Přednáška 6

Procesy a vlákna (vznik, stavy, atributy). Signály.

Nástroje pro práci s procesy a vlákny.

Procesy I

- Proces je **spuštěný program**.
- Každý proces má v rámci systému přiřazeno **jednoznačné číslo procesu PID**.
- Každý proces **má svého rodiče** a zná ho pod číslem **PPID**.
- Proces vzniká použitím systémových volání:
- `fork()`
  - vytvoří nový proces, který je kopií procesu, z kterého byla tato funkce zavolána
  - v rodičovském procesu vrací funkce PID potomka (v případě chyby -1)
  - v potomkovi vrací funkce 0
  - nový proces má jiné PID a PPID, ostatní vlastnosti dědí (např. EUID, EGID, prostředí, ...) nebo sdílí s rodičem (např. soubory, ...)
  - kódový segment sdílí potomek s rodičem
  - datový a zásobníkový segment vznikají kopií dat a zásobníku rodiče

Procesy II

- **`exec()`**
  - v procesu, ze kterého je funkce volána, spustí nový program (obsah původního procesu je přepsán novým programem)
  - atributy procesu se nemění (PID, PPID, ...)

Příklad

```
main ()
{ ...
  pid = fork();
  switch (pid) {
  case -1: /* doslo k chybe */
    perror ("chyba ve funkci fork()");
    exit(1);
  case 0: /* program provadeny v potomkovi */
    printf ("PID procesu potomka: %d\n", (int) getpid ());
    execlp("sleep", "sleep", "30", (char *) NULL);
    perror ("chyba ve funkci execlp()");
    exit (1);
  default: /* program provadeny v rodici */
    printf ("PID procesu rodice : %d\n", (int) getpid ());
    wait(&status);
  };
  ... }
```

Vlákno (Thread)

- Vlákno je **spuštěný podprogram** v rámci procesu nebo jádra.
- **Proces tvořený více vlákny může být vykonáván na více procesorech současně**.
- Klasický jednovláknový proces může být vykonáván vždy jen na jednom procesoru.
- **Vytvoření nového vlákna je rychlejší** než vytvoření nového procesu.
- Nové vlákno může vzniknout např. pomocí knihovní funkce `pthread_create()`.

Příklad

```
...
void *kod_vlakna(void *threadid)
{ printf("ID vlakna: %d\n", threadid);
  sleep(60);
  pthread_exit(NULL);
}

int main()
{ pthread_t threads[NUM_THREADS];
  int rc, i;
  for(i=0; i<NUM_THREADS; i++){
    rc = pthread_create(&threads[i], NULL, kod_vlakna, (void *) i);
    if (rc){ perror("Chyba ve funkci pthread_create()"); exit(1); }
  }
  pthread_exit(NULL);
...
```

