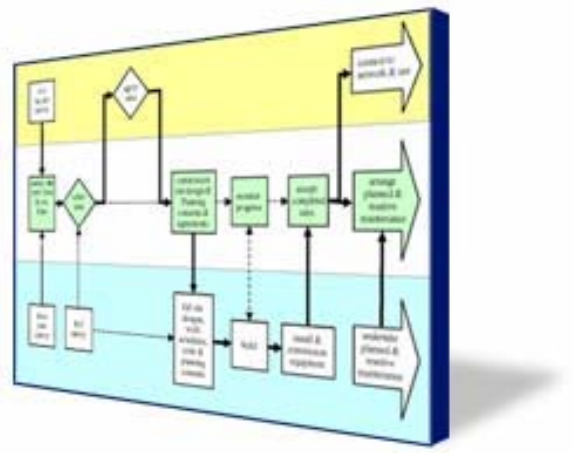
PB153
Operační systémy a jejich rozhraní

Procesy



Co je to proces

- Pro spuštěný program máme řadu pojmenování
  - dávkové systémy: úlohy, dávky, jobs
  - multiprogramové systémy: procesy (processes, tasks), vlákna (threads)
- Společné pojmenování pro spuštěný program je proces (někdy používáme synonymum task)
- Dále zavádíme pojem vlákno pro „dílčí“ proces v rámci „procesu“
- Proces obsahuje
  - čítač instrukcí
  - zásobník
  - datovou sekci
  - program

