

# Korespondenční úkol - Modelování a simulace

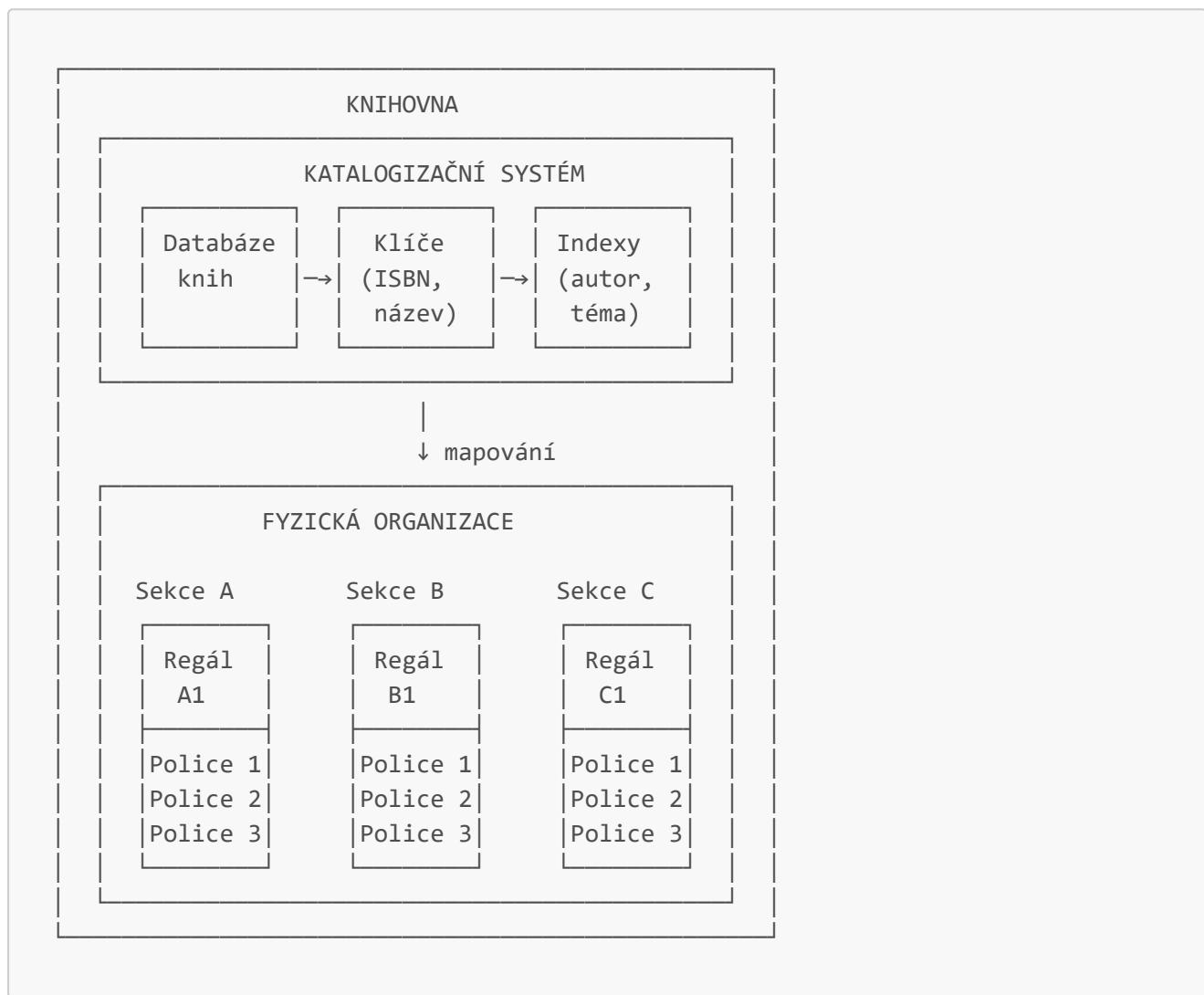
## Konceptuální modely statického a dynamického systému

### 1. STATICKÝ SYSTÉM: KNIHOVNA

#### 1.1 Popis systému

Knihovna jako statický systém se zaměřuje na organizaci - taxonomii a umístění knih v prostoru - logistiku. Bez časového vývoje (výpůjčky, pohyb lidí), pouze struktura a vztahy.

