

Semestrálna práca S3

Maximálny možný počet získaných bodov: 60 (z toho 15 za kontrolu rozpracovania)

Termín kontroly rozpracovania: 11 týždeň semestra na príslušnom cvičení

Termín na odovzdanie bez straty bodov: 12 týždeň semestra na príslušnom cvičení

Pre existujúce vakcinačné centrum, je potrebné vypracovať simulačnú štúdiu a preveriť potrebu jeho budúceho rozšírenia vzhľadom na očakávané zvýšenie dodávok vakcín.

Do vakcinačného centra prichádzajú vopred objednaní ľudia. Po príchode sa každý musí najskôr zaregistrovať. Osoba vstúpi do registračnej miestnosti a náhodne si vyberie jedného z voľných **administratívnych** pracovníkov. Ak žiadny pracovník nie je voľný, tak osoba čaká v rade (ľudia vytvárajú jediný rad a prvý v rade si vyberá z dostupných pracovníkov). **Administratívny** pracovník skontroluje doklad totožnosti a objednanie danej osoby na vakcináciu. Taktiež pomôže s vyplnením krátkeho dotazníka.

Po skončení registrácie sa osoba presunie na lekárske vyšetrenia do vedľajšej miestnosti. Osoba si náhodne vyberie jedného z voľných **lekárov**. Ak žiadny lekár nie je voľný, tak osoba čaká v rade (ľudia vytvárajú jediný rad a prvý v rade si vyberá z dostupných lekárov). **Lekár** preberie s pacientom jeho zdravotný stav, poučí pacienta o rizikách očkovania, zaregistruje do systému vakcínu a jej šaržu, ktorá bude aplikovaná. Na konci podpíše pacient informovaný súhlas s vykonaním očkovania príslušnou vakcínou.

Následne sa osoba presunie na výkon očkovania do ďalšej miestnosti. Osoba si náhodne vyberie jednu z voľných **zdravotných sestier**. Ak žiadna sestra nie je voľná, tak osoba čaká v rade (ľudia vytvárajú jediný rad a prvý v rade si vyberá z dostupných sestier). Zdravotná sestra aplikuje očkovaciu látku.

Nakoniec sa osoba presunie do čakárne, kde zotrvá lekárom stanovený čas, pričom sa sleduje jej zdravotný stav.

Zdravotné sestry zabezpečujú očkovanie, ale aj prípravu očkovacej látky a jej natiahnutie do injekčných striekačiek. Každá sestra má k dispozícii miesto na uloženie dvadsiatich striekačiek s očkovacou látkou. V prípade, že niektorá sestra už nemá k dispozícii žiadnu injekčnú striekačku s pripravenou vakcínou prestane s očkovaním (pacienti k nej už neprichádzajú) a ide si pripravovať ďalšie očkovacie dávky. Presunie sa do vedľajšej miestnosti s chladiacim zariadením, kde si postupne naplní 20 injekčných striekačiek očkovacou látkou. Následne sa presunie naspäť do miestnosti, kde prebieha očkovanie a pokračuje v práci. Súčasne si môžu injekcie pripravovať najviac 2 sestry, ostatné sestry musia v tomto prípade počkať v rade.

Pracovníci si musia spraviť obednú prestávku, avšak aj v čase obedov musí vakcinačné centrum fungovať. Pre každú skupinu pracovníkov je vyhradený osobitný čas na obed. Pre administratívnych pracovníkov je stanovený čas od 11:00, pre lekárov od 11:45 a pre sestry od 13:30. Súčasne môže obedať najviac polovica pracovníkov z danej skupiny. Keď príde čas obeda určený pre danú skupinu pracovníkov, tak sa najviac polovica z tých, ktorí nepracujú vyberie do jedálne. Ostatní pokračujú v práci. Vždy keď sa vráti nejaký pracovník z obeda môže odísť na obed ďalší pracovník. Teda v prípade, že pracovník skončí obsluhu nejakej osoby, ešte neobedoval a je čas väčší ako čas na obed môže sa presunúť na obed (stále musí byť dodržané pravidlo, že súčasne môže obedať najviac polovica pracovníkov z danej skupiny).

