Współbieżność w środowisku Java

Wątki i ich synchronizacja

Zagadnienia

- Tworzenie wątków
- Stany wątków i ich zmiana
- Demony
- Synchronizacja wątków
  - wzajemne wykluczanie
  - oczekiwanie na zmiennych warunkowych
- Grupy wątków

Klasa `java.lang.Thread` Interfejs `java.lang.Runnable`

- Wątek reprezentowany jest w procesie na JVM przez obiekt klasy **`Thread`** (w szczególności jej pochodnej).
- Programem głównym wątku jest metoda **`run()`** klasy wywiedzionej z **`Thread`** lub dowolnej klasy implementującej interfejs **`Runnable`**.

Tworzenie wątków

- Dziedziczenie z klasy **`Thread`**
  - definicja klasy pochodnej od **`Thread`**,
  - utworzenie obiektu zdefiniowanej klasy.
- Implementacja interfejsu **`Runnable`**
  - definicja klasy implementującej interfejs **`Runnable`**,
  - utworzenie obiektu zdefiniowanej klasy,
  - utworzenie obiektu klasy **`Thread`** z przekazaniem referencji do utworzonego obiektu klasy implementującej **`Runnable`**.

Tworzenie wątków poprzez dziedziczenie z klasy `Thread`

- Zdefiniowanie klasy **`MThread`** wywiedzionej z klasy **`Thread`** (implementacja w tej klasie metody **`run()`**, która zawiera program wątku)

```
class MThread extends Thread {
   void run(){
      ...
   }
}
```

- Utworzenie obiektu **`th`** zdefiniowanej klasy **`MThread`**

```
MThread th;
th = new MThread();
```


Tworzenie wątków poprzez implement. interfejsu `Runnable`

- Zdefiniowanie klasy **`MClass`** implementującej **`Runnable`** oraz implementacja w tej klasie metody **`run()`**, która zawiera program wątku

```
class MClass implements Runnable {
   void run(){
      ...
   }
}
```

- Utworzenie obiektu **`obj`** zdefiniowanej klasy **`MClass`**

```
MClass obj = new MClass();
```

- Utworzenie obiektu **`th`** klasy **`Thread`**

```
Thread th = new Thread(obj);
```

Definicja interfejsu `Runnable`

```
public interface Runnable {
   public abstract void run();
}
```


Implementacja metody `run()` w klasie `Thread`

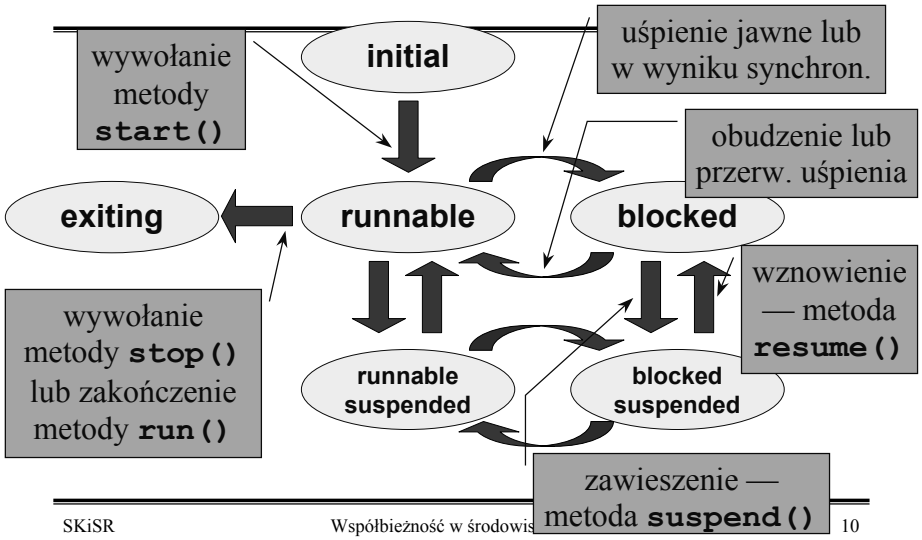
```
private Runnable target;
public void run() {
   if (target != null)
      target.run();
}
```

Referencja **`target`** ustawiana jest w konstruktorze, jeśli zostanie przekazany parametr klasy implementującej **`Runnable`**.

Konstruktory klasy `Thread`

```
Thread();
Thread(Runnable target);
Thread(String name);
Thread(Runnable target,
       String name);
```


Stany wątku



Klasa `Thread` — zmiana stanu wątków

- **`void start()`** — uruchomienie wątku,
- **`void stop()`** — zakończenie działania wątku,
- **`void run()`** — metoda wykonywana przez wątek (główny program wątku),
- **`void suspend()`** — zawieszenie wątku (wątek nie zwalnia blokad),
- **`void resume()`** — wznawienie wykonywania zawieszonego wątku,
- **`void interrupt()`** — przerwanie oczekiwanie wątku w stanie zablokowania.

