

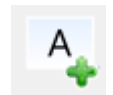
# Vensim

- Eulerova metoda za  $dP(t)/dt = rP(t)$ :  $P(t + \Delta t) = P(t) + r \cdot P(t) \cdot \Delta t$



varijable koje se akumuliraju u vremenu, odnosno čije su derivacije dane (nova vrijednost = stara + promjena)

$$P(t + \Delta t)$$



varijabla koja služi za pohranu jednadžbe, konstante ili vrijednosti koja se ne akumulira u vremenu

$$r$$



brzina promjene varijable (derivacija)

$$\Delta P / \Delta t$$



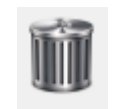
strelica, spojnica koja povezuje ovisne veličine (iz svake veličine na desnoj strani u veličinu lijevo)

$$\Delta P / \Delta t = f(r, P(t))$$



upis vrijednosti, jednadžbi...

$$\Delta P / \Delta t = r \cdot P(t)$$



brisanje objekata



grafički prikaz ovisnosti vrijednosti neke veličine u vremenu

$$P(t)$$

# Rast populacije bakterija

**V19.** Prikažite ovisnost populacije od 10 bakterija tijekom 10 dana ako se populacija poveća za 10% u sat vremena.

**1. korak:** Diferencijalna jednačina

$$r = 0.1/h$$

$$\frac{dP(t)}{dt} = rP(t)$$

**2. korak:** Definicija vremenske skale (Model => Settings...)

INITIAL TIME = 0 (početno vrijeme)


FINAL TIME = 240 (konačno vrijeme)

TIME STEP = 0.1 (vremenski korak,  $\Delta t$ , biramo

tako mali da se  $dP/dt$  zanemarivo mijenja u  $\Delta t$ )

Units for Time = h (mjerne jedinice)

**3. korak:** Definiramo varijablu koja se akumulira

Sa  dodamo varijablu koja je derivirana, odnosno populaciju, nazovemo je npr. P.

#### 4. korak: Definiramo brzinu promjene


Naredbom  definiramo brzinu promjene.

Kliknemo ispred promjenjive varijable (P).

Povučemo strelicu prema promjenjivoj varijabli


Nazovemo je npr.  $dP/dt$ .

#### 5. korak: Definiramo konstante

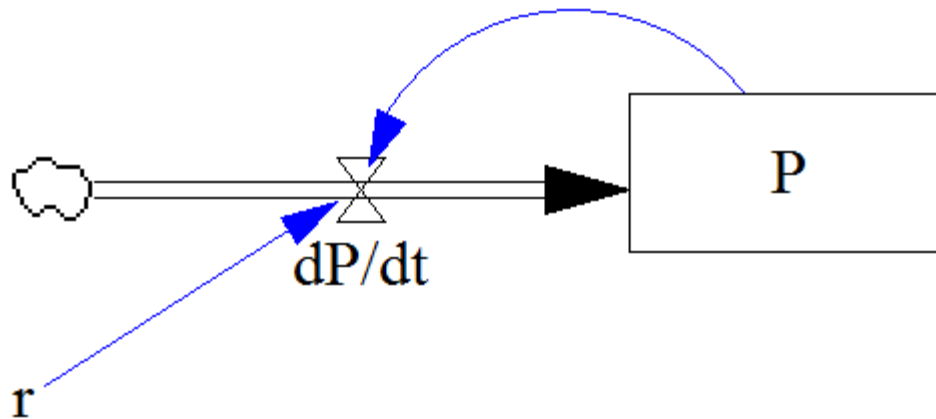
Naredbom  dodajemo konstantu.

Nazovemo je u ovom slučaju r.

#### 6. korak: Povežemo ovisne veličine

Strelicom  povežemo brzinu promjene  $dP/dt$  s veličinama o kojima ovisi (r i P).

Strelicu možemo zakriviti povlačenjem kružića na sredini strelice.



## 7. korak: Definiramo vrijednosti i relacije

Naredbom  $f(x)$  upišemo vrijednosti, mjerne jedinice i relacije, označene **crveno** dolje. Pri odabiru, objekti na koje se treba primijeniti postaju zacrnjeni.

Za **r** ( = **0.1** ; Units: **1 / h** )

Za **dP/dt** ( = **r\*P** ; Units: **broj bakterija / h** )


Za **P** ( = INTEG **dPdt** ; Units: **broj bakterija**  
; Initia Value: **10** )

## 8. korak: Provjera

Model => Check Model


Model => Units Check

## 9. korak: Pokretanje simulacije

Naredbom  pokrećemo simulaciju.

