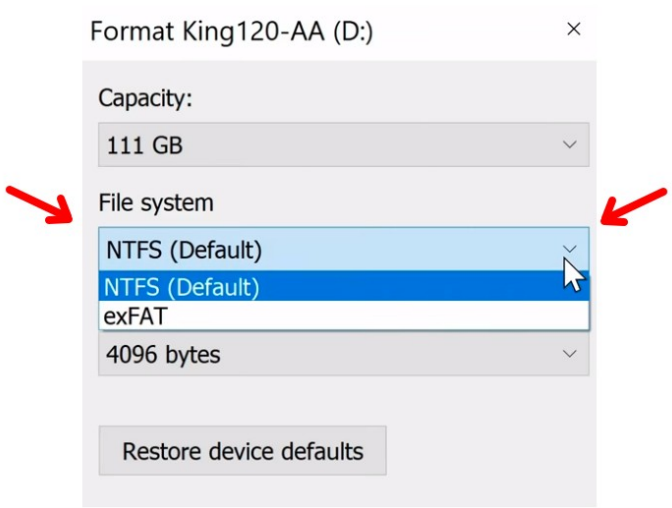
- jest to abstrakcyjna warstwa pośrednicząca między właściwym systemem plików a jądrem systemu operacyjnego.

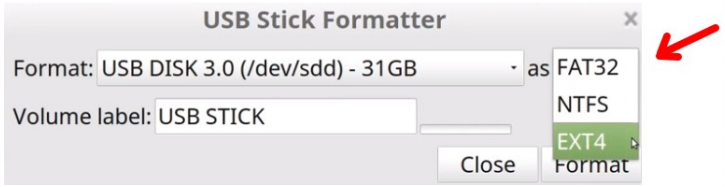
- w pewnym sensie jest to kontener dostarczający funkcjonalność systemu plików.



4. Wirtualny system plików (VFS).

a) typy systemów plików





4. Wirtualny system plików (VFS).

a) typy systemów plików

Second Extended File System (ext2) – wprowadzony w 1993 roku system plików dla systemu operacyjnego Linux.

- maksymalny rozmiar pliku: od **16 GB** do **2 TB**

- maksymalny rozmiar systemu: od **2 TB** do **32 TB**

- brak funkcji kronikowania (księgowania)

4. Wirtualny system plików (VFS).

a) typy systemów plików

Third Extended File System (ext3) – wprowadzony w 2001 roku system plików dla systemu operacyjnego Linux.

- maksymalny rozmiar pliku: od **16 GB** do **2 TB**

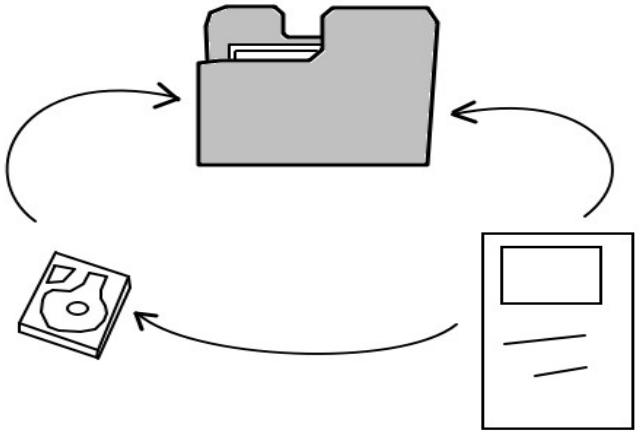
- maksymalny rozmiar systemu: od **2 TB** do **32 TB**

- wprowadzona **funkcja kronikowania (księgowania)**

4. Wirtualny system plików (VFS).

a) typy systemów plików

Czym jest funkcja kronikowania (księgowania)?



4. Wirtualny system plików (VFS).

a) typy systemów plików

Reiser File System (RFS) – uniwersalny, kronikowalny system plików stworzony przez zespół Namesys (2001 rok).

- maksymalny rozmiar pliku: **8 TB**
- maksymalny rozmiar systemu: **16 TB**

- posiada **funkcję kronikowania (księgowania)**
- szybszy od **ext2** i **ext3**

4. Wirtualny system plików (VFS).

a) typy systemów plików

Fourth Extended File System (ext4) – następca **ext3,** wprowadzony w 2008 roku

- maksymalny rozmiar pliku: od **16 GB** do **16 TB**

- maksymalny rozmiar systemu: **1 EB (**eksabajt, **1 EB = 10^9 GB) !!!**

- posiada **funkcję kronikowania (księgowania)**

4. Wirtualny system plików (VFS).

b) powszechny model plików (Common File Model)

“Wszystko jest plikiem”

4. Wirtualny system plików (VFS).

b) powszechny model plików (Common File Model)

```
[root@ip-10-0-0-105 ~]# ls -l
total 4
-rw-r--r--. 1 root root 12 Apr  8 02:03 basictextfile.txt
drwxr-xr-x. 2 root root  6 Apr  8 02:03 directory
[root@ip-10-0-0-105 ~]#
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

b) powszechny model plików (Common File Model)

```
[root@ip-10-0-0-105 ~]# ls -l
total 4
-rw-r--r--. 1 root root 12 Apr  8 02:03 basictextfile.txt
drwxr-xr-x. 2 root root  6 Apr  8 02:03 directory
[root@ip-10-0-0-105 ~]#
```

Katalog jest plikiem.

4. Wirtualny system plików (VFS).

b) powszechny model plików (Common File Model)

```
[root@ip-10-0-0-105 bin]# ls -l *ls*
-rwxr-xr-x. 1 root root  28896 Feb 16  2016 false
-rwxr-xr-x. 1 root root 243392 Jan  5  2016 grub2-menulst2cfg
-rwxr-xr-x. 1 root root 117616 Feb 16  2016 ls
-rwxr-xr-x. 1 root root  11520 Mar  5  2015 lsattr
-rwxr-xr-x. 1 root root  72592 Nov 20  2015 lsblk
-rwxr-xr-x. 1 root root  58352 Nov 20  2015 lscpu
-rwxr-xr-x. 1 root root   6632 Dec  3  2015 lsinitrd
-rwxr-xr-x. 1 root root  37648 Nov 20  2015 lslocks
-rwxr-xr-x. 1 root root  88136 Nov 20  2015 lslogins
-rwxr-xr-x. 1 root root   2614 Sep 10  2014 lss3
-rwxr-xr-x. 1 root root 292192 Feb 16  2016 systemd-cgls
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