Klasa `Thread` — zmiana stanu wątków (metody statyczne)

- **`static void sleep(long milsec [, int nanosec])`** — uśpienie wątku na podany okres czasu,
- **`static void yield()`** — „oddanie procesora” innemu wątkowi o tym samym priorytecie.
- Zmiana stanu następuje w wątku wywołującym (wątek wywołuję te metody w celu zmiany własnego stanu)

Klasa `Thread` — nadawanie nazw wątkom

- **`void setName(String name)`** — przypisanie nazwy do wątku,
- **`String getName()`** — odczytanie przypisanej nazwy.
- Z punktu widzenie systemu nazewnictwo wątków nie ma żadnego znaczenia, jest również raczej mało istotne dla użytkownika.

Klasa `Thread` — priorytety wątków

- **`void setPriority(int priority)`** — ustawianie priorytetu wątku,
- **`int getPriority()`** — odczytanie priorytetu wątku.
- Stałe (**`final`**) w klasie **`Thread`**:
  - **`Thread.MIN_PIORITY`**
  - **`Thread.MAX_PIORITY`**
  - **`Thread.NORM_PIORITY`**
- Większa wartość oznacza wyższy priorytet.

Klasa `Thread` — inne metody

- **`void join([long milsec [, int nanosec]])`** — oczekiwanie na zakończenia wątku (można podać czas oczekiwania),
- **`boolean isAlive()`** — sprawdzenie, czy wątek działa (zwraca **`true`** jeśli wątek został uruchomiony przez **`start()`**, ale nie zakończył jeszcze działania — wykonywanie metody **`run()`** nie dobiegło końca).

Klasa `Thread` — inne metody statyczne

- **`static Thread currentThread()`** — zwraca obiekt reprezentujący aktualnie wykonywany wątek,
- **`static int enumerate(Thread threadArray[])`** — zwraca obiekty reprezentujące wszystkie wątki procesu,
- **`static int activeCount()`** — zwraca liczbę aktywnych wątków procesu.

Demony

- Demon jest takim wątkiem, który kończy swoje działanie po zakończeniu ostatniego wątku użytkownika.
- **`void setDaemon(boolean on)`** — w zależności od wartości parametru **`on`** zmienia wątek użytkownika na wątek-demon lub odwrotnie,
- **`boolean isDaemon()`** — sprawdza, czy wątek jest demonem.

Synchronizacja wątków

- Wzajemne wykluczanie
  - metoda **`synchronized`**,
  - blok **`synchronized`**.
- Oczekiwanie na spełnienie warunku
  - blokowanie — **`wait()`**,
  - budzenie — **`notify()`**, **`notifyAll()`**.
- Blok synchronized oraz metody **`wait()`**, **`notify()`** i **`notifyAll()`** mogą być realizowane na dowolnym obiekcie (obiekcie klasy **`Object`**).

Metoda/blok `synchronized`

- Blok synchronized na danym obiekcie zajmuje zamek związany z tym obiektem

```
synchronized (obj){
    ...
}
```

- Metoda typu **`synchronized`** zajmuje zamek związany z obiektem, dla którego jest wywoływana, będzie zatem wykluczać wykonanie innych metod typu **`synchronized`** lub bloków **`synchronized`** na tym obiekcie.

Przykład metod `synchronized`

```
public class Konto {
   private float kwota;
   public synchronized boolean wyplata(float k) {
      if  (k <= kwota) {
         kwota -= k;
         return true;
      }
      return false;
   }
   public synchronized void wplata (float k) {
      kwota += k;
   }
}
```

Wzajemne wykluczanie fragmentu kodu metody

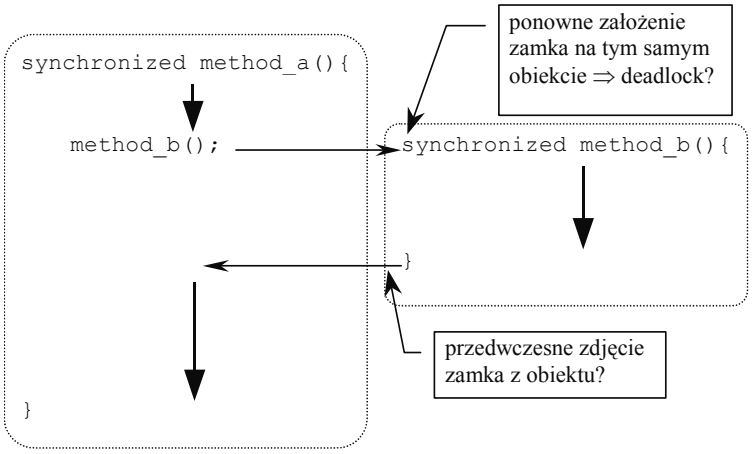
- Jeśli tylko fragment kodu metody ma się wykluczać z innymi metodami typu **`synchronized`**, można to osiągnąć przez utworzenie bloku **`synchronized`** na referencji **`this`** w implementacji tej metody.

```
{
    ...
    synchronized (this) {
        ...
    }
}
```


Pytanie

- Co się stanie, jeśli metoda typu **`synchronized`** zostanie wywołana z innej metody typu **`synchronized`** (czyli przez ten sam wątek)?
- Czy nastąpi zakleszczenie, a jeśli nie, to czy nie nastąpi przedwczesne zwolnienie blokady obiektu?

