

Korespondenční úkol - Modelování a simulace

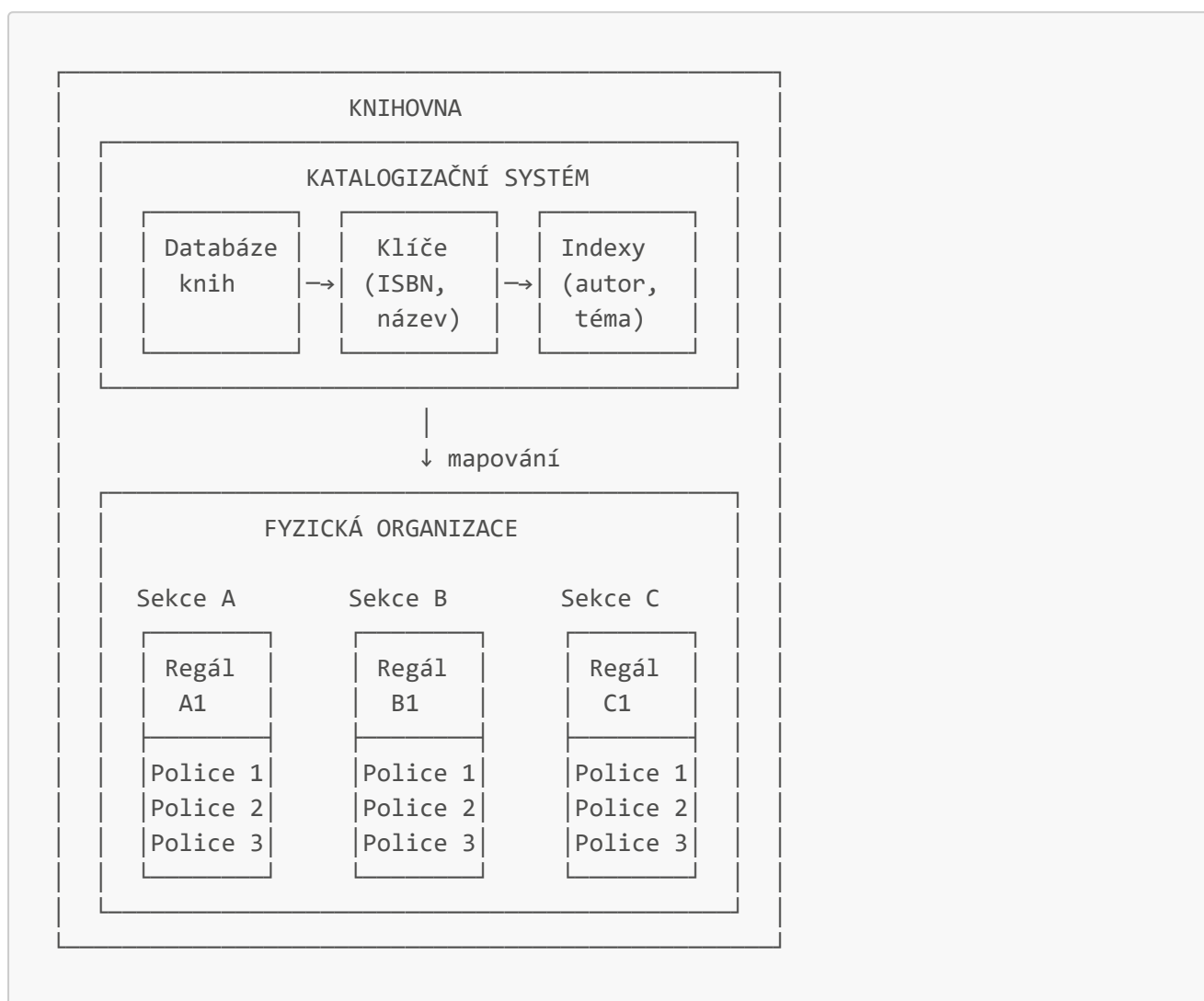
Konceptuální modely statického a dynamického systému

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
Kniha	ISBN, název, autor, rok, téma, stav, umístění	Základní prvek systému

Prvek	Atributy	Popis
Police	číslo, kapacita, výška, obsazenost	Fyzická jednotka úložiště
Regál	ID, sekce, počet_police, typ (volný přístup/sklad)	Skupina polic
Sekce	název, téma, místnost	Tematická oblast
Katalogový záznam	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)

- Kapacitní omezení:** $\sum(\text{šířka_knih_na_polici}) \leq \text{délka_police}$
- Tematická konzistence:** Knihy na jednom regálu by měly patřit do stejné sekce
- Uspořádání:** Knihy na polici jsou řazeny podle signatury (zleva doprava)
- Unikátnost:** Každá kniha má jedinečnou signaturu
- 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)

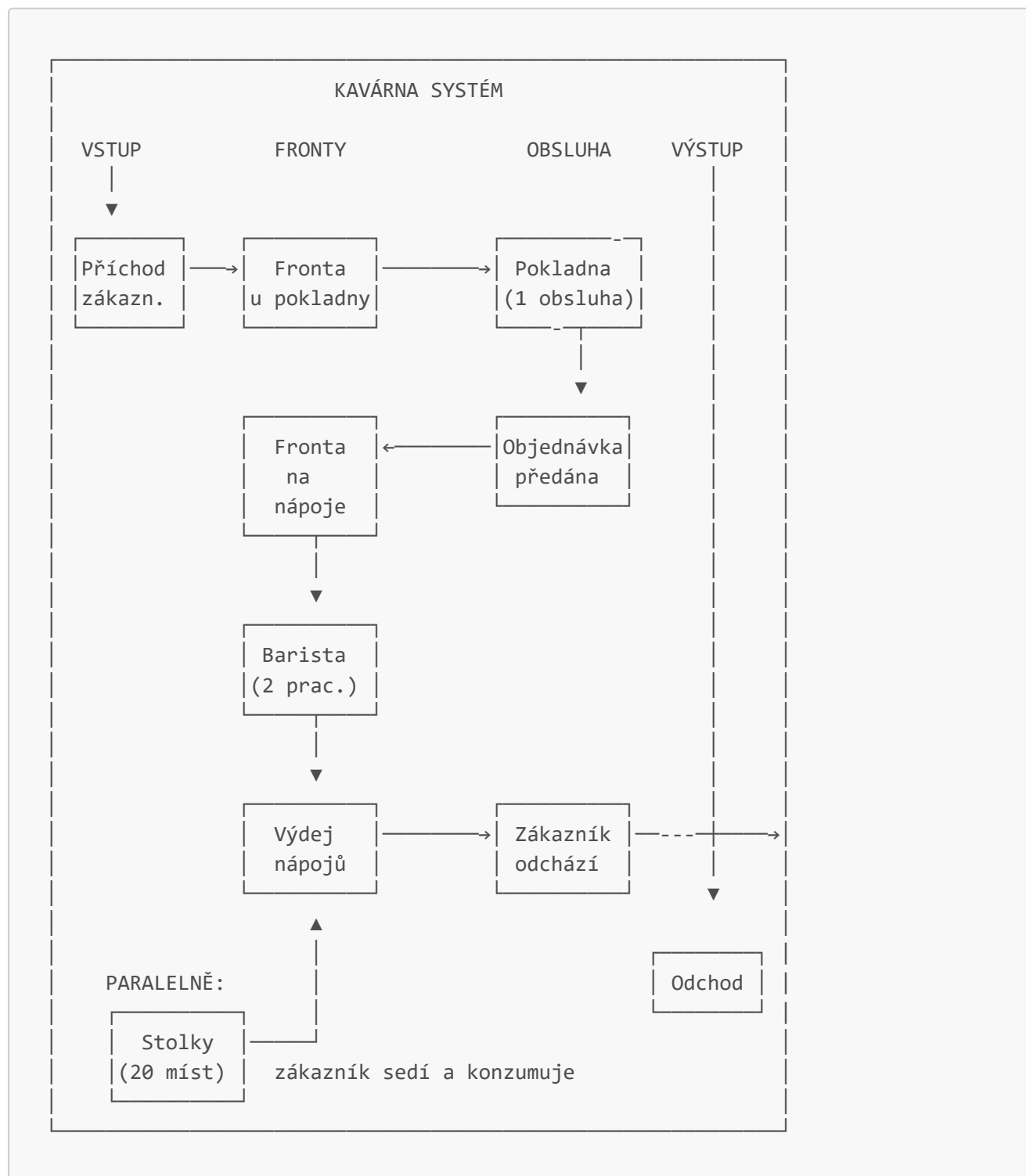