#### 1.2 Blokové schéma struktury



#### 1.3 Prvky systému

Prvek	Atributy	Popis
<b>Knih</b>	ISBN, název, autor, rok, téma, stav, umístění	Základní prvek systému

Prvek	Atributy	Popis
<b>Police</b>	číslo, kapacita, výška, obsazenost	Fyzická jednotka úložiště
<b>Regál</b>	ID, sekce, počet_polic, typ (volný přístup/sklad)	Skupina polic
<b>Sekce</b>	název, téma, místnost	Tematická oblast
<b>Katalogový záznam</b>	ID_knihy, signatura, klíčová_slova	Informační prvek

## 1.4 Vazby mezi prvky

```

Kniha —(1:1)—> Katalogový_záznam
      |
      |—(N:1)—> Police —(N:1)—> Regál —(N:1)—> Sekce
  
```

Signatura:

[SEKCE].[REGÁL].[POLICE].[POZICE]

Příklad: "C.01.03.12" = Sekce C, Regál 01, Police 03, Pozice 12

## 1.5 Pravidla a omezení (statická)

1. **Kapacitní omezení:**  $\Sigma(\text{šířka_knih_na_polic}) \leq \text{délka_police}$
2. **Tematická konzistence:** Knihy na jednom regálu by měly patřit do stejné sekce
3. **Uspořádání:** Knihy na polici jsou řazeny podle signatury (zleva doprava)
4. **Unikátnost:** Každá kniha má jedinečnou signaturu
5. **Hierarchie:** Sekce → Regál → Police → Pozice (stromová struktura)

## 1.6 Příklad konkrétních dat

```

Sekce B: Přírodní vědy
  |— Regál B1: Fyzika
    |— Police 1: Mechanika (15 knih)
    |— Police 2: Termodynamika (12 knih)
    |— Police 3: Kvantová fyzika (8 knih)
  |— Regál B2: Chemie
    |— Police 1: Anorganická chemie (18 knih)
    |— Police 2: Organická chemie (14 knih)
  