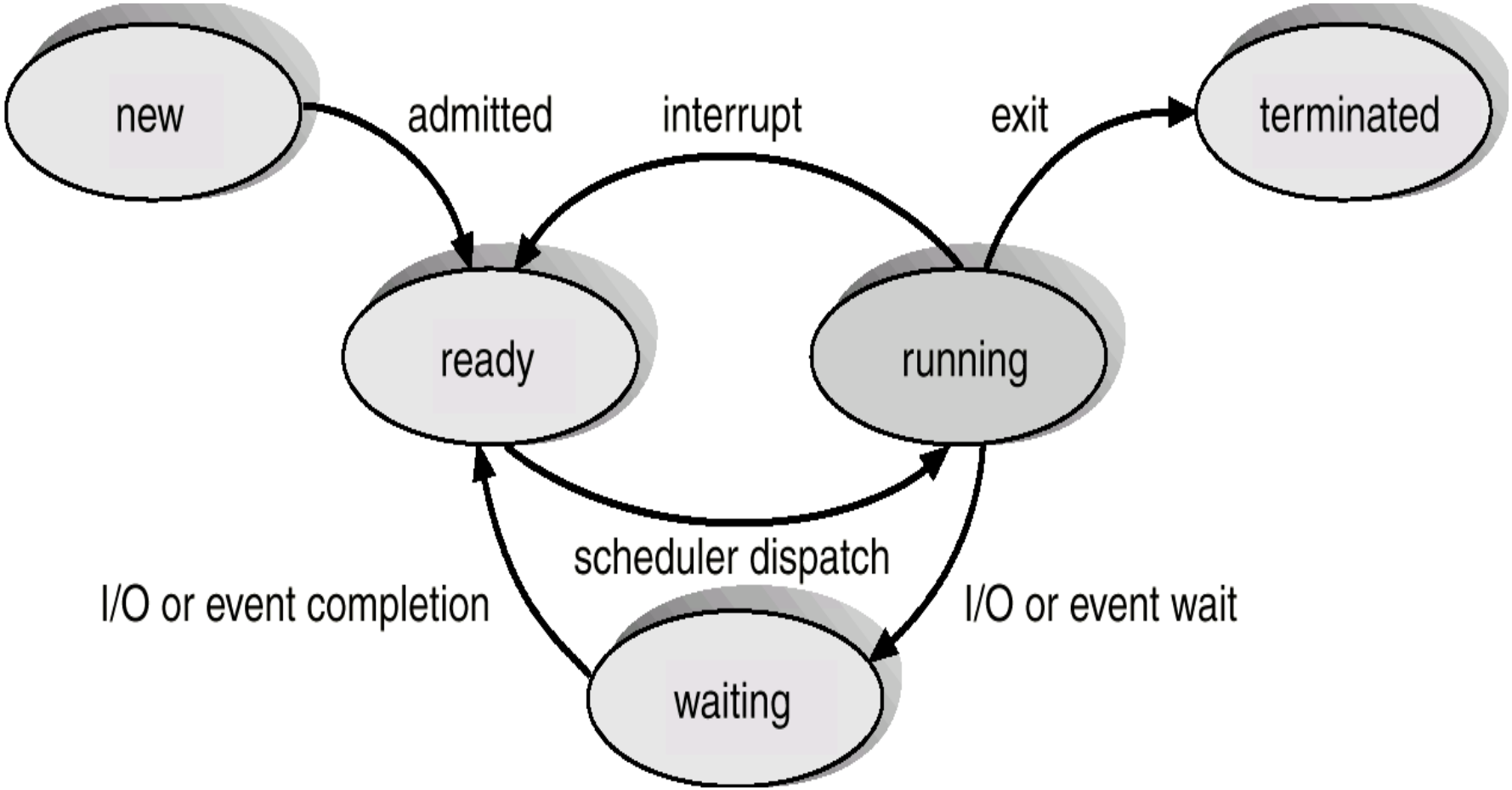
Proces v OS

- Hierarchie procesů
  - rodič, potomek (proces vytvořený na žádost jiného procesu – rodiče)
  - sourozenci (procesy vytvořené jedním rodičem)
- Procesy a mutiprogramování
  - prokládáním běhů procesů maximalizujeme využití procesoru a minimalizujeme dobu odpovědi
  - procesu jsou přidělovány zdroje systému
    - bereme v úvahu priority a vzájemnou výlučnost operací
    - musíme zabránit „uváznutí“ procesů (deadlock)

Stavy procesu

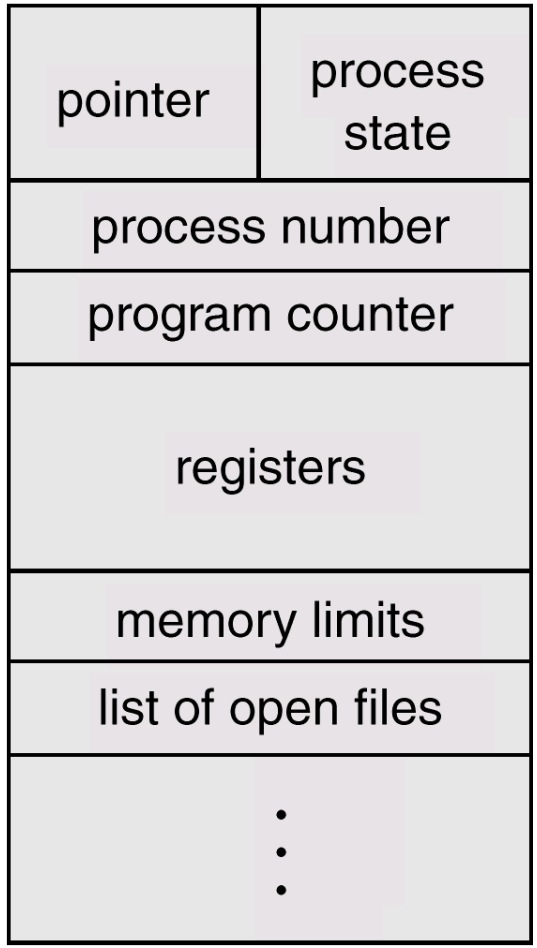
- Proces se může nacházet v jednom ze stavů:
  - nový (new): právě vytvořený proces
  - běžící (running): některý procesor právě vykonává instrukce procesu
  - čekající (waiting): čeká na určitou událost
  - připravený (ready): čeká na přidělení času procesoru
  - ukončený (terminated): ukončil své provádění