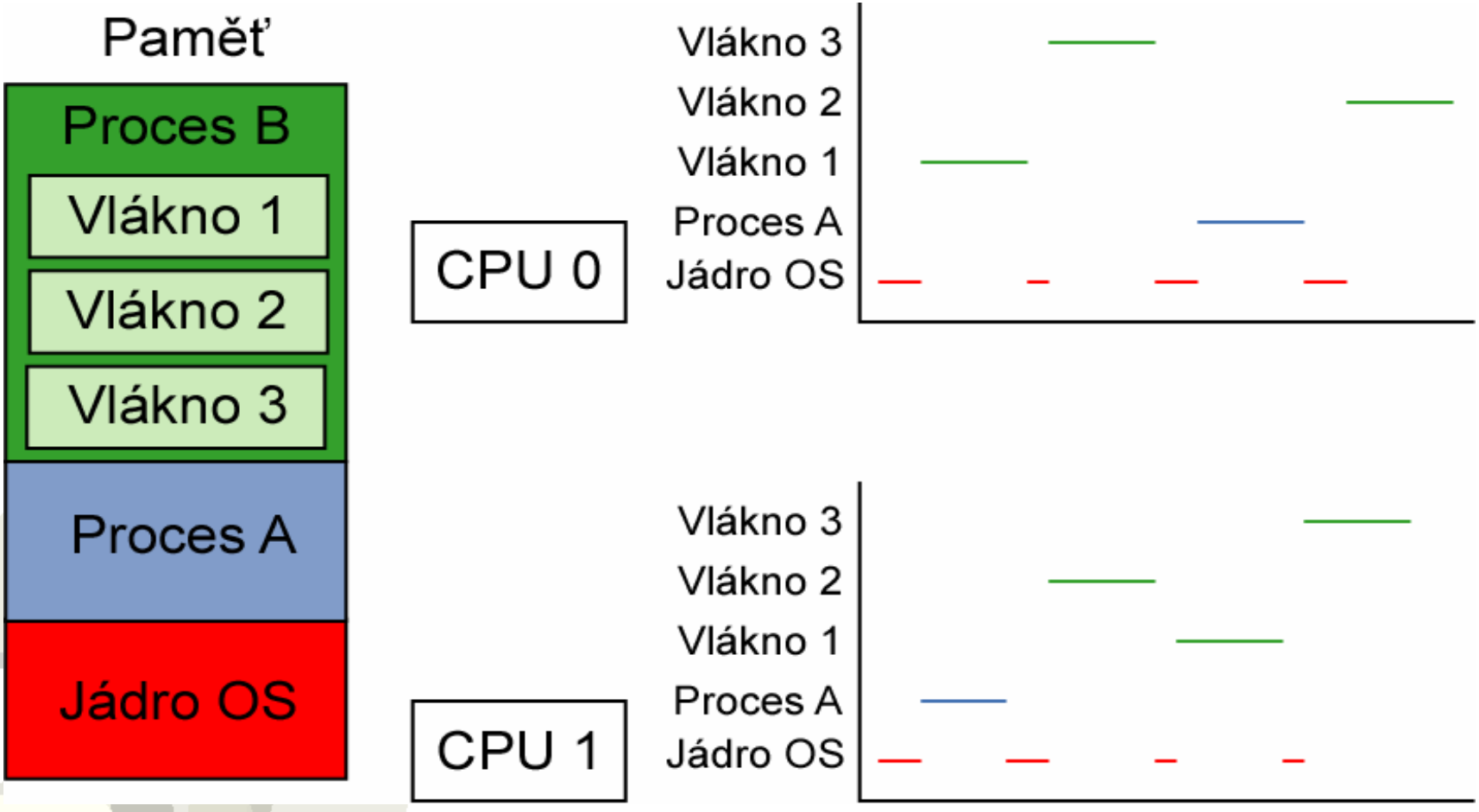
Přepínání kontextu I

- Přepínáním kontextu se rozumí **střídání vláken na procesoru/ procesorech**.
- **Jádro OS určuje, kdy a které vlákno dostane přidělen procesor**.
- **Jádro se rozhoduje na základě celé řady informací:**
  - priorita procesu (např. 0 – 169 v Solarisu 10)
  - prioritní třída (např. TS, IA, FSS, FX, SYS, RT v Solarisu 10)
  - stav vlákna, chování vlákna v minulosti, ...
- **Vlákno dostává přidělený procesor vždy na určité časové kvantum.**
- Velikost časového kvanta se může lišit pro různé procesy i během času (závisí na implementaci Unixu).