b) powszechny model plików (Common File Model)

```
[root@ip-10-0-0-105 bin]# ls -l *ls*
-rwxr-xr-x. 1 root root  28896 Feb 16  2016 false
-rwxr-xr-x. 1 root root 243392 Jan  5  2016 grub2-menulst2cfg
-rwxr-xr-x. 1 root root 117616 Feb 16  2016 ls
-rwxr-xr-x. 1 root root  11520 Mar  5  2015 lsattr
-rwxr-xr-x. 1 root root  72592 Nov 20  2015 lsblk
-rwxr-xr-x. 1 root root  58352 Nov 20  2015 lscpu
-rwxr-xr-x. 1 root root   6632 Dec  3  2015 lsinitrd
-rwxr-xr-x. 1 root root  37648 Nov 20  2015 lslocks
-rwxr-xr-x. 1 root root  88136 Nov 20  2015 lslogins
-rwxr-xr-x. 1 root root   2614 Sep 10  2014 lss3
-rwxr-xr-x. 1 root root 292192 Feb 16  2016 systemd-cgls
```

Plik wykonywalny także jest zwykłym plikiem.

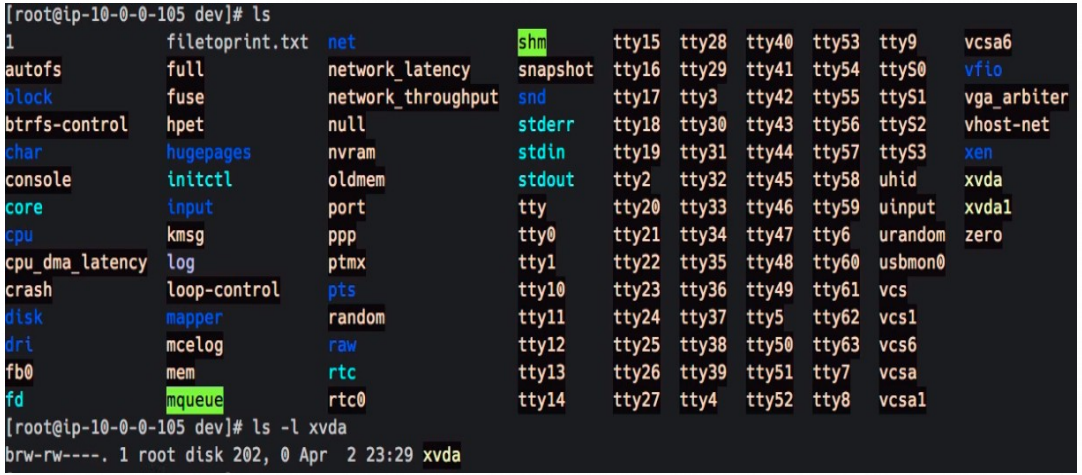
4. Wirtualny system plików (VFS).

b) powszechny model plików (Common File Model)

```
[root@ip-10-0-0-105 dev]# ls
1                 filetoprint.txt  net                 shm       tty15  tty28  tty40  tty53  tty9     vcsa6
autofs            full             network_latency     snapshot  tty16  tty29  tty41  tty54  ttyS0    vfio
block             fuse             network_throughput  snd       tty17  tty3   tty42  tty55  ttyS1    vga_arbiter
btrfs-control     hpet             null                stderr    tty18  tty30  tty43  tty56  ttyS2    vhost-net
char              hugepages        nvram               stdin     tty19  tty31  tty44  tty57  ttyS3    xen
console           initctl          oldmem              stdout    tty2   tty32  tty45  tty58  uhid     xvda
core              input            port                tty       tty20  tty33  tty46  tty59  uinput   xvda1
cpu               kmsg             ppp                 tty0      tty21  tty34  tty47  tty6   urandom  zero
cpu_dma_latency   log              ptmx                tty1      tty22  tty35  tty48  tty60  usbmon0
crash             loop-control     pts                 tty10     tty23  tty36  tty49  tty61  vcs
disk              mapper           random              tty11     tty24  tty37  tty5   tty62  vcs1
dri               mcelog           raw                 tty12     tty25  tty38  tty50  tty63  vcs6
fb0               mem              rtc                 tty13     tty26  tty39  tty51  tty7   vcsa
fd                mqueue           rtc0                tty14     tty27  tty4   tty52  tty8   vcsa1
[root@ip-10-0-0-105 dev]# ls -l xvda
brw-rw----. 1 root disk 202, 0 Apr  2 23:29 xvda
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

b) powszechny model plików (Common File Model)



Urządzenia również są plikami.

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

- Wirtualny System Plików jest zorientowany obiektowo.
- Rodzina struktur danych reprezentują powszechny model pliku.
- Struktury zawierają dane oraz wskaźniki do funkcji systemów plików.

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

Wyróżnia się cztery główne obiekty VFS:

- **Superblock object**
- **Inode object**
- **Dentry object**
- **File object**

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **Superblock object**

- reprezentuje zamontowany system plików

- operacje na superblocku zawarte w strukturze **super_operations**

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **Superblock object**

```
struct super_block {
        struct list_head        s_list;         /* list of all superblocks */
        dev_t                   s_dev;          /* identifier */
        unsigned long           s_blocksize;    /* block size in bytes */
        unsigned char           s_blocksize_bits; /* block size in bits */
        unsigned char           s_dirt;         /* dirty flag */
        unsigned long long      s_maxbytes;     /* max file size */
        struct file_system_type s_type;         /* filesystem type */
        struct super_operations s_op;           /* superblock methods */
        struct dquot_operations *dq_op;         /* quota methods */
        struct quotactl_ops     *s_qcop;        /* quota control methods */
        struct export_operations *s_export_op;  /* export methods */
        unsigned long           s_flags;        /* mount flags */
        unsigned long           s_magic;        /* filesystem's magic number */
        struct dentry           *s_root;        /* directory mount point */
        struct rw_semaphore     s_umount;       /* unmount semaphore */
        struct semaphore        s_lock;         /* superblock semaphore */
        int                     s_count;        /* superblock ref count */
        int                     s_need_sync;    /* not-yet-synced flag */
        atomic_t                s_active;       /* active reference count */
        void                    *s_security;    /* security module */
        struct xattr_handler    **s_xattr;      /* extended attribute handlers */
        struct list_head        s_inodes;       /* list of inodes */
        struct list_head        s_dirty;        /* list of dirty inodes */
        struct list_head        s_io;           /* list of writebacks */
        struct list_head        s_more_io;      /* list of more writeback */
        struct hlist_head       s_anon;         /* anonymous dentries */
        struct list_head        s_files;        /* list of assigned files */
        struct list_head        s_dentry_lru;   /* list of unused dentries */
        int                     s_nr_dentry_unused; /* number of dentries on list */
        struct block_device     *s_bdev;        /* associated block device */
        struct mtd_info         *s_mtd;         /* memory disk information */
        struct list_head        s_instances;    /* instances of this fs */
        struct quota_info       s_dquot;        /* quota-specific options */
        int                     s_frozen;       /* frozen status */
        wait_queue_head_t       s_wait_unfrozen; /* wait queue on freeze */
        char                    s_id[32];       /* text name */
        void                    *s_fs_info;     /* filesystem-specific info */
        fmode_t                 s_mode;         /* mount permissions */
        struct semaphore        s_vfs_rename_sem; /* rename semaphore */
        u32                     s_time_gran;    /* granularity of timestamps */
        char                    *s_subtype;     /* subtype name */
        char                    *s_options;     /* saved mount options */
};
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **Superblock object**