Stavy procesu

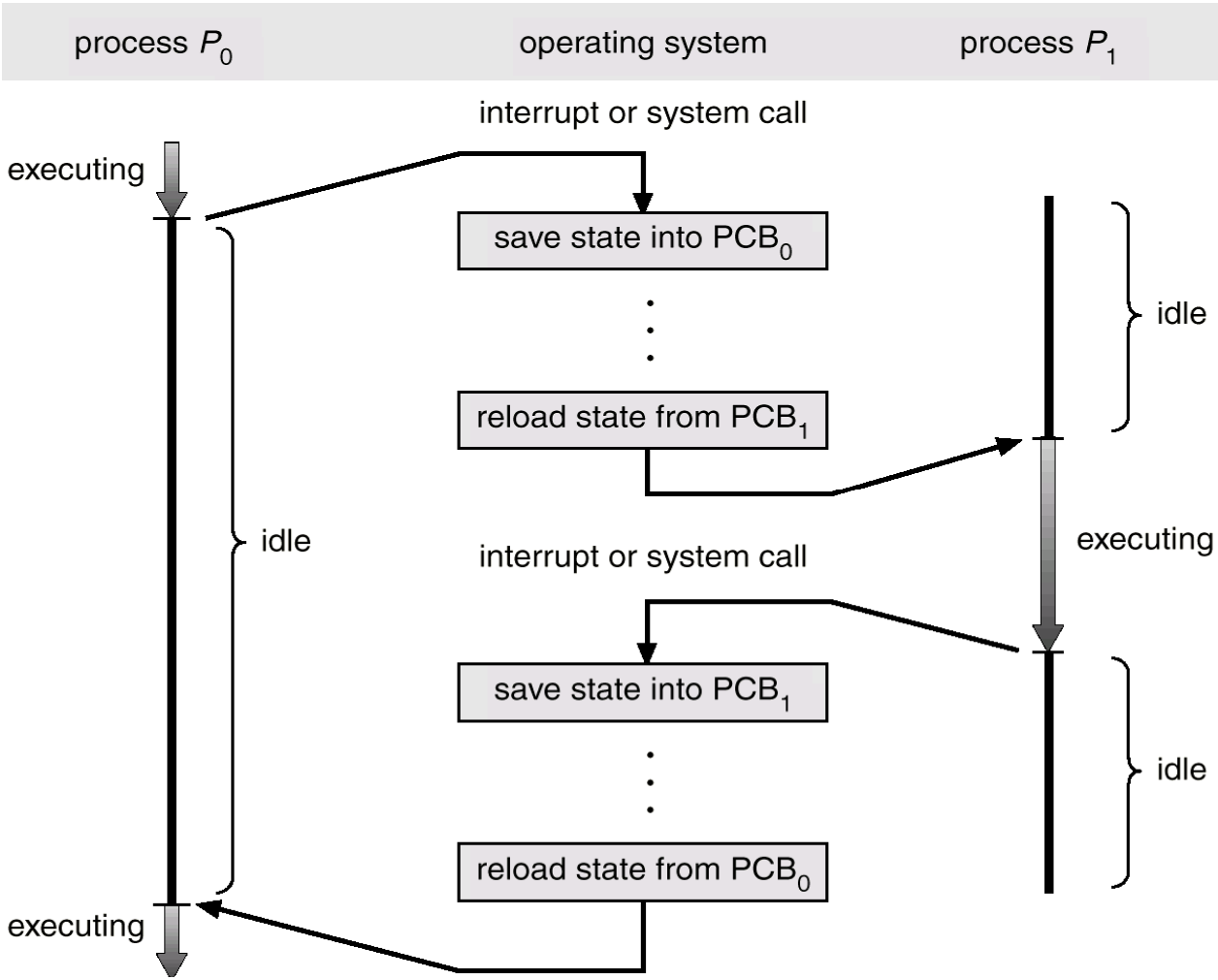


Informace OS o procesu

- Process Control Block -- tabulka obsahující informace potřebné pro definici a správu procesu
  - stav procesu (běžící, připravený, …)
  - čítač instrukcí
  - registry procesoru
  - informace potřebné pro správu paměti
  - informace potřebné pro správu I/O
  - účtovací informace



