

MODELACIÓN TIEMPOS DE ESPERA DEL RESTAURANTE PIMIENTOS

Jorge Juan Araujo

Juan David Correa

Universidad EAFIT
Modelación y Simulación V

ABSTRACT

Haremos un modelo de simulación discreta para hacer un análisis de sensibilidad a los tiempos de espera en la pizzería Pimientos, más específicamente en la sede de la universidad EAFIT en Medellín. Esta simulación se hará en el software de SIMUL8, usando las diferentes estrategias y soluciones brindadas en los trabajos referenciados.

1 INTRODUCTION

Las filas es un sistema que vivimos muy a diario en muchos de los lugares a los que visitamos, los podemos ver en restaurantes, tiendas, hospitales, etc. Las filas son un factor de decisión para un cliente para saber si compra en ese lugar o se retira, si el cliente ve una fila extensa y no ágil puede determinar ir a otro lugar o no consumir el servicio; si la entrada al sistema no es eficiente no se podrá probar el producto final o servicio prestado, así el punto de prestación de servicios no logrará adquirir clientes.

Observando las largas filas que se hacían al momento de pagar, y los cortos tiempos de que uno como usuario tenía que esperar para la elaboración de la comida, decidimos hacer una recolección de datos sobre los tiempos de espera para cada una de las actividades en esto proceso (claramente con la autorización del dueño de la pizzería). Luego de esto, modelarlos para posteriormente simular el proceso y hacer un análisis de sensibilidad modificando la cantidad o la

administración de los recursos, de tal forma que nos permitan optimizarlos y cumplir con nuestras metas propuestas.

Para este modelo decidimos usar simulación de eventos discretos (DES) debido a que vemos que el sistema cuenta con entidades pasivas, actividades y recursos. Para el modelo tenemos que al iniciar la simulación hay 11 personas en fila, 5 chefs en cocina un cajero.

2 OBJETIVOS

El propósito de la simulación es para la administración de la empresa Pimientos para llegar a un acuerdo con ellos de como debería de ser la manera correcta de atender a sus clientes en el primer momento para lograr una mejor experiencia en el servicio prestado.

2.1 Objetivos Específicos

1. Reducir el tiempo de espera en fila de caja registradora a 20 segundos promedio.
2. Reducir la pérdida de clientes debido al exceso de personas esperando en fila a menos de 5%

3 ENTRADAS Y SALIDAS DEL MODELO

3.1 Entradas

Número de empleados: (rango 6-7).

Tiempo de cada actividad (llegadas, tiempo en la caja, tiempo de preparación): --

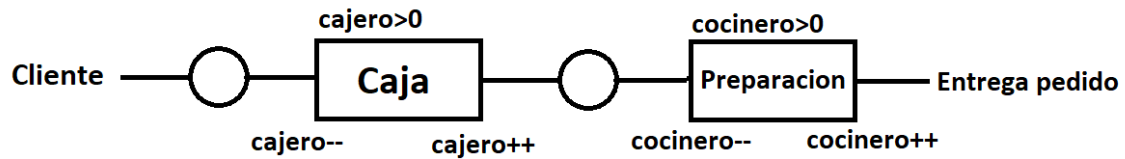
Estructura de organización para la compra, preparación y despacho del producto.

3.2 Salidas

Esperamos tener como resultado el modelamiento del proceso de cola y los tiempos promedio de espera en cada uno de los procesos, al igual que una estimación de la cantidad de personas que deciden no comprar dado la cantidad de personas esperando en la caja.

4 CONTENIDO DEL MODELO

Diagrama de flujo:



4.1 Alcance

Component	Include/Exclude	Justification
Entities: Cliente	Include	Entrada del Sistema
Activities: Actividad empleados	Include	Factor experimental
Queues: Espera en caja Preparación del producto	Include Include	Requerido para el tiempo de espera total y en respuesta a esta fila, los clientes decidirán o no comprar Requerido para el tiempo de espera total
Resources: Empleados	Include	Afecta el tiempo de producción.

4.2 Nivel de Detalle

Component	Detail	Include/Exclude	Justification
Entities: Clientes	 Modelar los tiempos entre llegada de cada cliente	 Include	 Hace parte de los tiempos de espera

	Si un cliente muestra la intención de comprar pero al final no lo hace, conocer o estimar el motivo	Include	Nos permite hacer la distinción
Tipo de pedido	Tipo de comida del menú	Exclude	No etiquetamos el pedido
Activities:			
Actividad empleados	Calidad	Exclude	Suponemos que cada empleado hace de manera satisfactoria su trabajo
	Tiempo de productividad	Exclude	No está como objetivo
Queues:			
Tiempos de espera entre cada proceso	Filas prioritarias	Exclude	Se entiende que cada materia y cada proceso es igual de importante
	Capacidad	Incluido	Afecta la llegada de nuevos clientes
Resources:			
Empleados	Nivel de habilidad	Exclude	Se supone mismas capacidades
	Numero de empleados	Include	Factor experimental y afecta la velocidad del proceso

4.3 Supuestos

Suponemos los tiempos de espera y de llegada de acuerdo con una distribución. Suponemos que todos los empleados son igual de eficientes para cada una de las tareas. No tenemos en cuenta situaciones extraordinarias. Suponemos que el modelo inicia con gente en cola, mientras abren el servicio al público.

