# Operacijski sistemi

# Vsebina

- Sočasnost
- Sočasno izvajanje ukazov
- Souporaba vira
- Tvegano stanje
- Kritični odsek

# Sočasnost

- Osnovni pojmi
  - **sočasnost**, hkratnost (concurrency)
    - prekrivanje obstoja več procesov
    - občutek hkratnega izvajanja
      - menjavanje stanja: izvajanje in ne-izvajanje na procesorju
  - **vzporednost** (parallelism)
    - dejansko hkratno izvajanje (več procesorjev)
    - obstaja tudi vzporednost na nivoju procesorskih ukazov
    - posebna oblika sočasnosti
  - **porazdeljenost** (distributed)
    - izvajanje več procesov v več vozliščih omrežja

# Sočasnost

- Sočasnost in vzporednost
  - sočasnost brez vzporednosti
    - večopravilnost, prepletanje izvajanja ukazov
  - sočasnost z vzporednostjo
    - več-procesorski sistem, prekrivanje ukazov
  - vzporednost brez sočasnosti
    - vzporednost na nivoju ukazov
      - vzporedne bitne operacije ipd.
  - obe vrsti povzročita enake težave in rešitve
    - deljenje globalnih virov
    - smrtni objem (deadlock)
    - težavno odkrivanje programskih napak

# Sočasnost

- Kje se pojavlja **sočasnost**?
  - sočasno izvajanje več različnih aplikacij
    - multiprogramiranje je nastalo prav zaradi tega
  - sočasno izvajanje ene aplikacije
    - modularna zasnova in struktura aplikacij
    - pogled na aplikacijo kot množico vzporednih procesov
    - tudi sam OS lahko povzporejamo

# Sočasnost

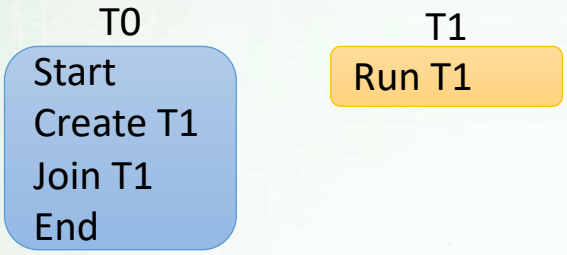
- Odnosi med procesi
  - **tekmovalnost**
    - procesi se **ne** zavedajo drug drugega
    - tekmujejo med seboj za vire
      - npr. dve neodvisni aplikaciji želita tiskati
  - **sodelovanje**
    - preko medprocesne komunikacije ali deljenih virov
    - procesi se zavedajo drug drugega
    - vzpostavijo medsebojno komunikacijo s komunikacijski mehanizmi, ki jih nudi OS

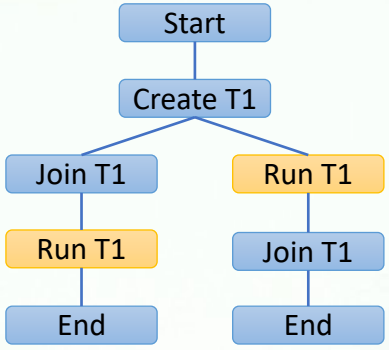
# Sočasno izvajanje ukazov

- **Prepletanje izvajanja**
  - multiprogramiranje: več procesov, en procesor
  - izvedba posameznih ukazov različnih procesov se poljubno prepleta
- **Prekrivanje izvajanja**
  - multiprocesiranje: več procesov, več procesorjev
  - izvedba ukazov različnih procesov se poljubno prekriva