Přepnutí procesu



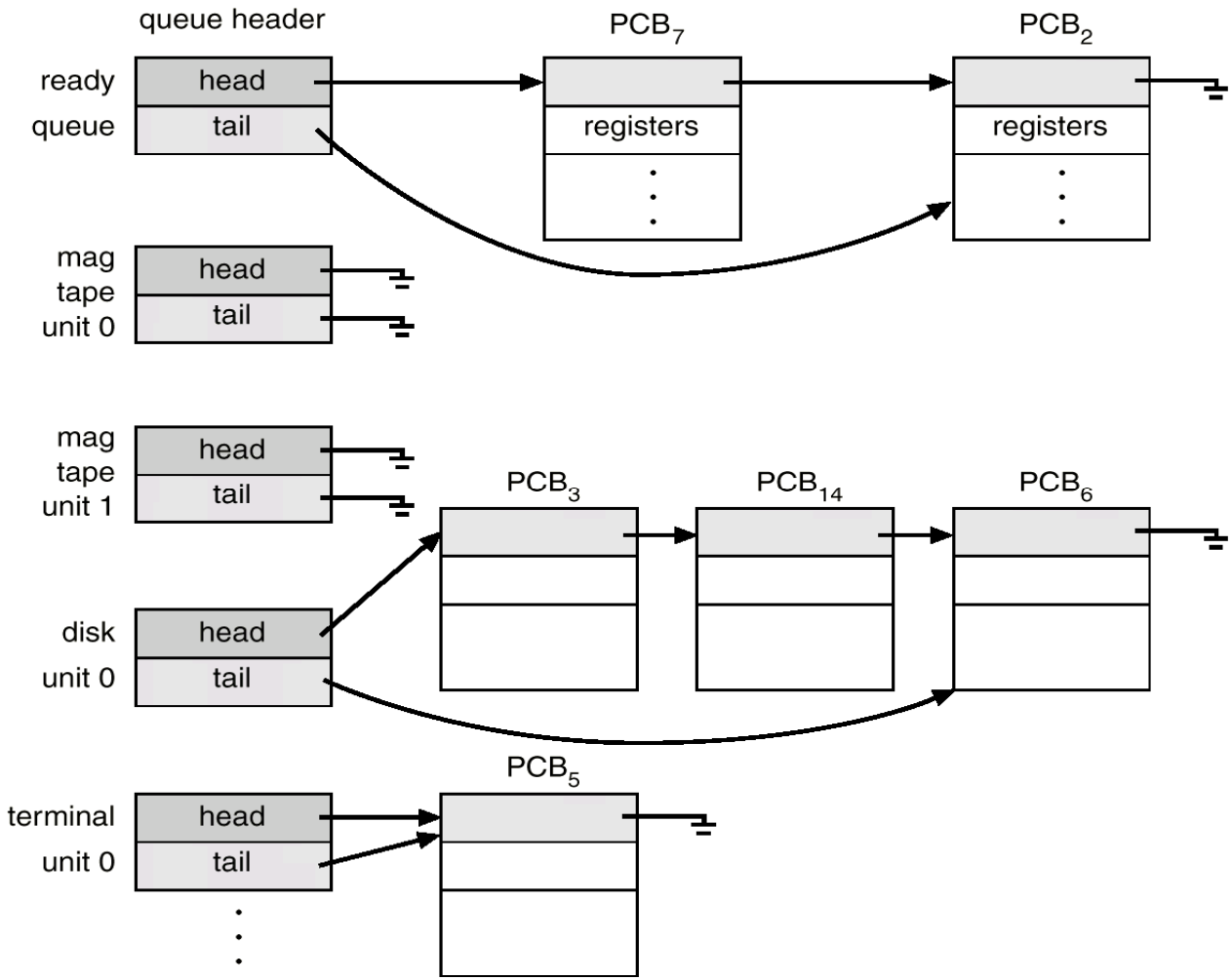
Přepnutí kontextu

- Vyžádá se služba, akceptuje se některé asynchronní přerušení, obslouží se a nově se vybere jako běžící proces
- Když OS přepojuje CPU z procesu X na proces Y, musí:
  - uchovat (uložit v PCB procesu X) stav původně běžícího procesu
  - zavést stav nově běžícího procesu (z PCB procesu Y)
- Přepnutí kontextu představuje režijní ztrátu (zátěž)
  - během přepínání systém nedělá nic efektivního
- Doba přepnutí závisí na konkrétní HW platformě
  - Počet registrů procesoru, speciální instrukce pro uložení/načtení všech registrů procesoru apod.
- Při přerušení musí procesor
    - uchovat čítač instrukcí
    - zavést do čítače instrukcí hodnotou adresy vstupního bodu ovladače přerušení z vektoru přerušení

Fronty plánování procesů

- Fronta úloha
  - seznam všech procesů v systému
- Fronta připravených procesů
  - seznam procesů uložených v hlavní paměti a připravených k běhu
- Fronta na zařízení
  - seznam procesů čekajících na I/O operaci
- Fronta odložených procesů
  - seznam procesů čekajících na přidělení místa v hlavní paměti
- Fronta na semafor
  - seznam procesů čekajících na synchronizační událost
- …