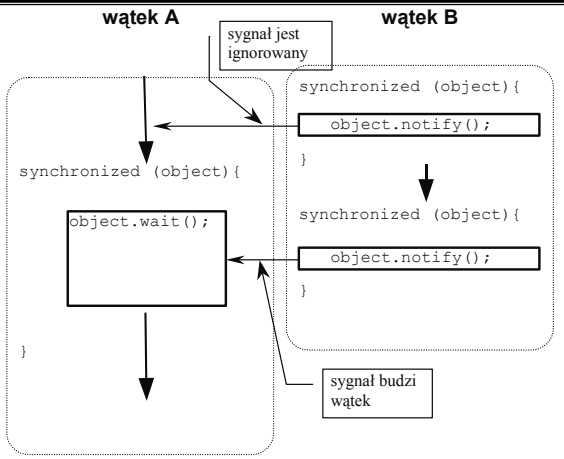
Przykład zagnieżdżonych blokad



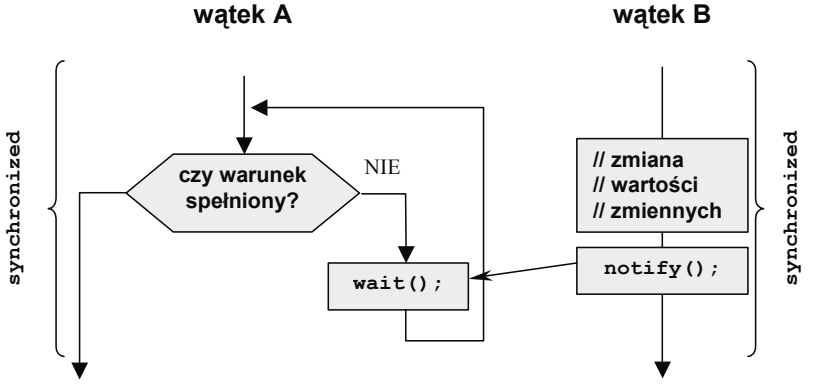
Oczekiwanie na spełnienie warunku

- **`void wait([long milsec [, int nanosec]])`** — czeka na spełnienie warunku (na sygnał wysyłany przez **`notify()`** lub **`notifyAll()`**),
- **`void notify()`** — wysyła sygnał do wątku oczekującego po wywołaniu metody **`wait()`** danego obiektu,
- **`void notifyAll()`** — wysyła sygnał do wszystkich wątków oczekujących po wywołaniu metody **`wait()`**,
- Metody **`wait()`** i **`notify()`** (**`notifyAll()`**) muszą być wywoływane w bloku (metodzie) **`synchronized`** na tym samym obiekcie.

Budzenie wątków oczekujących na spełnienie warunku



Schemat synchronizacji na zmiennych warunkowych



Pytanie

- Czy przy pomocy mechanizmów synchronizacji w Java'ie da się zbudować monitor?

Grupowanie wątków

- Łączenie wątków w grupy ma na celu ułatwienie zarządzania zbiorami logicznie powiązanych ze sobą wątków (np. grupa wątków w serwerze do obsługi określonego klienta na połączeniu siec.)
- Wątek musi zostać przypisany do grupy w momencie tworzenia i pozostaje w niej do końca swego istnienia.
- Grupy tworzą hierarchię wynikającą z zawierania się jednych grup w innych (każda nowo tworzona grupa jest częścią innej grupy).

Konstruktory klasy `Thread` z uwzględnieniem grupowania

```
Thread(ThreadGroup group,
       Runnable target);
Thread(ThreadGroup group,
       String name);
Thread(ThreadGroup group,
       Runnable target,
       String name);
```


Tworzenie grupy wątków

- Grupa wątków reprezentowana jest przez obiekt klasy **`ThreadGroup`**.
- Konstruktory klasy **`ThreadGroup`**:
  - **`ThreadGroup(String name)`** — utworzenie nowej grupy, która jest podgrupą grupy wątku bieżącego,
  - **`ThreadGroup(ThreadGroup parent, String name)`** — utworzenie nowej grupy, która jest podgrupą grupy wskazanej.

Operowanie na grupach wątków

- **`void stop()`** — zakończenie działania wszystkich wątków w grupie,
- **`void suspend()`** — zawieszenie wszystkich wątków w grupie,
- **`void resume()`** — wznawianie wykonywania zawieszonych wszystkich wątków w grupie.

Wyliczanie wątków w grupie

- **`int enumerate(Thread list[])`**
- **`int enumerate(Thread list[], boolean recurse)`**
- **`int activeCount()`**
- **`int enumerate(ThreadGroup list[])`**
- **`int enumerate(ThreadGroup list[], boolean recurse)`**

Usuwanie grupy wątków

- Do usuwania grupy wątków służy metoda **`destroy()`**.
- Metoda **`destroy()`** jest skuteczna, jeśli wszystkie wątki w grupie i podgrupach zostały zakończone.
- Metoda **`destroy()`** rekurencyjnie usuwa również wszystkie podgrupy grupy usuwanej.