- operacje na superblocku zawarte w strukturze **super_operations**

```
struct super_operations {
  struct inode *(*alloc_inode)(struct super_block *sb);
  void (*destroy_inode)(struct inode *);
  void (*dirty_inode) (struct inode *);
  int (*write_inode) (struct inode *, int);
  void (*drop_inode) (struct inode *);
  void (*delete_inode) (struct inode *);
  void (*put_super) (struct super_block *);
  void (*write_super) (struct super_block *);
  int (*sync_fs)(struct super_block *sb, int wait);
  int (*freeze_fs) (struct super_block *);
  int (*unfreeze_fs) (struct super_block *);
  int (*statfs) (struct dentry *, struct kstatfs *);
  int (*remount_fs) (struct super_block *, int *, char *);
  void (*clear_inode) (struct inode *);
  void (*umount_begin) (struct super_block *);
  int (*show_options)(struct seq_file *, struct vfsmount *);
  int (*show_stats)(struct seq_file *, struct vfsmount *);
  ssize_t (*quota_read)(struct super_block *, int, char *, size_t, loff_t);
  ssize_t (*quota_write)(struct super_block *, int, const char *, size_t, loff_t);
  int (*bdev_try_to_free_page)(struct super_block*, struct page*, gfp_t);
};
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **Inode object**

- reprezentuje wszystkie informacje potrzebne jądru systemu do manipulacji plikami I katalogami.

- operacje na **inode** zawarte w strukturze **inode_operations**

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **Inode object**

```
struct inode {
        struct hlist_node       i_hash;             /* hash list */
        struct list_head        i_list;             /* list of inodes */
        struct list_head        i_sb_list;          /* list of superblocks */
        struct list_head        i_dentry;           /* list of dentries */
        unsigned long           i_ino;              /* inode number */
        atomic_t                i_count;            /* reference counter */
        unsigned int            i_nlink;            /* number of hard links */
        uid_t                   i_uid;              /* user id of owner */
        gid_t                   i_gid;              /* group id of owner */
        kdev_t                  i_rdev;             /* real device node */
        u64                     i_version;          /* versioning number */
        loff_t                  i_size;             /* file size in bytes */
        seqcount_t              i_size_seqcount;    /* serializer for i_size */
        struct timespec         i_atime;            /* last access time */
        struct timespec         i_mtime;            /* last modify time */
        struct timespec         i_ctime;            /* last change time */
        unsigned int            i_blkbits;          /* block size in bits */
        blkcnt_t                i_blocks;           /* file size in blocks */
        unsigned short          i_bytes;            /* bytes consumed */
        umode_t                 i_mode;             /* access permissions */
        spinlock_t              i_lock;             /* spinlock */
        struct rw_semaphore     i_alloc_sem;        /* nests inside of i_sem */
        struct semaphore        i_sem;              /* inode semaphore */
        struct inode_operations *i_op;              /* inode ops table */
        struct file_operations  *i_fop;             /* default inode ops */
        struct super_block      *i_sb;              /* associated superblock */
        struct file_lock        *i_flock;           /* file lock list */
        struct address_space    *i_mapping;         /* associated mapping */
        struct address_space    i_data;             /* mapping for device */
        struct dquot            *i_dquot[MAXQUOTAS]; /* disk quotas for inode */
        struct list_head        i_devices;          /* list of block devices */
        union {
            struct pipe_inode_info  *i_pipe;        /* pipe information */
            struct block_device     *i_bdev;        /* block device driver */
            struct cdev             *i_cdev;        /* character device driver */
        };
        unsigned long           i_dnotify_mask;     /* directory notify mask */
        struct dnotify_struct   *i_dnotify;         /* dnotify */
        struct list_head        inotify_watches;    /* inotify watches */
        struct mutex            inotify_mutex;      /* protects inotify_watches */
        unsigned long           i_state;            /* state flags */
        unsigned long           dirtied_when;       /* first dirtying time */
        unsigned int            i_flags;            /* filesystem flags */
        atomic_t                i_writecount;       /* count of writers */
        void                    *i_security;        /* security module */
        void                    *i_private;         /* fs private pointer */
};
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **Inode object**

- operacje na **inode** zawarte w strukturze **inode_operations**

```
struct inode_operations {
   int (*create) (struct inode *,struct dentry *,int, struct nameidata *);
   struct dentry * (*lookup) (struct inode *,struct dentry *, struct nameidata *);
   int (*link) (struct dentry *,struct inode *,struct dentry *);
   int (*unlink) (struct inode *,struct dentry *);
   int (*symlink) (struct inode *,struct dentry *,const char *);
   int (*mkdir) (struct inode *,struct dentry *,int);
   int (*rmdir) (struct inode *,struct dentry *);
   int (*mknod) (struct inode *,struct dentry *,int,dev_t);
   int (*rename) (struct inode *, struct dentry *,
                  struct inode *, struct dentry *);
   int (*readlink) (struct dentry *, char __user *,int);
   void * (*follow_link) (struct dentry *, struct nameidata *);
   void (*put_link) (struct dentry *, struct nameidata *, void *);
   void (*truncate) (struct inode *);
   int (*permission) (struct inode *, int);
   int (*setattr) (struct dentry *, struct iattr *);
   int (*getattr) (struct vfsmount *mnt, struct dentry *, struct kstat *);
   int (*setxattr) (struct dentry *, const char *,const void *,size_t,int);
   ssize_t (*getxattr) (struct dentry *, const char *, void *, size_t);
   ssize_t (*listxattr) (struct dentry *, char *, size_t);
   int (*removexattr) (struct dentry *, const char *);
   void (*truncate_range)(struct inode *, loff_t, loff_t);
   long (*fallocate)(struct inode *inode, int mode, loff_t offset,
                     loff_t len);
   int (*fiemap)(struct inode *, struct fiemap_extent_info *, u64 start,
                 u64 len);
};
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **Dentry object**

- reprezentuje tzw. **Directory entry** czyli komponent ścieżki

- nie jest to do końca faktyczny obiekt katalogu

- innymi słowy, **dentry** nie jest tym samym co katalog, a katalog sam w sobie jest innym rodzajem pliku

- operacje na **dentry** zawarte w strukturze **dentry_operations**

4. Wirtualny system plików (VFS).

- c) struktura VFS
- » Dentry object