Příklad: fronty procesů

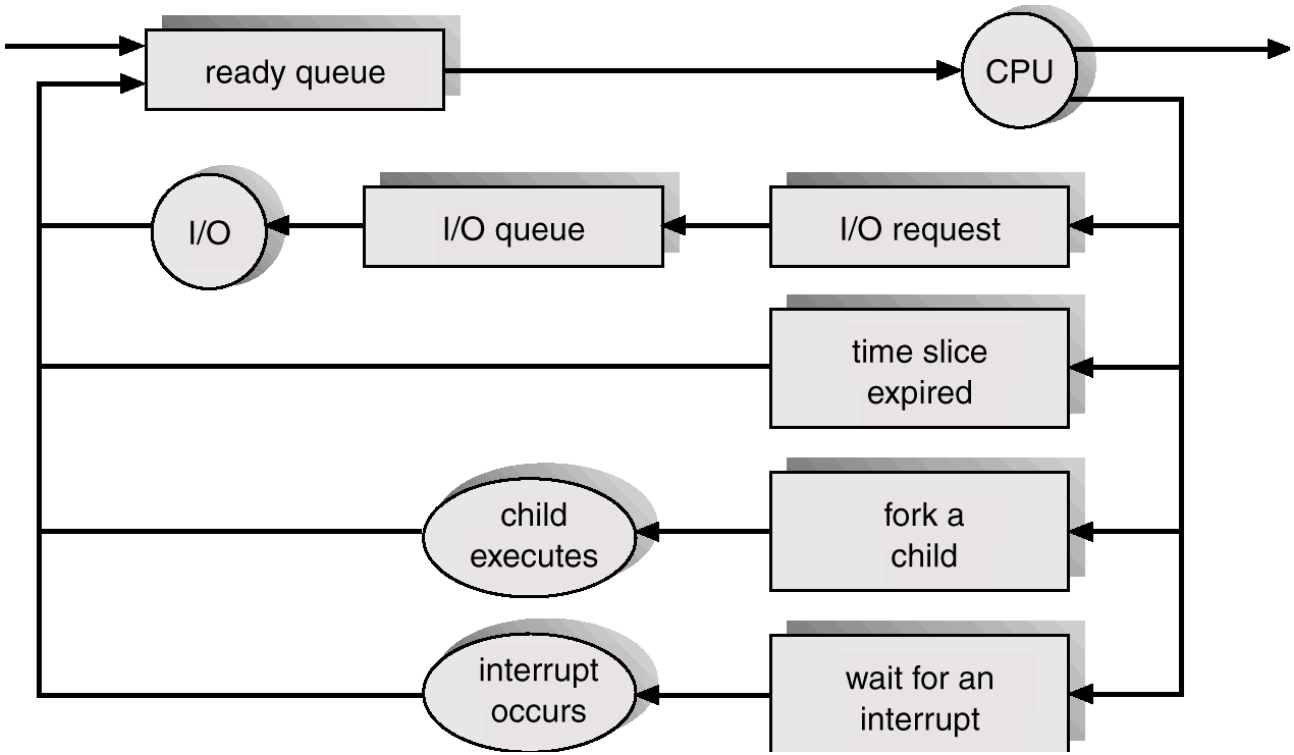


Strategický plánovač

- Obecně nemusím mít všechny úlohy, které chci spustit, v operační paměti
- Fronta všech úloh může být značně dlouhá a plánovač musí rozhodnout, které úlohy zavést do paměti a spustit
- Toto je úkol dlouhodobého (strategického) plánovače
  - vybírá který proces lze zařadit mezi připravené procesy
  - plánovač je spouštěn je relativně málo často – typicky při ukončení jednoho procesu rozhodne, kterou úlohu dále vybrat k zavedení do paměti a spuštění
  - nemusí být super rychlý
  - určuje stupeň multiprogramování

Krátkodobý plánovač

- Přiděluje procesor připraveným procesům
- Je spouštěn často (např. každých 10ms)
- Proto musí být rychlý

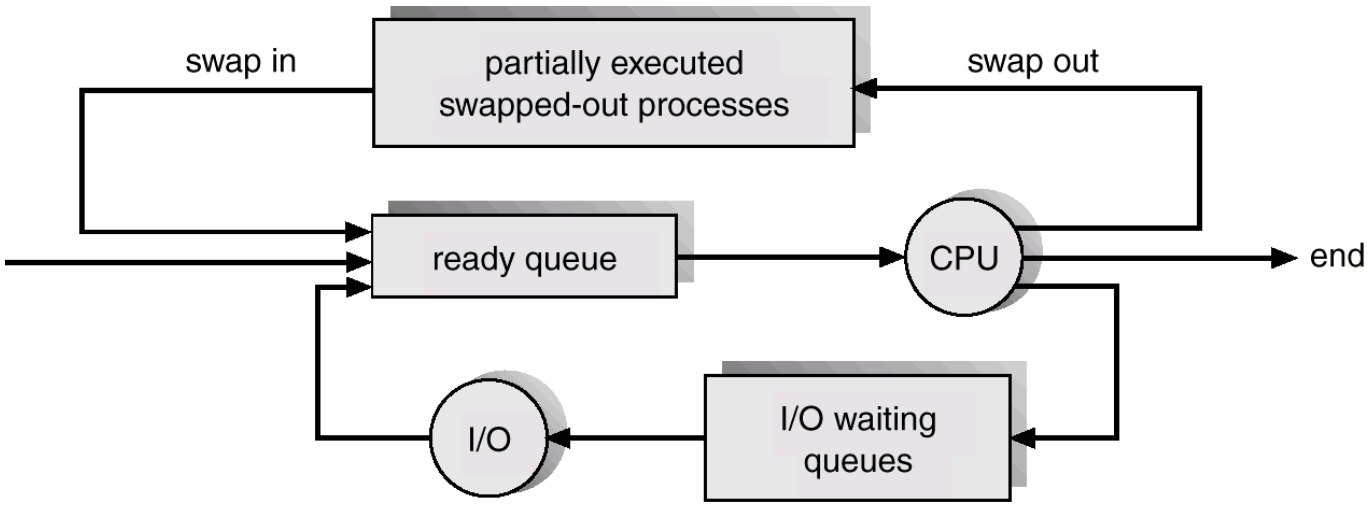


Odkládání procesů

- Každý proces musíme jednou zavést do RAM
  - alespoň částečně (část může zůstat na disku a dohrána on-demand – viz některé optimalizace)
- Příliš mnoho procesů v RAM však snižuje výkonnost i při využití virtuální paměti
- OS musí provádění některých procesů odložit -- „vrátit“ na disk
- Dva nové stavy
  - odložený čekající
  - odložený připravený