```

2. DYNAMICKÝ SYSTÉM: KAVÁRNA (Systém obsluhování zákazníků)

2.1 Popis systému

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

2.2 Blokové schéma toku

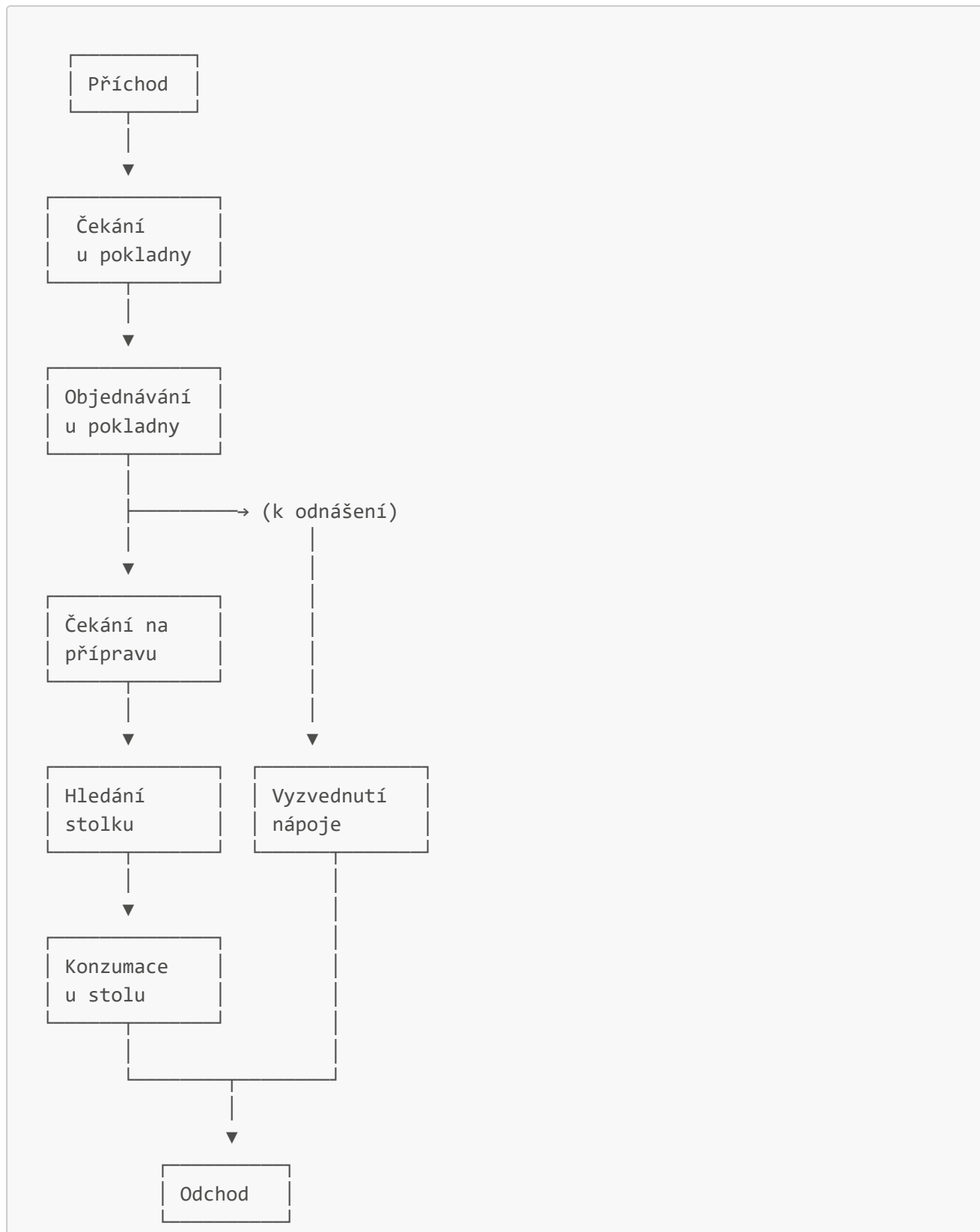


2.3 Prvky systému

Prvek	Atributy	Typ
Zákazník	ID, čas_příchodu, typ_objednávky, trpělivost, stav	Dynamický agent
Pokladna	stav (volná/obsazená), aktuální_zákazník	Obsluhovací místo
Barista	ID, stav, rychlost, aktuální_úkol	Zdroj (2 instance)
Fronta_pokladna	délka, max_kapacita, FIFO_seznam	Fronta

Prvek	Atributy	Typ
Fronta_nápoje	seznam_objednávek, priorita	Fronta
Stolek	ID, obsazenost, kapacita	Statický zdroj
Objednávka	ID, typ_nápoje, čas_vytvoření, čas_dokončení	Úkol

2.4 Stavy a přechody zákazníka



2.5 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.obsadit()  
        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

2.6 Události v systému

Událost	Podmínka spuštění	Akce
Příchod	Čas = $t_{\text{příchod}}$	Přidej zákazníka do fronty