# Sočasno izvajanje ukazov

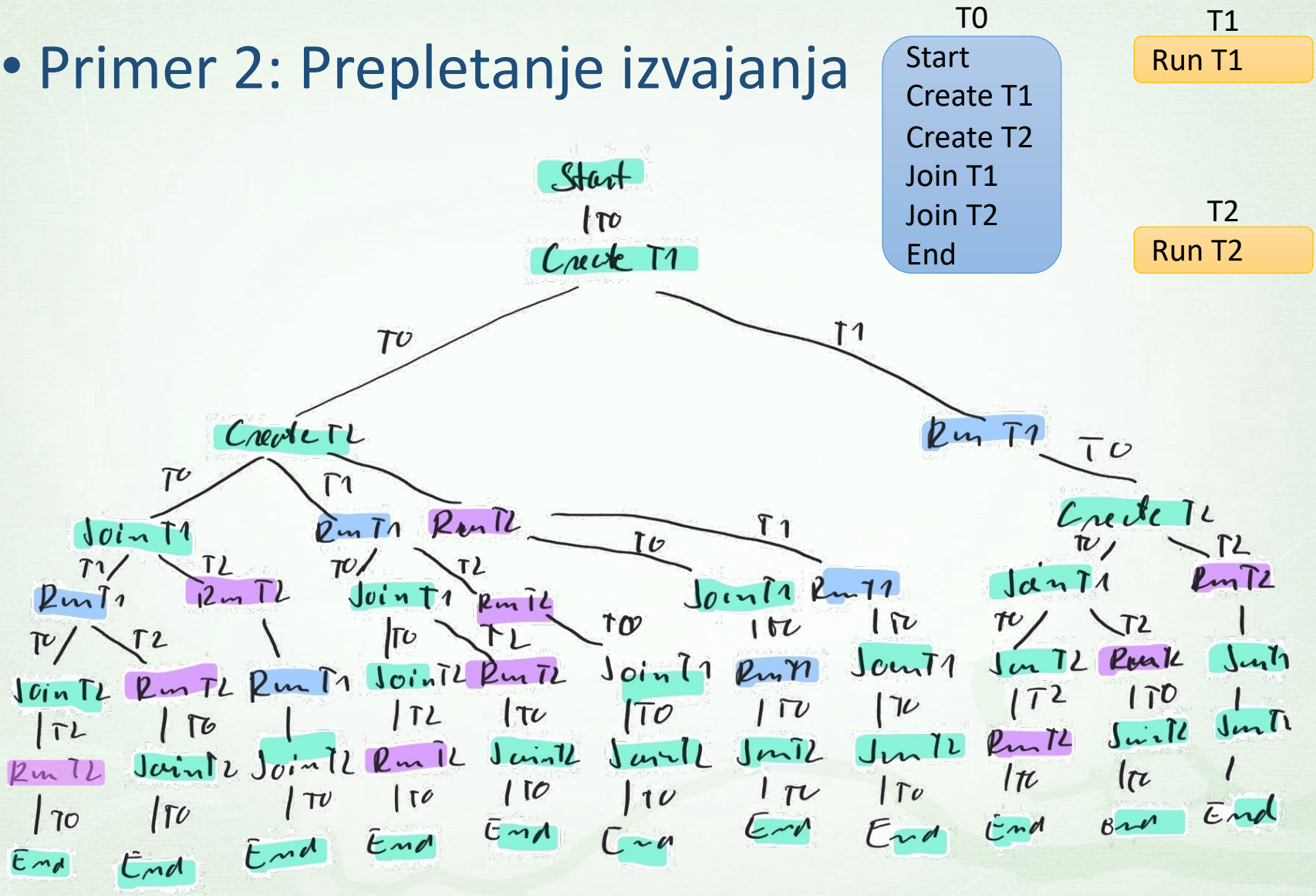
- Primer 1: Prepletanje izvajanja



# Sočasno izvajanje ukazov

- Primer 2: Prepletanje izvajanja



# Souporaba vira

- Skupni/deljeni vir (shared data)
  - vir, ki ga lahko uporablja dva ali več procesov
    - npr. podatki oz. spremenljivka v večnitnem programu

- Souporaba skupnega vira
  - sočasna uporaba vira s strani več procesov
  - rezultat izvajanja procesov
    - pričakovani: kar intuitivno pričakujemo
    - dejanski: rezultat, pridobljen z opazovanjem
      - nepričakovana vrednost vira
      - lahko celo različne vrednosti ob večkratnih zagonih pri "enakih" pogojih

# Souporaba vira

- Primer
  - dve niti / procesa *P1* in *P2* se sočasno izvajata
  - uporabljata skupni vir oz. spremenljivko
    - spremenljivka *i* z začetno vrednostjo ***i* = 0**
    - eden inkrementira spremenljivko: ***i = i + 1***
    - drugi dekrementira spremenljivko: ***i = i – 1***
  - opazujemo rezultat izvajanja
    - Kakšna je vrednost *i* po izvedbi obeh procesov?
      - pričakovana in dejanska
    - dejanska vrednost je odvisna od konkretne arhitekture procesorja in od kode v katero se prevede inc/dec

# Souporaba vira

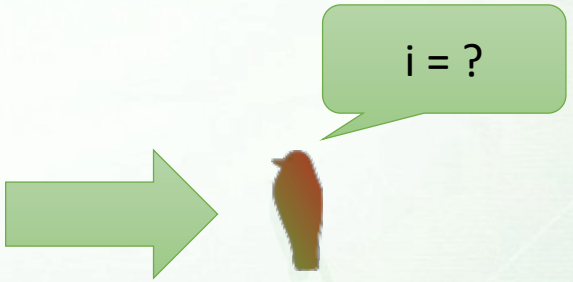
- Primer
  - V kakšno strojno kodo se program prevede?

```
load R, i
add R, 1
store R, i
```

```
load R, i
sub R, 1
store R, i
```