```
struct dentry {
        atomic_t                d_count;      /* usage count */
        unsigned int            d_flags;      /* dentry flags */
        spinlock_t              d_lock;       /* per-dentry lock */
        int                     d_mounted;    /* is this a mount point? */
        struct inode            *d_inode;     /* associated inode */
        struct hlist_node       d_hash;       /* list of hash table entries */
        struct dentry           *d_parent;    /* dentry object of parent */
        struct qstr             d_name;       /* dentry name */
        struct list_head        d_lru;        /* unused list */
        union {
            struct list_head    d_child;      /* list of dentries within */
            struct rcu_head     d_rcu;        /* RCU locking */
        } d_u;
        struct list_head        d_subdirs;    /* subdirectories */
        struct list_head        d_alias;      /* list of alias inodes */
        unsigned long           d_time;       /* revalidate time */
        struct dentry_operations *d_op;       /* dentry operations table */
        struct super_block      *d_sb;        /* superblock of file */
        void                    *d_fsdata;    /* filesystem-specific data */
        unsigned char           d_iname[DNAME_INLINE_LEN_MIN]; /* short name */
};
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **Dentry object**

- operacje na **dentry** zawarte w strukturze **dentry_operations**

```
struct dentry_operations {
        int (*d_revalidate) (struct dentry *, struct nameidata *);
        int (*d_hash) (struct dentry *, struct qstr *);
        int (*d_compare) (struct dentry *, struct qstr *, struct qstr *);
        int (*d_delete) (struct dentry *);
        void (*d_release) (struct dentry *);
        void (*d_iput) (struct dentry *, struct inode *);
        char *(*d_dname) (struct dentry *, char *, int);
};
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **File object**

- reprezentuje otwarty plik, który jest powiązany z procesem

- operacje na **file** zawarte w strukturze **file_operations**

4. Wirtualny system plików (VFS).

- **c) struktura VFS**
- » **File object**

```
struct file {
        union {
            struct list_head    fu_list;        /* list of file objects */
            struct rcu_head     fu_rcuhead;     /* RCU list after freeing */
        } f_u;
        struct path             f_path;         /* contains the dentry */
        struct file_operations *f_op;           /* file operations table */
        spinlock_t              f_lock;         /* per-file struct lock */
        atomic_t                f_count;        /* file object's usage count */
        unsigned int            f_flags;        /* flags specified on open */
        mode_t                  f_mode;         /* file access mode */
        loff_t                  f_pos;          /* file offset (file pointer) */
        struct fown_struct      f_owner;        /* owner data for signals */
        const struct cred       *f_cred;        /* file credentials */
        struct file_ra_state    f_ra;           /* read-ahead state */
        u64                     f_version;      /* version number */
        void                    *f_security;    /* security module */
        void                    *private_data; /* tty driver hook */
        struct list_head        f_ep_links;     /* list of epoll links */
        spinlock_t              f_ep_lock;      /* epoll lock */
        struct address_space    *f_mapping;     /* page cache mapping */
        unsigned long           f_mnt_write_state; /* debugging state */
};
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

» **File object**

- operacje na **file** zaw w strukturze **file_operations**

```
struct file_operations {
        struct module *owner;
        loff_t (*llseek) (struct file *, loff_t, int);
        ssize_t (*read) (struct file *, char __user *, size_t, loff_t *);
        ssize_t (*write) (struct file *, const char __user *, size_t, loff_t *);
        ssize_t (*aio_read) (struct kiocb *, const struct iovec *,
                             unsigned long, loff_t);
        ssize_t (*aio_write) (struct kiocb *, const struct iovec *,
                              unsigned long, loff_t);
        int (*readdir) (struct file *, void *, filldir_t);
        unsigned int (*poll) (struct file *, struct poll_table_struct *);
        int (*ioctl) (struct inode *, struct file *, unsigned int,
                      unsigned long);
        long (*unlocked_ioctl) (struct file *, unsigned int, unsigned long);
        long (*compat_ioctl) (struct file *, unsigned int, unsigned long);
        int (*mmap) (struct file *, struct vm_area_struct *);
        int (*open) (struct inode *, struct file *);
        int (*flush) (struct file *, fl_owner_t id);
        int (*release) (struct inode *, struct file *);
        int (*fsync) (struct file *, struct dentry *, int datasync);
        int (*aio_fsync) (struct kiocb *, int datasync);
        int (*fasync) (int, struct file *, int);
        int (*lock) (struct file *, int, struct file_lock *);
        ssize_t (*sendpage) (struct file *, struct page *,
                             int, size_t, loff_t *, int);
        unsigned long (*get_unmapped_area) (struct file *,
                                            unsigned long,
                                            unsigned long,
                                            unsigned long,
                                            unsigned long);
        int (*check_flags) (int);
        int (*flock) (struct file *, int, struct file_lock *);
        ssize_t (*splice_write) (struct pipe_inode_info *,
                                 struct file *,
                                 loff_t *,
                                 size_t,
                                 unsigned int);
        ssize_t (*splice_read) (struct file *,
                                loff_t *,
                                struct pipe_inode_info *,
                                size_t,
                                unsigned int);
        int (*setlease) (struct file *, long, struct file_lock **);
};
```

4. Wirtualny system plików (VFS).

c) struktura VFS

PODSUMOWANIE:

- **Wirtualny System Plików** to warstwa pośrednicząca między aplikacją a systemem plików. Jej celem jest umożliwienie aplikacjom dostępu do różnych rodzajów konkretnych systemów plików w jednolity sposób.
- W powszechnym modelu plików każdy byt (katalog, urządzenie, plik wykonywalny) traktowany jest jako zwykły **plik**.
- Cztery główne obiekty **VFS** to: **superblock**, **inode**, **dentry** oraz **file**.