## 10. korak: Grafički prikazi veličina

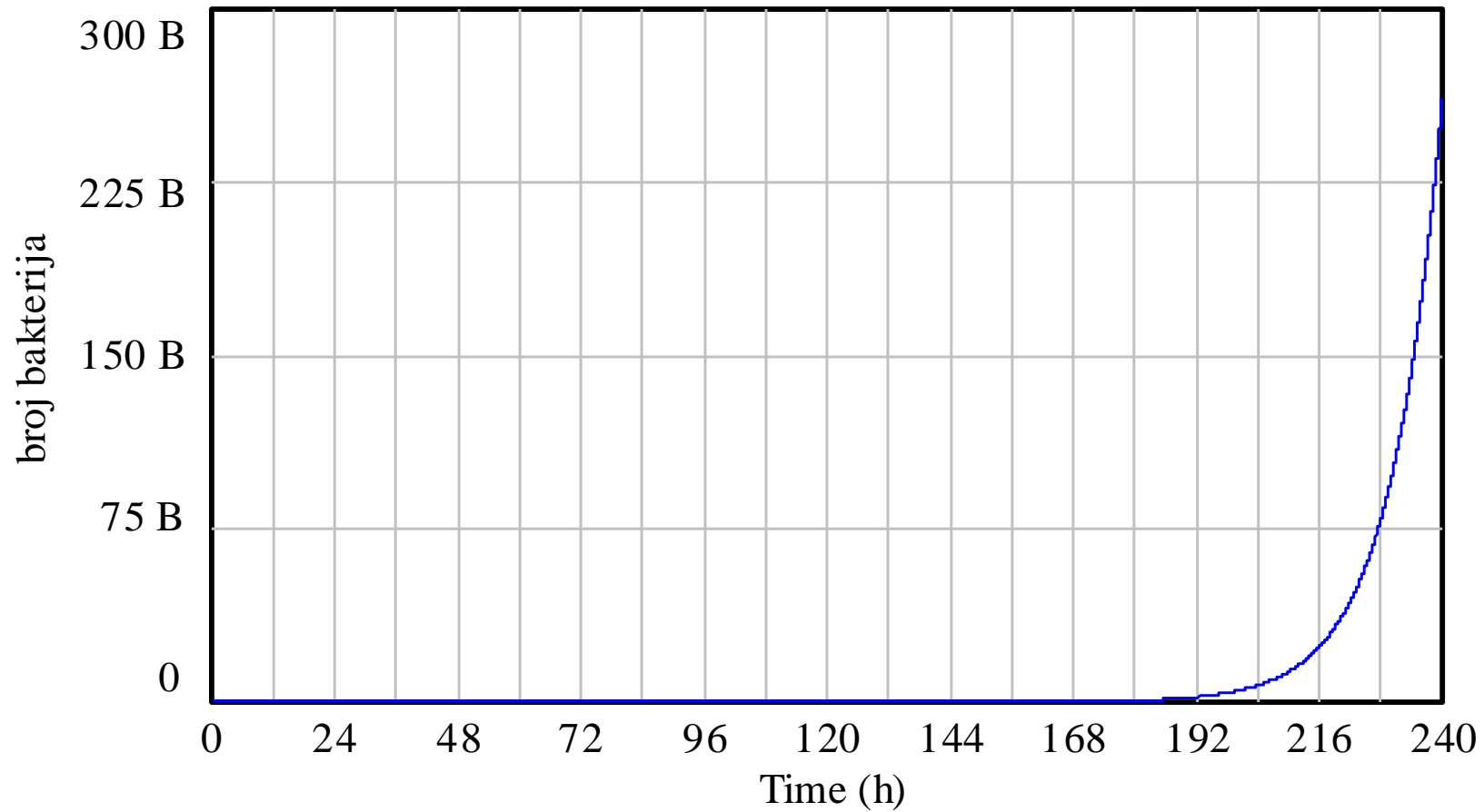
Odaberemo veličinu koju želimo promatrati

Kliknemo na  .

Za istodobni prikaz više veličina, potrebno je držati tipku Shift prilikom odabira.

# Prikaz populacije bakterija tijekom 10 dana:

P



P : Current 

---