

**Laborator 11 – Tehnici de simulare**  
**Autor: Lect. dr. Bianca Mogoș**

## Aplicații

Presupunem că sucursala unei bănci deține 2 bancomate. Presupunem că suma maximă cu care este alimentat un bancomat este de 10000 de lei. Se realizează următoarele operațiuni:

1. la un interval repartizat exponential de medie 20 de minute se extrag sume având valori repartizate uniform între 50 și 2000 de lei și suma extrasă este un multiplu de 10. Durata unei tranzacții are repartiția discretă dată prin

$$X : \begin{pmatrix} 3 & 5 & 8 & 10 & 12 \\ 0.25 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0.05 \end{pmatrix},$$

unde prima linie conține valorile timpului necesar efectuării tranzacției (considerate ca fiind minute), iar a doua linie reprezintă probabilitățile asociate, adică  $p_i = P(X = i)$  cu  $i = 3, 5, 8, 10, 12$  și  $p_i = 0.25, 0.4, 0.2, 0.1, 0.05$ .

2. Pentru simplificarea problemei presupunem că așezarea unui client la unul dintre bancomate se realizează cu aceeași probabilitate.
3. La fiecare 2 ore un angajat al băncii verifică dacă bancomatul conține o sumă mai mică de 5000 de lei. În acest caz, soldul bancomatului va fi completat până la capacitatea maximă.

## Indicație: structura programului

*definirea unor constante/expresii variabile și entităților necesare în cadrul programului*

capacitateMaximă **EQU** 10000

*; se predefinește constanta "capacitateMaximă"*

alimentareBancomat1 **VARIABLE** capacitateMaximă - P\$sumăCurentă1

alimentareBancomat2 **VARIABLE** capacitateMaximă - P\$sumăCurentă2

*; se predefinește o expresie care variază în sistem pentru modelarea sumei cu care angajatul unei bănci alimentează bancomatul dacă este necesar*

sumaExtrasă **VARIABLE** 10#(RN1@196) + 50

bancomat1 **STORAGE** 10000

bancomat2 **STORAGE** 10000

*; bancomat1 (bancomat2) – numele entității de depozitare, va conține suma existentă în bancomat; după depunerea inițială va fi de 10000 de lei în fiecare dintre bancomate*

*; capacitateMaximă – numărul maxim de unități de depozitare, suma maximă care poate exista în bancomat*

*; modelarea alimentării inițiale a bancomatului*

*; inițial entitatea de depozitare conține 0 unități de depozitare ocupate*

**GENERATE** ,,1,2

**ENTER** bancomat1, capacitateMaximă

**ENTER** bancomat2, capacitateMaximă

**TERMINATE**

*; modelarea extragerilor din bancomat*

**GENERATE** A1

*; A – repartiția exponențială care modelează timpul de interesare a clienților*

**TRANSFER** 0.5,,mergiLaBancomat2

**SEIZE** banc1

**ASSIGN** 1,banc1

**ASSIGN** suma1,V\$sumaExtrasă

**TEST** GE S\$bancomat1,P\$suma1,pleacă

**LEAVE** bancomat1,P\$suma1

**TRANSFER** ,durată

mergiLaBancomat2 **SEIZE** banc2

**ASSIGN** 1,banc2

**ASSIGN** suma2,V\$sumaExtrasă

**TEST** GE S\$bancomat2,P\$suma2,pleacă

**LEAVE** bancomat2,P\$suma2

*durată* **ADVANCE** durataTranzacției

*durataTranzacției – poate lua una dintre valorile  $i = 3, 5, 8, 10, 12$  cu probabilitățile asociate  $p_i = 0.25, 0.4, 0.2, 0.1, 0.05$*

pleacă **RELEASE** P1

**TERMINATE** 1

*; modelarea alimentării bancomatului la fiecare 2 ore dacă angajatul constată că bancomatul deține o sumă mai mică de 5000 de lei*

**GENERATE** A2

*A2 – intervalul de timp după care angajatul verifică dacă bancomatul trebuie alimentat*

**ASSIGN** sumăCurentă1,S\$bancomat1

**TEST** LE P\$sumăCurentă1,5000,nuAlimentează

```
ENTER bancomat1,V$alimentareBancomat1
ASSIGN sumăCurentă2,S$bancomat2
TEST LE P$sumăCurentă2,5000,nuAlimentează
ENTER bancomat2,V$alimentareBancomat2
nuAlimentează TERMINATE
```

*Cerințe:*

1. Să se înlocuiască parametrii definiți în structura programului cu valorile cerute în enunțul problemei.
2. Să se simuleze sistemul pentru primii 50 de clienți care au folosit bancomatul. Afișați raportul obținut în urma simulării.
3. Să se simuleze activitatea sistemului în primele 10 ore.
4. Modificați programul astfel încât frecvența de apariție a clienților la bancomat să fie de 5 clienți pe oră în primele două ore, 10 clienți pe oră în următoarea oră, 20 de clienți pe oră în următoarele 5 ore și 10 clienți pe oră în următoarele 2 ore.
5. Extindeți sistemul, considerând că dacă un client  $C$  sosește în intervalul de simulare 3 ore – 5 ore (adică ceasul simulării este între 3 și 5 ore) atunci dacă la coadă se găsesc mai mult de 2 clienți atunci clientul  $C$  nu așteaptă (se modelează ieșirea acestuia din sistem).
6. Reprezentați grafic distribuția timpului petrecut de un client al băncii pentru a extrage de la bancomat suma dorită.
7. Reprezentați grafic (în aceeași fereastră) curbele asociate procentului de utilizare a bancomatelor și numărului de clienți din sistem (clienții care așteaptă la coadă + clienții care folosesc bancomatele) la fiecare moment al timpului de simulare.