Kompilacja

Po co kompilować jądro?

a) Kompilujemy jądro pod nasz procesor, w teorii powinno to zwiększyć wydajność systemu.

b) Dostosowanie jądra do naszych potrzeb. Włączenie/wyłączenie modułów lub opcji.

c) Poznanie możliwości jądra i przetestowanie nowych możliwości.

d) Instalacja innej wersji jądra niż obecnie zainstalowana

Moduły

Moduły to dynamicznie podłączane elementy jądra(głównie sterowniki).

lsmod - listening modułów

modprobe - zarządzanie modułami(przyłączanie/odłączanie)

modinfo <nazwa> - informację na temat modułu

Moduły pozwalają na zaoszczędzeniu pamięci zajmowanej przez jądro, ładowanie jedynie potrzebnych elementów oraz ograniczanie wielkości jądra. Przy instalacji systemu, instalator wykrywa nasz sprzęt

i instaluje automatycznie potrzebne moduły.

Kompilacja jądra

1. Pobranie kodu źródłowego jądra: https://www.kernel.org/
2. Wypakowanie archiwum
3. Konfiguracja pliku .config - *make menuconfig*
4. Instalacja potrzebnych programów -
apt-get install git fakeroot build-essential ncurses-dev xz-utils libssl-dev bc flex libelf-dev bison
5. Kompilacja jądra - *make* (może zająć parę godzin)
6. Instalacja modułów - *make modules_install*
7. Instalacja jądra - *make install*
8. *update-initramfs*

6. System calls.

a) User mode VS Kernel mode

b) czym jest System Call?

c) komunikacja z jądrem systemu

d) typy System Calli - dostępne wywołania systemowe

6. System calls.

a) User mode VS Kernel mode

Aby zrozumieć, czym dokładnie są system calle, dobrze jest najpierw zaznajomić się z dwoma trybami wykonywania operacji – **tryb użytkownika** (**user mode)** oraz **tryb jądra (kernel mode).**

6. System calls.

a) User mode VS Kernel mode

- user mode oraz **kernel mode** są dwoma trybami, w których program może się wykonywać

- program wykonujący się w trybie użytkownika **nie ma** bezpośredniego dostępu do zasobów, pamięci czy sprzętu

- program wykonujący się w trybie jądra **ma** bezpośredni dostęp do zasobów, pamięci oraz sprzętu

- ystem calle dostarczają **interfejs** do usług oferowanych przez **system operacyjny**.

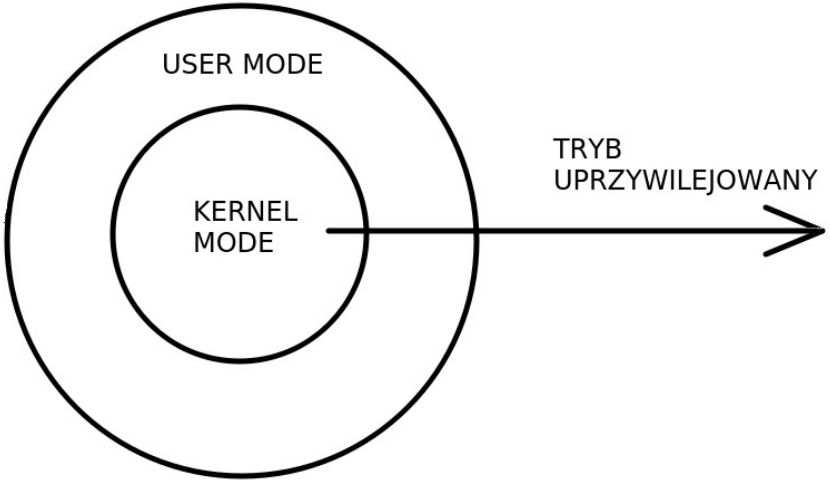
6. System calls.

a) User mode VS Kernel mode

Problem:

Praca programu w trybie uprzywilejowanym może mieć fatalne skutki.

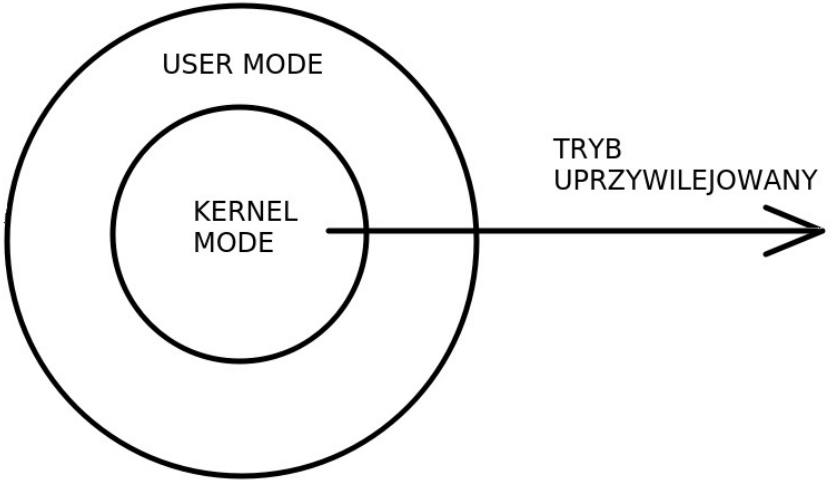
Dlaczego?



6. System calls.

a) User mode VS Kernel mode

Jeżeli do programu, operującemu w danym momencie w trybie uprzywilejowanym dostanie się awaria - cały system się zawiesi i wstrzyma swoje działanie !