```

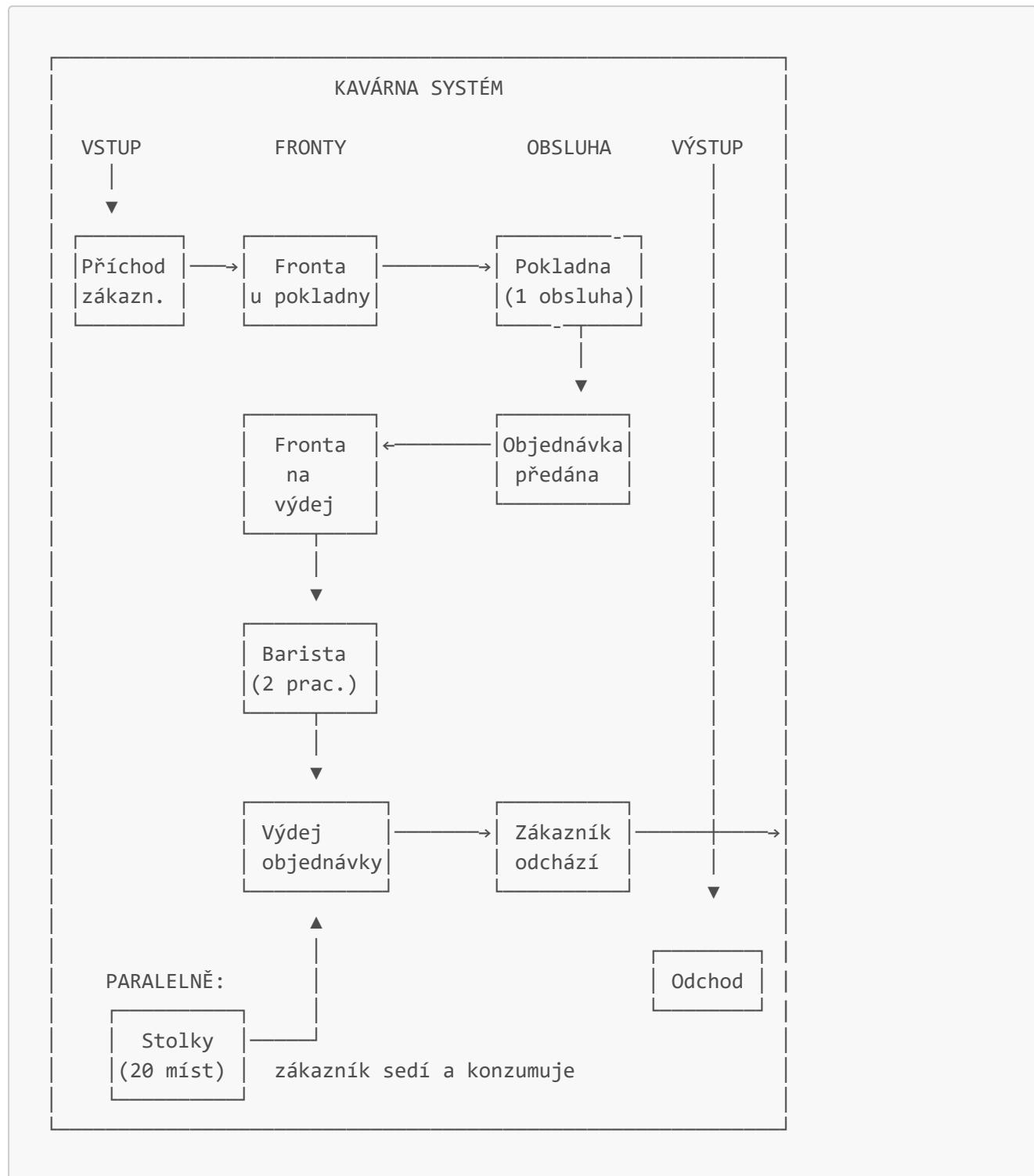
## 2. DYNAMICKÝ SYSTÉM: KAVÁRNA

### 2.1 Americká kavárna (Starbucks, CostaCofee)

#### 2.1.1 Popis systému

Kavárna jako dynamický systém, kde sledujeme pohyb zákazníků, přípravu objednávek a obsluhu stolů v čase.