  - Kako se prepleta izvajanje strojne kode?

```
P1                  P2
load R, i
add R, 1
store R, i
                    load R, i
                    sub R, 1
                    store R, i
```



# Souporaba vira

- Primer
  - poljubno **prepletanje** izvajanja ukazov

| P1 | P2 |
|---|---|
| load R, i | |
| | load R, i |
| | sub R, 1 |
| | store R, I |
| add R, 1 | |
| store R, i | |

| P1 | P2 |
|---|---|
| load R, i | |
| | load R, i |
| add R, 1 | |
| | sub R, 1 |
| store R, i | |
| | store R, i |

  - poljubno **prekrivanje** izvajanja ukazov

| P1 | P2 |
|---|---|
| load R, i | |
| add R, 1 | load R, i |
| store R, i | sub R, 1 |
| | store R, I |

| P1 | P2 |
|---|---|
| load R, i | load R, i |
| add R, 1 | |
| | sub R, 1 |
| store R, i | store R, i |

# Tvegano stanje

- **Tvegano stanje** (race condition)
  - rezultat souporabe skupnega vira
    - odvisen od prepletanja/prekrivanja izvajanja ukazov
  - tveganim stanjem se želimo izogniti
    - programska koda, ki povzroči tvegano stanje je nepravilna (programski hrošč)
    - izvajanje na različnih arhitekturah lahko različno pogosto vodi v tvegano stanje
      - hrošč lahko ostane neopazen tudi pri testiranju
      - težko razhroščevanje sočasnih programov

# Tvegano stanje

- Še več primerov tveganega stanja

- dva procesa, en vir
- *P1*: $x = 1$
- *P2*: $x = 2$
- $x = ?$

- dva procesa, dva vira
- init: $x = 1, y = 2$
- *P1*: $x = x + y$
- *P2*: $y = x + y$
- $x = ?, y = ?$

- $n$ procesov, en vir
- init: $x = 0$
- *Pi*: $x = x + 1$
- $x = ?$

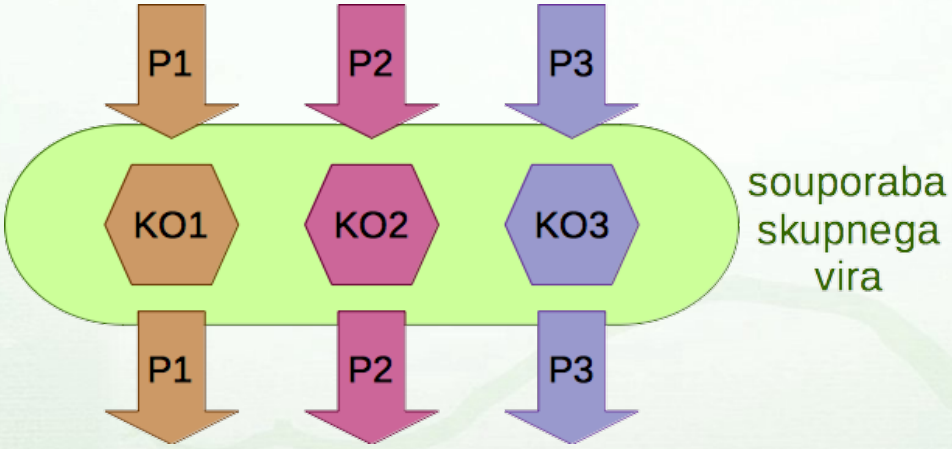
- dva procesa, dva vira
- init: $x = 0$, y = 0
- *P1*: $x = x + 1, y = y - 1$
- *P2*: $x = x - 1, y = y + 1$
- $x = ?$, y = ?

# Kritični odsek

- **Kritični odsek** (critical section)
  - del programske kode, ki uporablja skupni vir
    - sočasna uporaba skupnega vira vodi v tvegano stanje
    - uporabo vira ščitimo s kritičnim odsekom
  - ideja oz. rešitev: **vzajemno izključevanje**
    - le en proces naj bo sočasno v KO
    - ostalim procesom ne dovolimo vstopa dokler prvotni proces ne izstopi
    - **vstop** v in **izstop** iz kritičnega odsega