Střednědobý plánovač

- Střednědobý (taktický) plánovač
  - vybírá který proces lze zařadit mezi odložené procesy
  - vybírá který odložený proces lze zařadit mezi připravené procesy
- Náleží částečně i do správy hlavní paměti
  - kapacita FAP je omezená a odložené procesy uvolňují paměť



Vytvoření procesu

- Rodič vytváří potomky (další procesy)
- Potomci mohou vytvářet další potomky …
- Vzniká strom procesů
- Sdílení zdrojů – varianty při vytváření potomků
  - rodič a potomek sdílejí zdroje původně vlastněné rodičem
  - potomek sdílí rodičem vyčleněnou podmnožinu zdrojů s rodičem
  - potomek a rodič jsou plně samostatné procesy, nesdílí žádný zdroj
- Běh
  - rodič a potomek mohou běžet souběžně
  - rodič čeká na ukončení potomka

Ukončení procesu

- Proces provede poslední příkaz a sám požádá OS o ukončení
  - výstupní data procesu se předají rodiči (pokud o to má zájem – např. čeká na ukončení potomka voláním wait)
  - zdroje končícího procesu se uvolňují operačním systémem
- O ukončení procesu žádá jeho rodič (nebo jiný proces s dostatečnými právy), protože např.:
  - potomek překročil stanovenou kvótu přidělených zdrojů
  - úkol přidělený potomkovi rodič již dále nepotřebuje
  - rodič končí svoji existenci a nebylo povoleno, aby potomek přežil svého rodiče
    - může docházet ke kaskádnímu ukončování (ukončí se celá větev stromu procesů)

Kooperující procesy

- Nezávislé procesy
  - nemohou se vzájemně ovlivňovat
- Kooperující procesy
  - mohou ovlivňovat běh jiných procesů nebo jiné procesy mohou ovlivňovat jejich běh
- Přínosy kooperace procesů
  - sdílení informací
  - urychlení výpočtů
  - modularita
  - pohodlí při programování
- Příklady typových úloh kooperace
  - producent – konzument
  - klient – server

Příklad: MS-DOS

- Neumožňuje spouštět procesy paralelně (single-taskingový systém)
- Služby OS
  - spusť proces a čekej na ukončení potomka (služba 4bh int21h)
  - ukonči proces (služba 00 int21h nebo služba 4ch int21h nebo int20h)
  - zjisti návratovou hodnotu ukončeného procesu (služba 4dh int21h)
  - ukonči proces, ale neuvolňuj paměť – (terminate, but stay resident) – TSR (služba 31h int21h nebo int 27h)

Příklad: MS-DOS (2)

- Popisovač procesu (Program Segment Prefix)

Offset	Size	Contents
+0	2	EXE programs may JMP or RET here (PSP:0) to exit
+2	2	top of available system memory in paragraphs
+4	1	(reserved)
+5	5	FAR CALL to DOS function dispatcher
+6	(2)	bytes available in Program Segment (for COM file only)
+0aH	4	Terminate address. See INT 22H
+0eH	4	Ctrl-Break handler address INT 23H
+12H	4	Critical Error handler addr INT 24H
+16H	16H	DOS reserved area
+2cH	2	Segment address of DOS environment
+2eH	2eH	DOS reserved area
+5cH	10H	setup as an FCB for 1st cmd parameter
+6cH	14H	setup as an FCB for 2nd cmd parameter
+80H	1	count of characters in UPA at 81H also offset of default DTA
+81H	7fH	characters from DOS command line (except any redirection directives)
100H		Program Segment Prefix size

Příklad: UNIX

- OS s preemptivním multitaskingem
- Služby OS
  - fork – vytvoří nový proces jako kopii rodiče
  - execve – nahradí současný proces spuštením jiného programu
  - exit (resp. _exit) – ukončí proces
  - wait, waitpid – čeká na ukončení potomka

Příklad: UNIX (2)