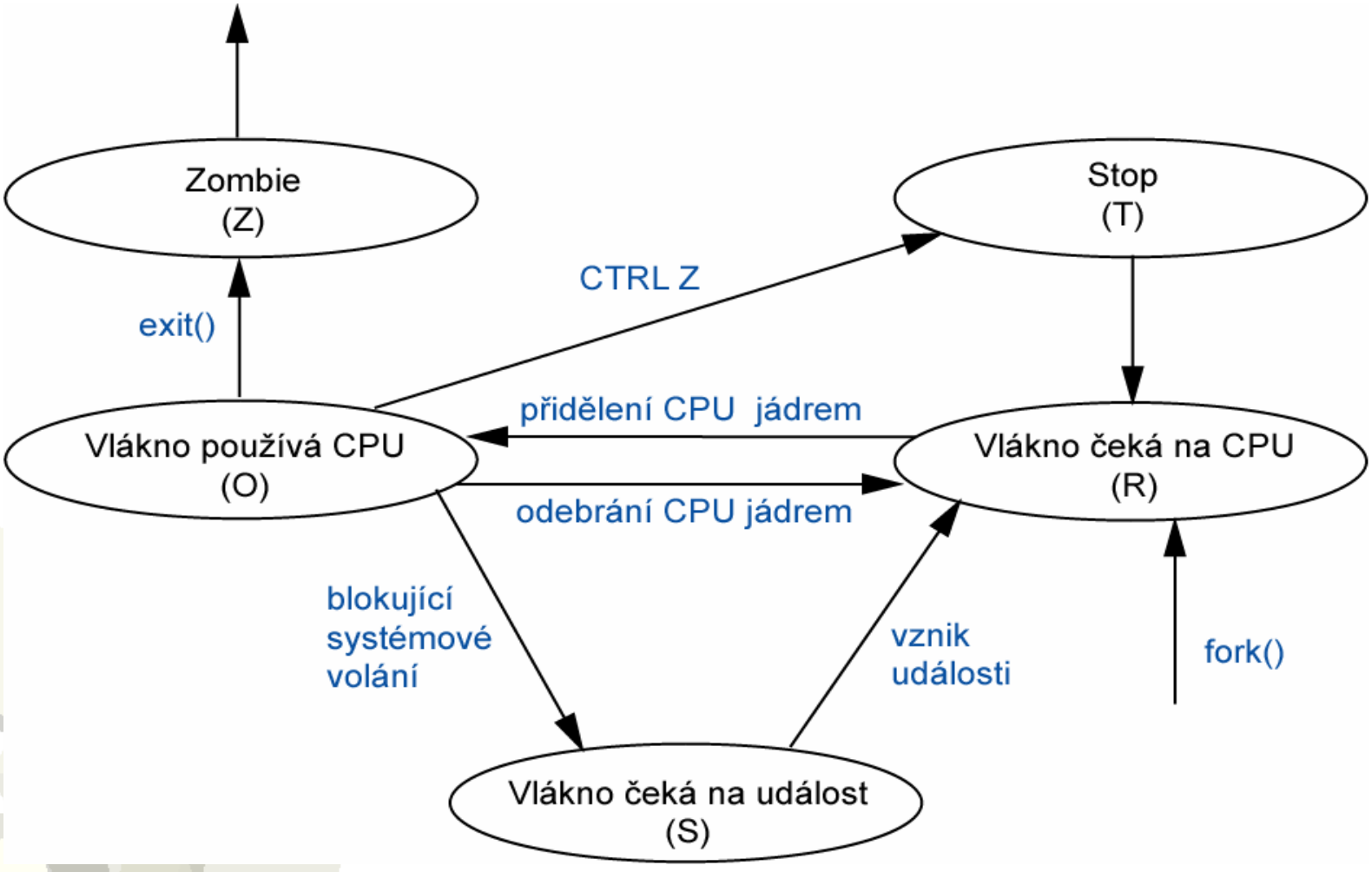
Přepínání kontextu II

- **Priorita procesu se může dynamicky měnit:**
  - u běžících procesů se snižuje
  - u čekajících procesů se zvyšuje

Přepínání kontextu III



Stavy procesu



Výpis procesů/vláken I

`ps`

- Vypíše krátkou informaci o procesech odstartovaných z daného terminálu.

`ps -e`

- Vypíše krátkou informaci o všech procesech v systému.