Pre vypracovanie simulačnej štúdie sú k dispozícii nasledujúce informácie:

- Vakcinačné centrum pracuje od 8:00 do 17:00.
- Pacienti sú objednávaní po jednej minúte, pričom všetky termíny sú obsadené. Na jeden deň je teda objednaných 540 pacientov. Predpokladajme, že pacienti prichádzajú v čase na ktorý sú objednaní.
- Bolo zistené, že počet pacientov, ktorý sa denne nedostavia a nepodariť sa ich nahradiť je možné modelovať pomocou rovnomerného diskrétného rozdelenia pravdepodobnosti na intervale $<5, 25)$.
- Časová náročnosť základných operácií je nasledujúca:
 - Registráciu môžeme modelovať pomocou rovnomerného spojitého rozdelenia pravdepodobnosti na intervale $<140, 220)$ s.

- Dobu presunu z miestnosti kde prebieha registrácia do miestnosti kde sa uskutoční lekárska prehliadka môžeme modelovať pomocou rovnomerného spojitého rozdelenia pravdepodobnosti na intervale $<40, 90)$ s.
- Dobu potrebnú na lekárske vyšetrenie môžeme modelovať pomocou exponenciálneho rozdelenia pravdepodobnosti so strednou dobou obsluhy $k = 260$ s.
- Dobu presunu z miestnosti kde sa uskutočnila lekárska prehliadka do miestnosti kde sa uskutoční očkovanie môžeme modelovať pomocou rovnomerného spojitého rozdelenia pravdepodobnosti na intervale $<20, 45)$ s.
- Trvanie výkonu zaočkovania osoby zdravotnou sestrou môžeme modelovať pomocou trojuholníkového rozdelenia pravdepodobnosti s parametrami $\min = 20$ s, $\max = 100$ s, $\text{modus} = 75$ s (spojité rozdelenie).
- Dobu presunu z miestnosti kde sa uskutočnilo očkovanie do čakárne môžeme modelovať pomocou rovnomerného spojitého rozdelenia pravdepodobnosti na intervale $<45, 110)$ s.
- Lekári stanovujú pre 95% osôb čas pobytu v čakárni na 15 minút a pre 5% osôb na 30 minút.
- Všetky ostatné časy môžeme zanedbať.
- Dobu presunu z miestnosti kde sa uskutočnilo očkovanie do miestnosti určenej na prípravu očkovacej dávky alebo napäť môžeme modelovať pomocou rovnomerného spojitého rozdelenia pravdepodobnosti na intervale $<10, 18)$ s.
- Dobu prípravy jednej očkovacej dávky môžeme modelovať pomocou trojuholníkového rozdelenia pravdepodobnosti s parametrami $\min = 6$ s, $\max = 40$ s, $\text{modus} = 10$ s (spojité rozdelenie).
- Dobu presunu do jedálne alebo napäť môžeme modelovať pomocou rovnomerného spojitého rozdelenia pravdepodobnosti na intervale $<70, 200)$ s.
- Dobu potrebnú na zjedenie obeda môžeme modelovať pomocou trojuholníkového rozdelenia pravdepodobnosti s parametrami $\min = 5$ min, $\max = 30$ min, $\text{modus} = 15$ min (spojité rozdelenie).

Vami navrhnutý simulačný model musí sledovať aspoň tieto štatistiky: priemerný počet ľudí v rade na registráciu, priemerný počet ľudí v rade na lekárske vyšetrenie, priemerný počet ľudí v rade na aplikáciu vakcíny, priemerný počet ľudí v čakárni, priemerný čas strávený čakaním na registráciu, priemerný čas strávený čakaním na lekárske vyšetrenie, priemerný čas strávený čakaním na aplikáciu vakcíny, priemerné vyťaženie administratívnych pracovníkov, priemerné vyťaženie lekárov a priemerné vyťaženie zdravotných sestier, priemerný počet sestier čakajúcich v rade na prípravu striekačiek. Dobu obedu do vyťaženia pracovníkov nepočítame. Pre štatistiky určite aj 95% intervaly spoľahlivosti.