### 2.1.2 Blokové schéma toku

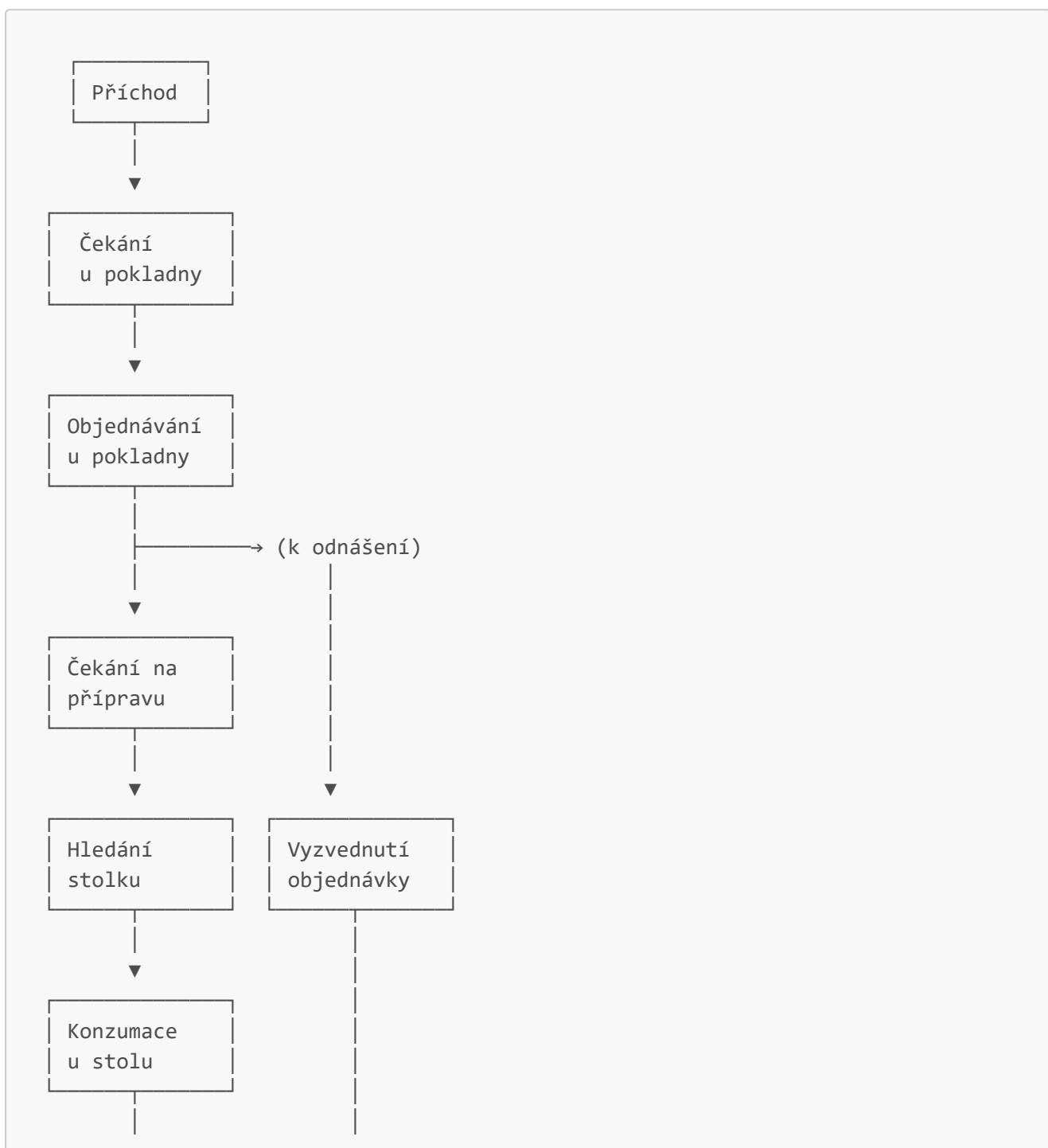


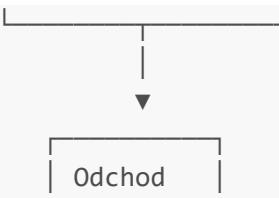
### 2.1.3 Prvky systému

Prvek	Atributy	Typ
Zákazník	ID, čas_příchodu, typ_objednávky, trpělivost, stav	Dynamický agent

Prvek	Atributy	Typ
<b>Pokladna</b>	stav (volná/obsazená), aktuální_zákazník	Obsluhovací místo
<b>Barista</b>	ID, stav, rychlosť, aktuální_úkol	Zdroj (2 instance)
<b>Fronta_pokladna</b>	délka, max_kapacita, FIFO_seznam	Fronta
<b>Fronta_výdeje</b>	seznam_objednávek, priorita	Fronta
<b>Stolek</b>	ID, obsazenost, kapacita	Statický zdroj
<b>Objednávka</b>	ID, typ_nápoje, čas_vytvoření, čas_dokončení	Úkol

## 2.1.4 Stavy a přechody zákazníka





## 2.1.5 Pravidla chování systému

### Pravidlo 1: Příchod zákazníků

Poissonův proces s parametrem  $\lambda = 12$  zákazníků/hodinu  
 Interval mezi příchody: exponenciální rozdělení  
 Průměrný interval =  $60/12 = 5$  minut

### Pravidlo 2: Obsluha u pokladny

```
IF fronta_pokladna.isEmpty() AND pokladna.stav == "volná" THEN
    pokladna.obsluž_dalšího()
```

Doba obsluhy: normální rozdělení  $N(\mu=2, \sigma=0.5)$  minut

### Pravidlo 3: Příprava nápoje

```
barista = najdi_volného_baristu()
IF barista != NULL AND fronta_nápoje.notEmpty() THEN
    objednávka = fronta_nápoje.vezmi_první()
    barista.připrav(objednávka)
```

Doba přípravy dle typu:

- Espresso: 1.5 min
- Cappuccino: 3 min
- Filtrovaná káva: 4 min
- Čaj: 2 min

### Pravidlo 4: Hledání stolku

```
IF zákazník.typ == "k sezení" THEN
    stolek = najdi_volný_stolek()
    IF stolek == NULL THEN
        zákazník.odejdi() // není místo
    ELSE
```

```

stolek.obsad()
zákazník.sedni(stolek)
ELSE
    zákazník.odnes_a_odejdi()

```

#### Pravidlo 5: Doba konzumace

Doba u stolu: normální rozdělení  $N(\mu=25, \sigma=10)$  minut  
Po konzumaci: stolek.uvolni()

#### Pravidlo 6: Trpělivost

IF čekání\_ve\_frontě > zákazník.trpělivost THEN  
zákazník.odejdi\_nespokojen()

Trpělivost: rovnoměrné rozdělení  $U(5, 15)$  minut

#### 2.1.6 Události v systému

Událost	Podmínka spuštění	Akce
Příchod	Čas = t_příchod	Přidej zákazníka do fronty
Začátek obsluhy	Pokladna volná & fronta neprázdná	Začni obsluhovat
Konec obsluhy	Čas = t_start + doba_obsahu	Vytvoř objednávku, uvolni pokladnu
Začátek přípravy	Barista volný & objednávka čeká	Začni připravovat
Konec přípravy	Čas = t_start + doba_přípravy	Nápoj připraven, uvolni baristu
Obsazení stolku	Zákazník má nápoj & stolek volný	Obsadí stolek
Opuštění stolku	Čas = t_sezení + doba_konzumace	Uvolni stolek, odejdi
Ztráta_trpělivosti	Čas_čekání > trpělivost	Zákazník odchází