`ps -f` nebo **`ps -l`**

- Vypíše detailnější informaci o procesech:
  - S — stavy procesu (O, S, R, Z, T)
  - PID, PPID — číslo procesu a číslo rodičovského procesu
  - PRI — priorita (v Solarisu při –c mění význam a přibývá položka CLS)
  - NI — NICE hodnota
  - STIME — čas spuštění procesu
  - TIME — čas spotřebovaný procesem na procesoru
  - TTY — terminál přidělený procesu
  - CMD — příkaz, který spustil proces

Výpis procesů/vláken II

`ps -o format`

- Informace jsou vypsány ve formátovaném tvaru.
- **`format`** může obsahovat následující zkratky:
  - user ruser group rgroup uid ruid gid rgid pid ppid pgid sid pri nice class time etime stime s c lwp ...

`ps -Le`

- Zobrazí informaci i o jednotlivých vláknech běžících v systému.

Výpis procesů/vláken III

`pgrep [-lvx] [vzor -u seznam_uživatelů ...]`

- Vypíše PID (s –l navíc jména) procesů, které splňují zadané parametry (např. obsahují ve svém jménu daný vzor, běží pod identitou daných uživatelů,...).
- S parametrem –v vypíše procesy, které nesplňují zadané parametry.
- **`Vzor`** může obsahovat i regulární výraz.

Výpis procesů/vláken IV

`prstat` nebo **`top`**

- Zobrazí seznam procesů setříděný podle zvoleného kritéria (explicitně podle zátěže CPU).

`ptree [-a] [ pid ] [ uživatel ]`

`pstree [-a] [ pid ] [ uživatel ]`

- Zobrazí strom procesů.

Modifikace priority

- **Počáteční prioritu lze snížit (root může i zvýšit) příkazem**:

  `nice -priorita příkaz`

  `nice -n priorita příkaz`

- kde `priorita` je číslo v rozsahu 1-19
- větší číslo = větší snížení priority
- záporné číslo = zvýšení priority (jen root)

- Podrobnější modifikace priorit lze provést příkazem `priocntl`

Jak správně psát skripty?

- Jaký je rozdíl v chování následujících skriptů?

```
while [ -f $1 ] ; do :         ; done; echo " $1 zrusen "
```

```
while [ -f $1 ] ; do sleep 2 ; done; echo " $1 zrusen "
```

- Který z nich bude reagovat dříve na zrušení souboru, bude-li spuštěn najednou 100x (pokaždé s jiným jménem souboru)?

Signály I

- **Signály umožňují přerušení procesu zvenku** (např. jiným procesem, jádrem při špatném přístupu do paměti,...).
- Každý signál je definován jménem a číslem.
- V různých verzích Unixu se signály mohou lišit.
- **Seznam signálů lze vypsat:**
  - příkazem `kill -l`
  - v Solarisu pomocí manuálu `man -s 3HEAD signal`
- **Signál lze zaslat procesu pomocí příkazů:**

```
kill -signál PID
pkill -signál [ -vx] [ vzor -u seznam_uživatlů ...]
```

Signály II

- **Některé signály lze zaslat procesu pomocí kombinace kláves:**
- (viz. stty –a nebo man stty)

Kombinace kláves	Význam	Jméno signálu
CTRL C	Předčasné ukončení běžícího procesu.	2 SIGINT
CRTL \	Předčasné ukončení běžícího procesu.	3 SIGQUIT
CTRL S	Pozastavení výstupu na obrazovku.	23 SIGSTOP
CTRL Q	Uvolnění pozastaveného výstupu.	25 SIGCONT
CTRL Z	Pozastavení běžícího procesu (ne u sh). **Nikoliv ukončení!!!**	24 SIGTSTP

Důležité signály I

15 SIGTERM (TERMinate)

- Posílán příkazem `kill PID`.
- Standardní reakce je ukončení procesu. Obvyklý způsob předčasného ukončení procesu.