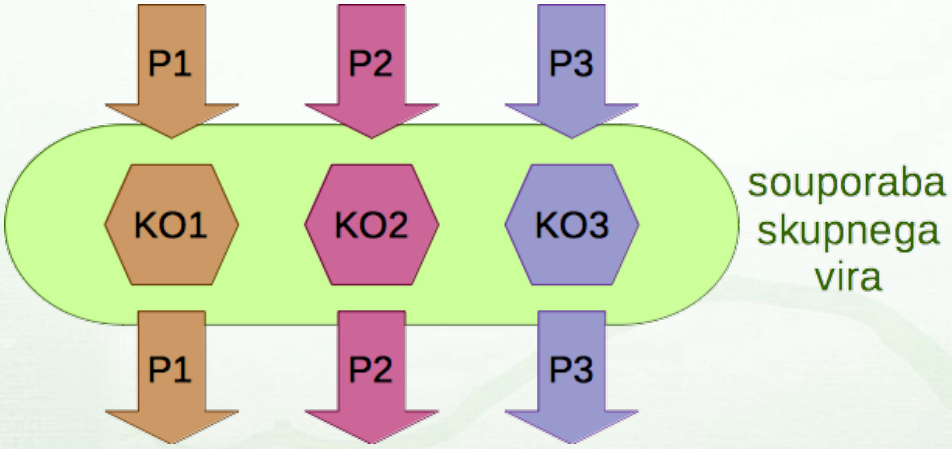
# Kritični odsek


- Uporaba kritičnega odseka
  - **vstop** v kritični odsek
    - možen le, če noben drug proces ni v KO
      - stanje (pripravljen, izvajan ...) procesa ni pomembno, ampak le vrednost programskega števca (kje v programski kodi se proces nahaja)
    - po vstopu drugi procesi ne morejo v KO
      - kritični odsek je „zaseden“



# Kritični odsek


- Uporaba kritičnega odseka
  - **izstop** iz kritičnega odseka
    - vedno možen
    - po izstopu je KO „prost“
      - poljuben proces (lahko isti) lahko vstopi v KO



# Kritični odsek

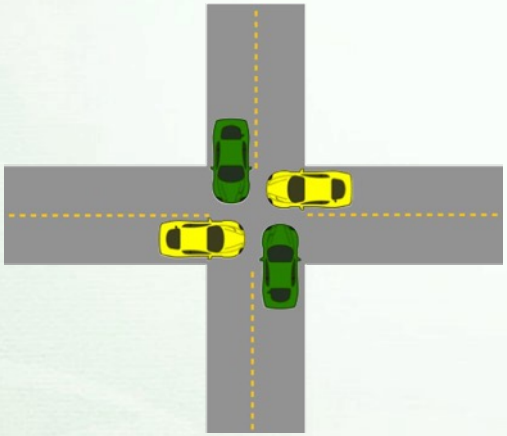

- **Vzajemno izključevanje** (mutual exclusion)
  - mehanizem za preprečevanje tveganega stanja
    - zagotavlja, da se v KO nahaja kvečjemu en proces
    - preko vstopa in izstopa
  - Je s tem problem kritičnega odseka razrešen?
    - tvegano stanje je rezrešeno
    - vendar se pojavijo nove težave in izzivi
      - težavi: stradanje, smrtni objem

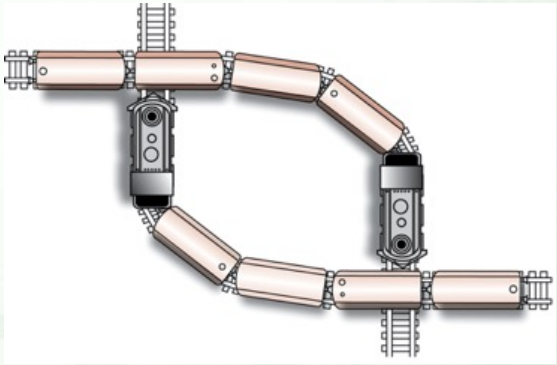
# Kritični odsek

- Težava
  - **stradanje** (starvation)
    - proces, ki želi vstopiti v KO,
      ne pride na vrsto (ali pa predolgo čaka)
      - npr. vedno ga nekdo drug prehiti

# Kritični odsek

- Težava
  - **smrtni objem** (deadlock)
    - dva ali več procesov ne more nadaljevati, ker čakajo drug na drugega
      - npr. P1 in P2 oba potrebujeta R1 in R2 za nadaljevanje, pri tem P1 pridobi R1 in P2 pridobi R2





# Kritični odsek


- Izzivi
  - enakopravnost, poštenost
    - Je izbira procesa za vstop poštena? Kdo vpliva na izbor?
  - omejeno čakanje (bounded waiting)
    - vstop je odobren v končnem času (izogibanje stradanju)
  - učinkovitost
    - hitrost izbor procesa, vstop in izstop
  - poljubna hitrost izvajanja procesov
    - poljubno prepletanje in/ali prekrivanje ukazov
  - splošnost rešitve
    - za poljubno število procesov