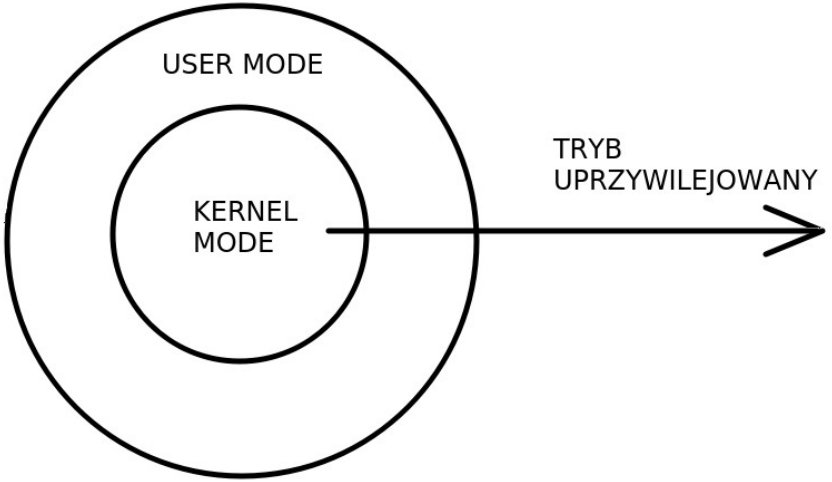


6. System calls.

a) User mode VS Kernel mode

Wniosek:

Praca w trybie użytkownika jest bezpieczniejsza niż praca w trybie jądra.



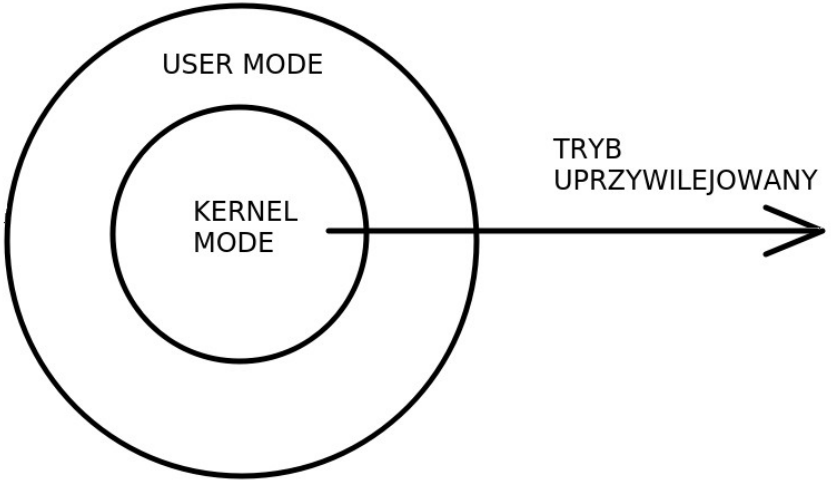
6. System calls.

a) User mode VS Kernel mode

Dlatego też większość programów wykonuje się w trybie użytkownika - ponieważ jest on bezpieczny.

Ale…

Program wykonujący się w trybie użytkownika czasami potrzebuje dostępu do niektórych zasobów lub pamięci.

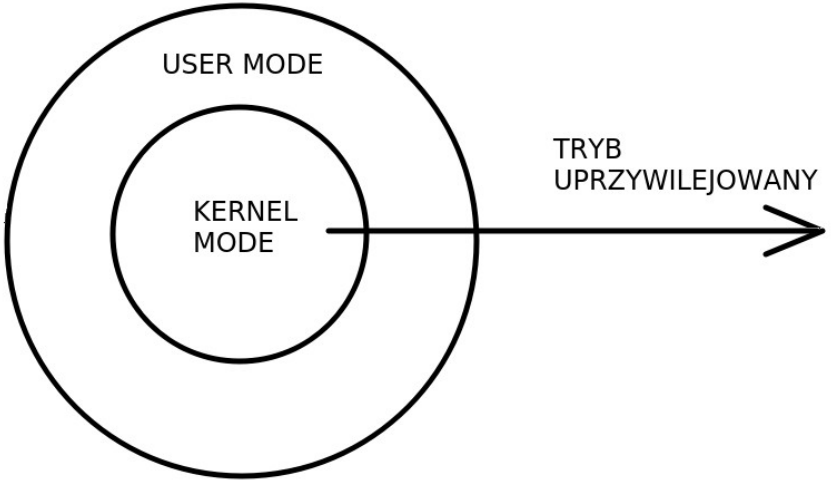


6. System calls.

a) User mode VS Kernel mode

Gdy program potrzebuje do nich dostępu, a działa w trybie użytkownika – wykonuje wywołanie do systemu operacyjnego w celu prośby o udostępnienie prawa do zasobów.

W tym momencie program zmienia tryb z **trybu użytkownika** w **tryb jądra**, dzięki czemu może używać tych zasobów. Nazywa się to **mode switching**.

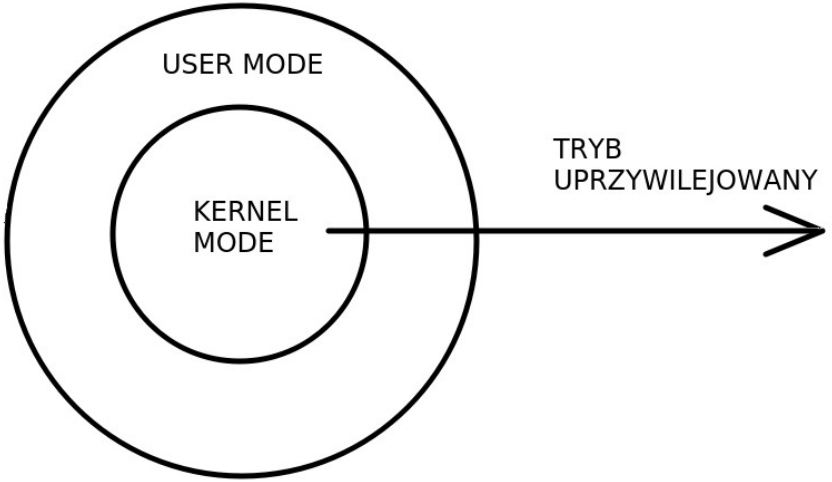


6. System calls.

b) czym jest System Call?

Takie właśnie wywołanie programu o dostęp do zasobów nazywa się **System call'em**.

System call jest wywoływany przez program, kiedy potrzebuje on dostępu do pamięci, hardware'u czy do innych pewnych zasobów.