Začátek obsluhy	Pokladna volná & fronta neprázdná	Začni obsluhovat
Konec obsluhy	Čas = $t_{\text{start}} + \text{doba_obsluhy}$	Vytvoř objednávku, uvolni pokladnu
Začátek přípravy	Barista volný & objednávka čeká	Začni připravovat
Konec přípravy	Čas = $t_{\text{start}} + \text{doba_přípravy}$	Nápoj připraven, uvolni baristu
Obsazení stolku	Zákazník má nápoj & stolek volný	Obsaď stolek
Opuštění stolku	Čas = $t_{\text{sezení}} + \text{doba_konzumace}$	Uvolni stolek, odejdi
Ztráta trpělivosti	Čas_čekání > trpělivost	Zákazník odchází

2.7 Metriky systému

- Průměrná doba v systému: $E[T_{\text{systém}}]$
- Průměrná délka fronty: $E[L_{\text{pokladna}}]$, $E[L_{\text{nápoje}}]$
- Využití zdrojů: ρ_{pokladna} , ρ_{barista1} , ρ_{barista2}
- Procento ztracených zákazníků: $P_{\text{ztráta}}$
- Průměrná doba čekání: $E[W_{\text{pokladna}}]$, $E[W_{\text{nápoj}}]$

3. POROVNÁNÍ SIMULOVANÉHO A REÁLNÉHO ČASU

3.1 Statický systém (Knihovna)

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

Scénář: Přeořganizování 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

Rychlost simulace:

- 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 obslouženo	6 s
1:00	Konec první hodiny	12 s
5:00 (12:00)	Konec simulace	60 s (1 min)

Rychlost: 1 simulovaná minuta = 0.2 reálné sekundy

Faktor zrychlení: 300× (5 hodin → 1 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
3:00	Špička	0.6 s
5:00 (12:00)	Konec	1.0 s

Rychlost: 1 simulovaná minuta = 0.0033 reálné sekundy

Faktor zrychlení: 18,000× (5 hodin → 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):

$18,000 \times 150 = 2,700,000$ instrukcí

Reálný 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	Mění se stavy
Popis	Struktura, vazby	Procesy, události

Aspekt	Statický systém	Dynamický systém
Simulace	Validace omezení	Časový průběh
Výstup	Konsistence dat	Statistiky výkonnosti