9 SIGKILL (KILL)

- Standardní reakce (kterou nelze změnit ani ignorovat) je ukončení procesu.

Důležité signály II

2 SIGINT (INTerrupt), 3 SIGQUIT (QUIT)

- Posílány procesům prostřednictvím terminálového ovladače při stisku nadefinovaných znaků.
- Standardní reakce je ukončení (2) a ukončení s vytvořením souboru core (3).
- Nastavení terminálového ovladače lze vypsat /změnit příkazem **`stty`**.

Důležité signály III

1 SIGHUP (HangUP)

- Posílán procesu, když končí jeho rodič (shellu, když zavěsil modem).
- Standardní reakce je ukončení. Končí-li proces, je signál poslán všem jeho potomkům. Proto při odhlášení jsou ukončeny všechny procesy spuštěné v rámci tohoto přihlášení.
- Má-li proces pokračovat po ukončení rodiče, je třeba použít příkaz

```
nohup příkaz &
```

- Některé procesy signál odchytávají a interpretují ho jako žádost o restart (např. init, named, sendmail, inetd, syslogd, automountd).

Reakce na signály

- **Každý proces má při startu definovanou reakci na všechny signály.**
- Obvykle je to „konec“ nebo „core a konec“.
- **Proces může reakci předefinovat kromě signálů KILL a STOP.**
- Reakci na signály můžeme měnit příkazem **`trap`**.
  - **Nastavení reakce na signál(y):**

    ```
    trap ´příkazy´ signály_oddělené_mezerou
    ```

  - **Výpis nastavených reakcí:**

    ```
    trap
    ```

  - **Ignorování signálů:**

    ```
    trap ´ ´ signály_oddělené_mezerou
    ```

  - **Nastavení výchozí reakce:**

    ```
    trap - signály_oddělené_mezerou
    ```

Spuštění příkazu I

- **Na popředí**

```
$ příkaz
```

  - Příkaz (který není zabudovaný) je spuštěn jako nový proces.
  - Proces přebírá vstup i výstup.
  - Shell čeká na jeho dokončení.

- **Na pozadí**

```
$ příkaz &
```

  - Shell nečeká na jeho dokončení a nepředává mu vstup (pokud nebyl přesměrován).
  - Jestliže se proces pokusí číst z nepředaného vstupu je pozastaven.
  - Na výstup psát může. Pokud výstup nebyl přesměrován, míchá se s výstupem shellu.

Spuštění příkazu II

- **Mimo shell**

```
$ nohup příkaz &
```

  - Proces poběží i po ukončení shellu.
  - Výstup procesu je přesměrován do souboru **`nohup.out`**.

- **V daném čas**
  - Pomocí příkazu **`at`** nebo **`crontab`** lze naplánovat spuštění procesu v daném čase.
  - Spuštění procesu provádí systémový démon **`cron`**.
  - Proces poběží explicitně pod identitou toho, kdo proces naplánoval a výstup bude poslán mailem.

Správa úloh

- Umožňují všechny shelly kromě Bourne shellu (/bin/sh).

- **Každý proces, který je spuštěn v dané instanci shellu, má v této instanci přiřazeno jedinečné číslo úlohy (JID).**

- Pomocí JID se můžeme na proces odkazovat pomocí příkazů:

  `jobs` vypíše seznam úloh(procesů) běžících v tomto shellu

  `fg [%JID]` přesune úlohu na popředí

  `bg [%JID]` přesune úlohu na pozadí

  `kill -signál [%JID]` pošle úloze daný signál

- Není-li v příkazu uvedeno JID, uvažuje se poslední úloha.

Užitečné příkazy

- **Doba běhu procesu**

  `time příkaz`

- Příkaz vypíše informaci o času spotřebovaném procesem.

- **Systémová volání**

  `truss příkaz`

- Příkaz vypíše systémová volání, které daný proces používá.