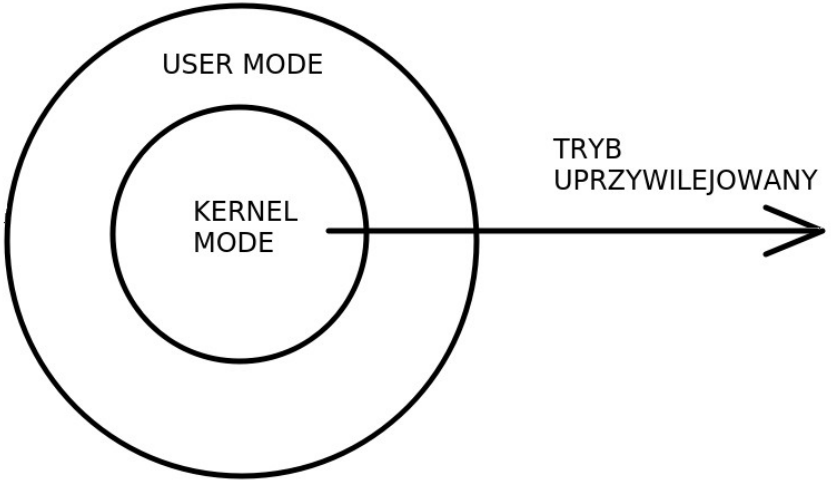


6. System calls.

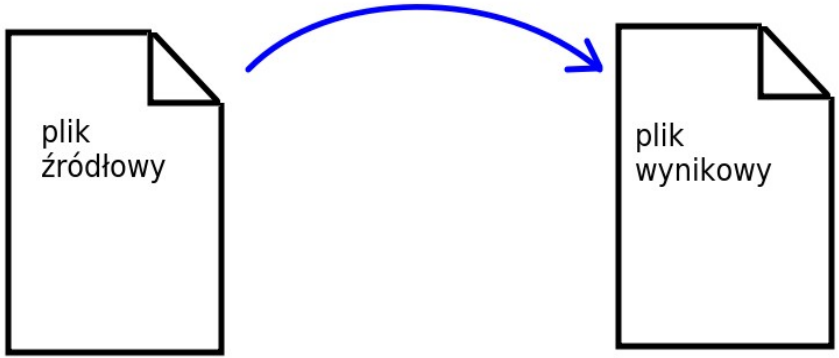
b) czym jest System Call?

Innymi słowy można powiedzieć, że
System call to programowalny sposób,
w którym program komputerowy
żąda usługi z jądra systemu operacyjnego.

Takie wywołania generalnie są dostępne
jako metody napisane w językach C oraz C++.



6. System calls.

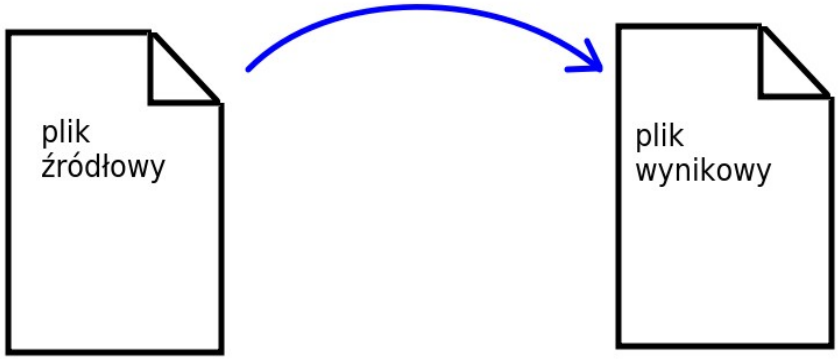


c) komunikacja z jądrem systemu

Przykład:

Sekwencja wywołań systemowych podczas działania prostego programu wypisującego zawartość pliku a następnie kopiującego jego zawartość do pliku wynikowego.

6. System calls.



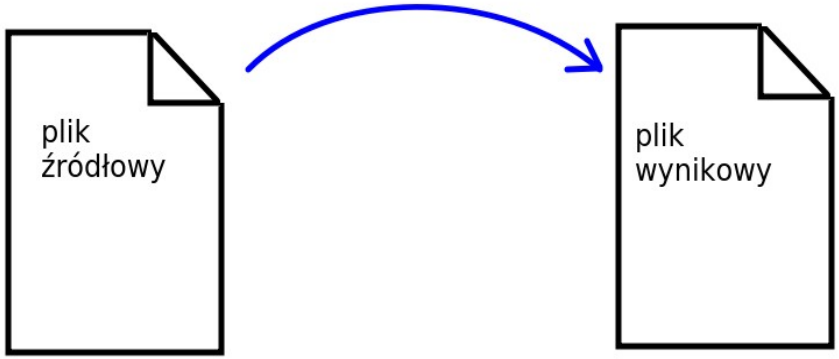
c) komunikacja z jądrem systemu

Nabycie nazwy pliku źródłowego

Wypisanie komunikatu

Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

6. System calls.



c) komunikacja z jądrem systemu

Nabycie nazwy pliku źródłowego

Wypisanie komunikatu

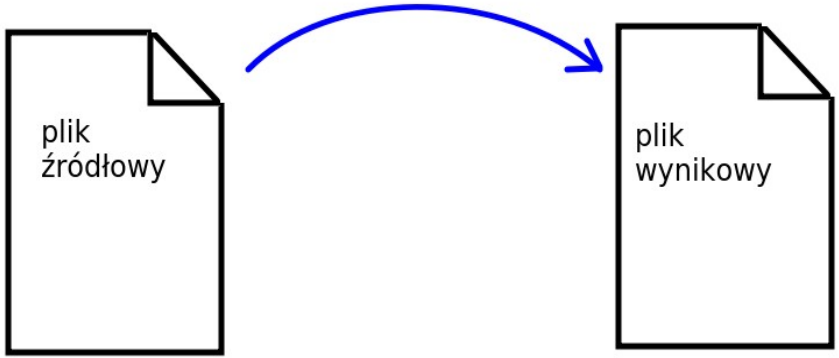
Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