#### 2.1.7 Metriky systému

1. Průměrná doba v systému:  $E[T_{systém}]$
2. Průměrná délka fronty:  $E[L_{pokladna}], E[L_{nápoje}]$
3. Využití zdrojů:  $\rho_{pokladna}, \rho_{barista1}, \rho_{barista2}$
4. Procento ztracených zákazníků:  $P_{ztráta}$
5. Průměrná doba čekání:  $E[W_{pokladna}], E[W_{nápoj}]$

### 3. POROVNÁNÍ SIMULOVANÉHO A REÁLNÉHO ČASU

#### 3.1 Statický systém (Knihovna)

Pro statický systém nemá tok času primární význam, ale můžeme simulovat:

**Scénář:** Přeorganizování sekce (přemístění 500 knih)

Metrický čas	Událost	Reálný čas
t=0	Začátek reorganizace	0 min
t=100	Přemístěno 50 knih	30 min
t=200	Přemístěno 150 knih	90 min
t=500	Přemístěno všech 500 knih	4 hodiny

**Rychlosť simulacie:**

- Reálný čas: 4 hodiny = 240 minut
- Simulovaný čas: 500 kroků
- Poměr: 1 krok simulace = 0.48 reálné minuty

#### 3.2 Dynamický systém (Kavárna)

**Scénář:** Simulace provozu kavárny během ranní špičky (7:00-12:00)

**Varianta A: Pomalá simulace (detailní vizualizace)**

Simulovaný čas	Událost	Reálný čas simulace
0:00 (7:00)	Otevření	0 s
0:05	První zákazník	1 s
0:30	6 zákazníků obsluženo	6 s
1:00	Konec první hodiny	12 s
5:00 (12:00)	Konec simulace	60 s (1 min)

**Rychlosť:** 1 simulovaná minuta = 0.2 reálné sekundy

**Faktor zrychlení:**  $300 \times (5 \text{ hodin} \rightarrow 1 \text{ minuta})$

**Varianta B: Rychlá simulace (statistická analýza)**

Simulovaný čas	Událost	Reálný čas simulace
0:00 (7:00)	Otevření	0 s
1:00	První hodina	0.2 s

Simulovaný čas	Událost	Reálný čas simulace
3:00	Špička	0.6 s
5:00 (12:00)	Konec	1.0 s

**Rychlosť:** 1 simulovaná minuta = 0.0033 reálne sekundy

**Faktor zrychlení:**  $18,000 \times$  (5 hodin  $\rightarrow$  1 sekunda)

### 3.3 Výpočetní požadavky

**Předpoklad:** Moderní PC (3 GHz procesor)

#### Kavárna simulace - 1 časový krok ( $\Delta t = 1$ sekunda)

Operace za krok:

- Kontrola fronty pokladny: 10 instrukcí
- Kontrola 2 baristů: 20 instrukcí
- Kontrola 20 stolků: 40 instrukcí
- Generování náhodných čísel: 50 instrukcí
- Logování událostí: 30 instrukcí

CELKEM: ~150 instrukcí/krok

Pro 5 hodin (18,000 sekund simulovaného času):

$$18,000 \times 150 = 2,700,000 \text{ instrukcí}$$

Reálny čas na PC:

$$2,700,000 / (3 \times 10^9) \approx 0.0009 \text{ s} = 0.9 \text{ ms}$$

**Závěr:** Simulace je rychlejší než reálný čas i při detailním výpočtu!

## 4. SHRNUTÍ

### Statický systém (Knihovna)

- **Prvky:** Knihy, police, regály, sekce
- **Důraz:** Prostorové vztahy, hierarchie, kapacity
- **Čas:** Zanedbán (snapshot stavu)
- **Modelovací prostředek:** Stromová struktura + atributové tabulky

### Dynamický systém (Kavárna)

- **Prvky:** Zákazníci (agenti), zdroje (pokladna, baristé), fronty
- **Důraz:** Časový vývoj, události, stavy, průtoky
- **Čas:** Klíčový parametr
- **Modelovací prostředek:** Stavové diagramy + fronty + pravidla chování

## Klíčové rozdíly modelování

Aspekt	Statický systém	Dynamický systém
Čas	Nepodstatný	Klíčový parametr
Prvky	Neměnné pozice/vlastnosti	Měnící se stavы
Popis	Struktura, vazby	Procesy, události
Simulace	Validace omezení	Časový průběh
Výstup	Konsistence dat	Statistiky výkonnosti