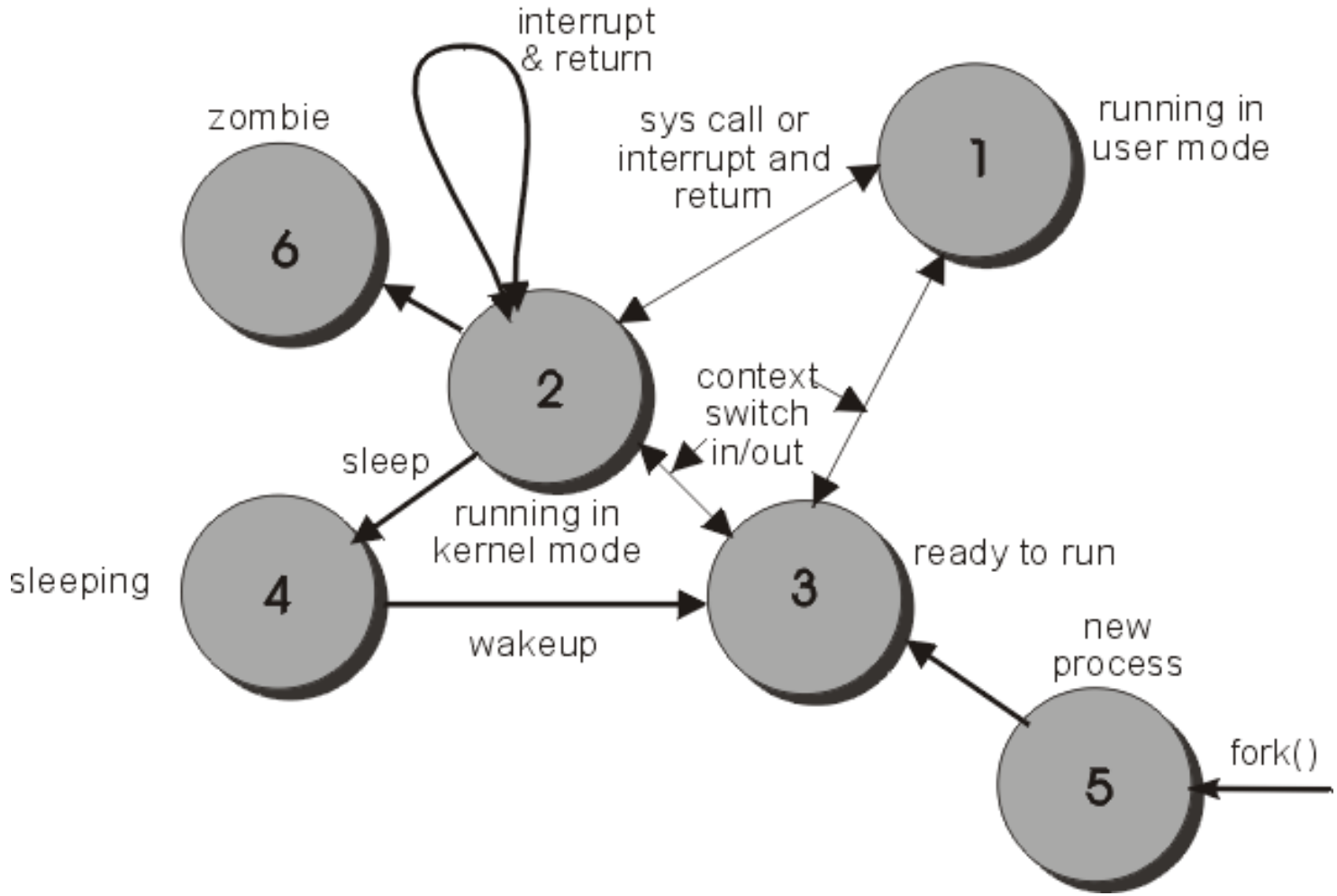
- Spuštění procesu a vyčkání na jeho ukončení

```
pid=fork();
if(pid<0) { perror("fork failed");
            exit(1); }
else if(pid==0) { /* child */
        execlp("/bin/ls","ls",NULL); }
     else { /* parent */
            wait(NULL);
            printf("child completed");
            exit(0);
          }
```

Příklad: Linux

- volání fork() implementováno jako copy-on-write (tj. dokud paměť není měněna je sdílena a až při pokusu o modifikaci je vytvořena kopie)
- vfork – upravené fork, které nekopíruje stránky paměti rodičovského procesu
  - rychlejší
  - vhodné pro okamžité spuštění execve
- clone – upravené fork, které umožňuje sdílet některé zdroje (například paměť, deskriptory souborů, ovladače signálů) mezi rodičovským a nově vytvořeným procesem.
- Informace o procesu jsou uloženy ve struktuře task_struct (viz usr/include/sched.h)