Nabycie nazwy pliku wynikowego

Wypisanie komunikatu

Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

6. System calls.



c) komunikacja z jądrem systemu

Nabycie nazwy pliku źródłowego

Anulowanie, jeśli plik nie istnieje

Wypisanie komunikatu

Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

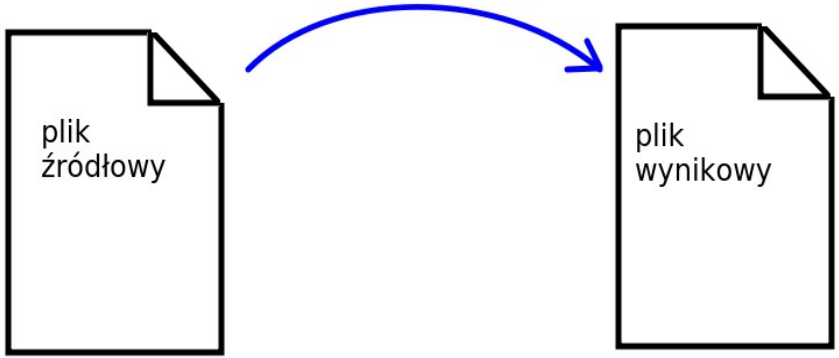
Nabycie nazwy pliku wynikowego

Wypisanie komunikatu

Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

Otworzenie pliku wejściowego

6. System calls.



c) komunikacja z jądrem systemu

Nabycie nazwy pliku źródłowego

Wypisanie komunikatu

Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

Nabycie nazwy pliku wynikowego

Wypisanie komunikatu

Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

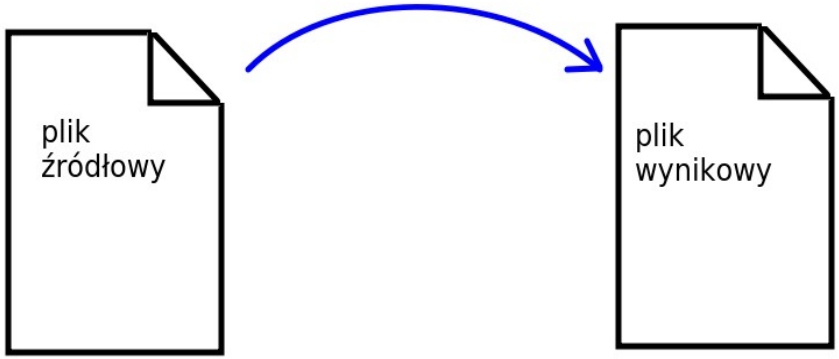
Otworzenie pliku wejściowego

Anulowanie, jeśli plik nie istnieje

Stworzenie pliku wynikowego

Jeżeli plik wynikowy istnieje - anulowanie

6. System calls.



c) komunikacja z jądrem systemu

Nabycie nazwy pliku źródłowego

Wypisanie komunikatu

Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

Nabycie nazwy pliku wynikowego

Wypisanie komunikatu

Zaakceptowanie wejścia - klawiatura, myszka itp.

Otworzenie pliku wejściowego

Anulowanie, jeśli plik nie istnieje

Stworzenie pliku wynikowego

Jeżeli plik wynikowy istnieje - anulowanie

Czytanie danych z pliku wejściowego

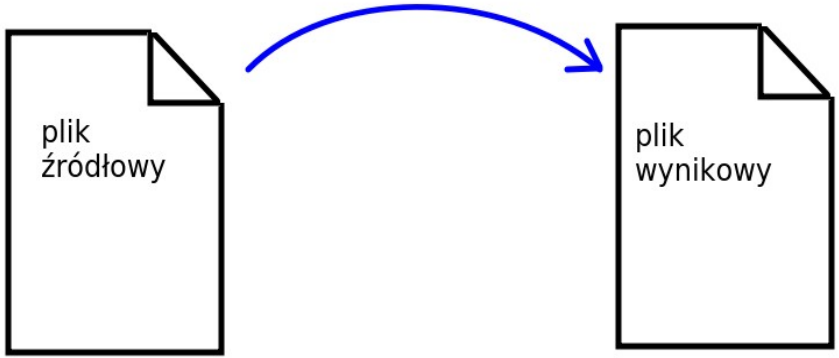
Zapis danych do pliku wynikowego

PĘTLA

Zamknięcie pliku wynikowego

Zakończenie pracy programu

6. System calls.



c) komunikacja z jądrem systemu

Obserwacja:

Nawet dla tak prostego przykładu wykonywanych jest mnóstwo **System Calli.**

Z reguły w ciągu jednej sekundy wykonywanych jest tysiące wywołań systemowych.

6. System calls.

d) typy System Calli - dostępne wywołania systemowe

Typy system calli można podzielić na pięć głównych kategorii:

1. Kontrola procesów.

2. Manipulacja plikami.

3. Zarządzanie urządzeniami.

4. Utrzymywanie informacji systemowych.

5. Komunikacja.

6. System calls.

d) typy System Calli - dostępne wywołania systemowe

1. Kontrola procesów.

- kończenie, anulowanie;
- wczytanie, egzekucja;
- alokacja i zwalnianie pamięci;
- stworzenie I kończenie procesów,
- pobieranie atrybutów procesów;
- ustawianie atrybutów procesów;
- oczekiwanie na egzekucję procesu;
- oczekiwanie na zdarzenie;

6. System calls.

d) typy System Calli - dostępne wywołania systemowe

2. Manipulacja plikami.

- tworzenie I usuwanie;
- otwieranie I zamykanie;
- odczytywanie I zapisywanie;
- pobieranie atrybutów pliku;
- ustawianie atrybutów pliku;

6. System calls.

d) typy System Calli - dostępne wywołania systemowe

3. Zarządzanie urządzeniami.

- żądanie urządzenia, zwolnienie urządzenia;
- czytanie, zapisywanie;
- pobieranie atrybutów urządzenia;
- ustawianie atrybutów urzadzenia;
- logiczne podłączanie i odłączanie urządzeń;

6. System calls.

d) typy System Calli - dostępne wywołania systemowe

4. Utrzymywanie informacji systemowych.

- pobranie i ustawienie czasu lub daty;
- pobranie i ustawienie danych systemowych;
- pobranie I ustawienie atrybutów procesów, plików lub urządzeń

6. System calls.

d) typy System Calli - dostępne wywołania systemowe

5. Komunikacja.

- tworzenie i usuwanie połączeń komunikacyjnych;
- przesyłanie i odbieranie wiadomości;
- transfer statusu informacjii;
- dołączanie I odłączanie zdalnych urządzeń;

6. System calls.

Podsumowanie:

- programy mogą wykonywać się w dwóch trybach: **użytkownika** oraz **jądra**,

- **tryb jądra** jest trybem uprzywilejowanym – ma dostęp do pamięci, urządzeń oraz zasobów systemu operacyjnego,

- **wywołanie systemowe (system call)** stanowi interfejs między wykonywanym programem a jądrem systemu operacyjnego,

- w ciągu sekundy wykonywanych jest tysiące **wywołań systemowych**

Źródła:

1 - Polski i Angielski artykuł o jądrze systemu na wikipedii(głównie rysunki i schematy)
2 - “Professional Linux Kernel Architecture” - Wolfgang Mauerer
3 - https://www.tutorialspoint.com/ipc-using-message-queues
4 - https://kernel.org

DZIĘKUJĘMY ZA UWAGĘ