Navrhované experimenty:

1. V súčasnosti pracuje vo vakcinačnom centre 5 administratívnych pracovníkov, 6 lekárov a 3 zdravotné sestry. Namodelujte súčasné fungovanie centra.
2. Upravte model tak, aby vakcinačné centrum obsluhovalo denne 1700 ľudí. Stanovte také počty jednotlivých typov personálu, aby priemerné vyťaženie personálu neprekračovalo 70% a sumárna priemerná doba čakania osoby na jednotlivé úkony nepresiahla 15 minút. Graficky (na grafe v programe) dokumentujte závislosť priemerného počtu osôb čakajúcich na lekárske vyšetrenie na počte lekárov (počet replikácií potrebných pre pridanie jedného bodu do grafu ako aj minimálny a maximálny počet lekárov si nastaví užívateľ).
3. Niektorí ľudia prichádzajú na očkovanie z väčšej vzdialenosti a najmä z tohto dôvodu príde časť osôb skôr ako je objednaná. Bolo zistené, že iba 10% osôb sa dostaví na očkovanie v presne stanovenom čase. Ostatní sa dostavia vopred pričom čas o koľko skôr prídu môžeme modelovať pomocou spojitého empirického rozdelenia pravdepodobnosti:
 - $<1, 20)$ min; $p = 0.3$
 - $<20, 60)$ min; $p = 0.4$
 - $<60, 80)$ min; $p = 0.2$
 - $<80, 240)$ min; $p = 0.1$

Navrhnite a implementujte **agentovo orientovaný model**, ktorý bude modelovať všetky vyššie popísané vlastnosti modelovaného systému (bez ohľadu na ich vplyv na výsledok) a bude orientovaný na použitie pre hore uvedené ciele. Funkčnosť simulačného programu preukážte jednoduchým a prehľadným priebežným zobrazovaním situácie v systéme počas behu programu. V priebehu simulácie vypisujte všetky sledované veličiny, stav systému (aktuálne dĺžky frontov, počet pripravených striekačiek pre každú sestru, stavy jednotlivých osôb vrátane personálu), priebežné štatistiky atď.

Súčasťou dokumentácie riešenia je **váš** grafický návrh architektúry modelu. Agentový model nakreslite v nástroji ABABuilder a odovzdajte aj ako uložený súbor tohto nástroja. Súčasťou práce sú aj zdokumentované výsledky **všetkých** realizovaných experimentov. S modelom vykonajte experimenty tak, aby ste boli schopní zodpovedne vyhodnotiť správanie modelovaného systému. Všetky závery urobte na základe štatisticky vyhodnotených replikácií. Experiment č.3 vyhodnoťte v kombinácii s experimentom č.1 a č.2.

Ak sa rozhodnete využiť iné voľne dostupné simulačné jadro ako ABAsim, je potrebné to pred začatím práce nahlásiť (dohodnúť). Musí ísť o dobre odladené a voľne dostupné knižnice.

Nezabudnite na všetky všeobecné požiadavky semestrálnych prác.

Pre zisk 15 bodov za priebežnú kontrolu je potrebné najneskôr v jedenástom týždni predviesť:

- navrhnutý kompletný agentovo orientovaný model (odovzdáte aj váš súbor vytvorený ABABuilderom) (4 body),
- simulačný model, ktorý je možné spustiť na GUI aplikácie s aspoň s čiastočným sledovaním sim. behu (mení sa aspoň simulačný čas a stavy jednotlivých osôb vrátane personálu).

Nie je potrebné mať pripravené štatistiky a model môže vykazovať chyby, ktoré budú neskôr odladené.

Pracujte každý samostatne!