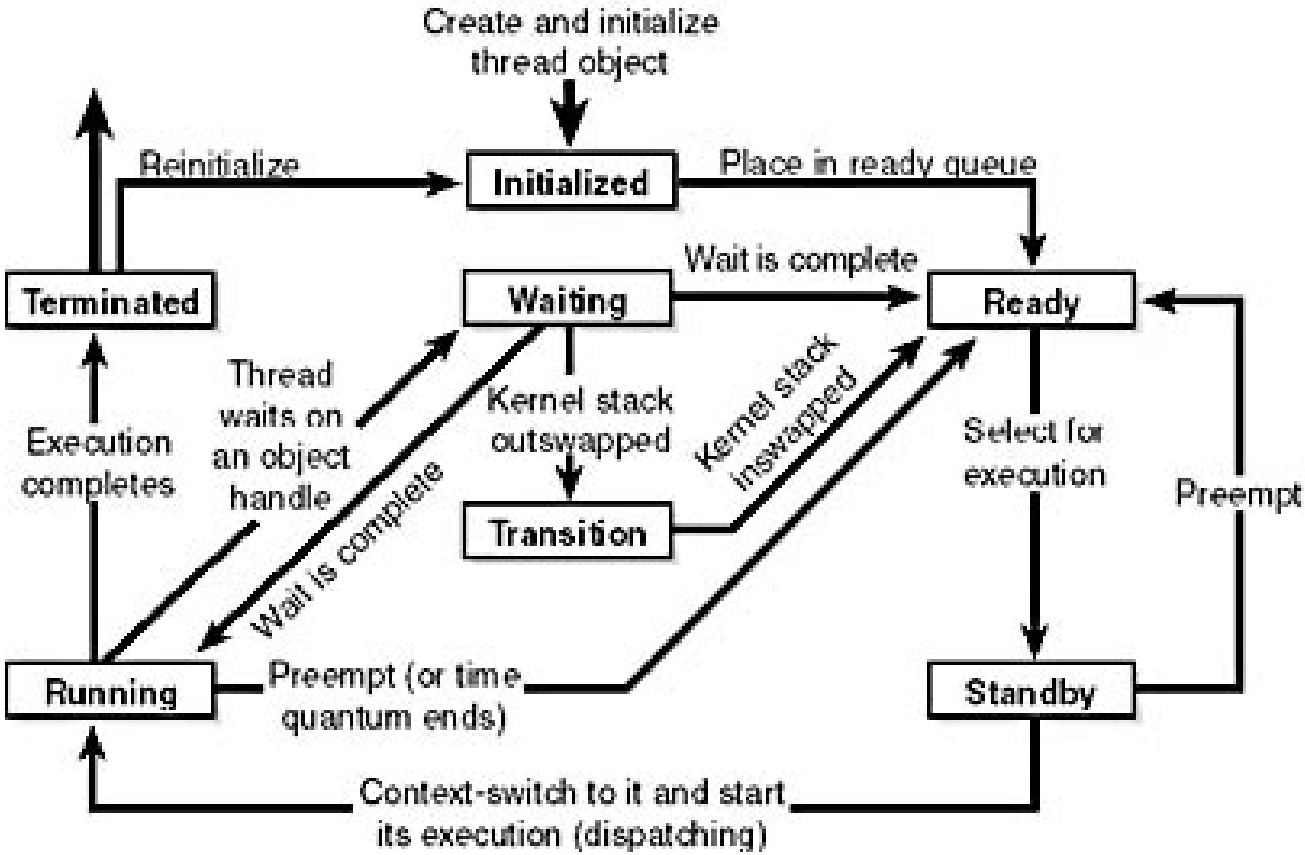
Příklad: Linux (2)



Příklad: Win32

- Služby OS
  - CreateProcess – vytvoří nový proces (spustí specifikovaný program)
  - OpenProcess – pro získání přístupu k existujícímu procesu
  - ExitProcess – ukončí tento proces
  - TerminateProcess – ukonči nějaký (např. synovský) proces
  - GetExitCodeProcess – zjisti návratovou hodnotu ukončeného procesu (nebo fakt, že proces ještě neskončil)

Příklad: Win32 (2)



Příklad: Win32 (3)

Values for the Thread Wait Reason counter

- 0 Waiting for a component of the Windows NT Executive
- 1 Waiting for a page to be freed
- 2 Waiting for a page to be mapped or copied
- 3 Waiting for space to be allocated in the page or nonpaged pool
- 4 Waiting for an Execution Delay to be resolved
- 5 Suspended
- 6 Waiting for a user request
- 7 Waiting for a component of the Windows NT Executive
- 8 Waiting for a page to be freed
- 9 Waiting for a page to be mapped or copied
- 10 Waiting for space to be allocated in the page or nonpaged pool
- 11 Waiting for Execution Delay to be resolved
- 12 Suspended
- 13 Waiting for a user request
- 14 Waiting for an event pair high
- 15 Waiting for an event pair low
- 16 Waiting for an LPC Receive notice
- 17 Waiting for an LPC Reply notice
- 18 Waiting for virtual memory to be allocated
- 19 Waiting for a page to be written to disk
- 20+ Reserved