4.4 Simplificaciones

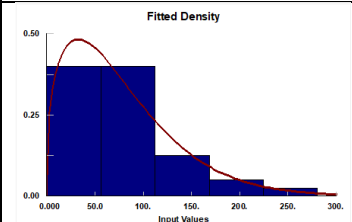
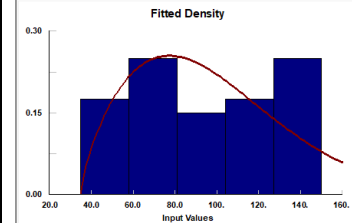
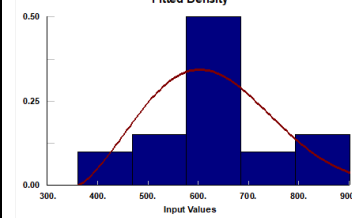
Solo modelamos un momento del día (11:30 – 1:30). No modelamos los cambios de turno entre los empleados. No hacemos distinción entre los diferentes platos del menú. Tomamos cada pedido como una persona individual y no en grupo.

5 ANTECEDENTES

Investigando en la literatura, se encuentran varios textos sobre la simulación de este tipo de modelos que intentan resolver los problemas de espera de los restaurantes. Los dos artículos que más llamaron la atención fueron [1] y [2]. Escogimos [1] dado que nos brinda la forma de calcular la estadística de procesos como la media de cada transición, y sobre todo el tiempo de espera, también poseen una implementación de esto. En el paper [2] porque se hablan sobre la forma en la que se plantea una modelación de un restaurante, más específicamente, en modelos “fast food”, que incluyen una previa preparación de los ingredientes, y tiene gran prioridad los tiempos de espera de cada cliente. También en este mismo artículo se brinda un ejemplo del análisis de sensibilidad que se le hace para su caso particular, el cual es fácilmente trasladable al nuestro. Al igual que los diferentes casos que pueden explicar los resultados, junto con soluciones y conclusiones recomendadas. La siguiente implementación y posterior planteamiento de una posible solución son inspirados en estos artículos anteriormente mencionados.

6 DATOS DEL MODELO

Tabla 1

Nombre de la variable	Tamaño de la muestra	Distribución de probabilidad que mejor se ajusta	Estadístico y Valor P	Parámetros	Estadísticas descriptivas	Histograma
Tiempo entre llegadas a la caja registradora	40 datos	Weibull	Kolmogorov-Smirnov VP 0.554 (no rechaza) Anderson-Darling VP 0.898 (no rechaza)	Mínimo: 0 Alpha: 1.3695 Beta: 85.188	descriptive statistics data points 40 minimum 0. maximum 280. mean 75.75 median 65. mode 20. standard deviation 59.9524 variance 3594.29 coefficient of variation 79.1451 skewness 1.33137 kurtosis 2.0492	
Tiempo de registro en caja	40	Weibull	Kolmogorov-Smirnov VP 0.331 (no rechaza) Anderson-Darling VP 0.365 (no rechaza)	Mínimo: 35 Alpha: 1.171 Beta: 26.4061	descriptive statistics data points 40 minimum 35. maximum 150. mean 97. median 90. mode 120. standard deviation 37.4303 variance 1401.03 coefficient of variation 38.5879 skewness 1.16268e-002 kurtosis -1.29677	
Tiempo de entrega del pedido	40	Weibull	Kolmogorov-Smirnov VP 0.439 (no rechaza) Anderson-Darling VP 0.546 (no rechaza)	Mínimo: 360 Alpha: 2.3822 Beta: 305.295	descriptive statistics data points 40 minimum 360. maximum 900. mean 624.9 median 605. mode 600. standard deviation 126.866 variance 16095. coefficient of variation 20.3018 skewness 0.206436 kurtosis 3.07697e-002	

En la tabla 1 podemos ver las estadísticas descriptivas y los histogramas de las tres variables de interés. Al tomar una muestra de 40 datos y ajustarlos, vemos que las distribuciones que mejor siguen es la Weibull con sus respectivos parámetros. Al encontrar los valores P con diferentes estadísticos podemos ver que no rechazan.

Verificación de que NO tengan dependencia lineal

Tiempo entre llegada

Tiempo en Caja:

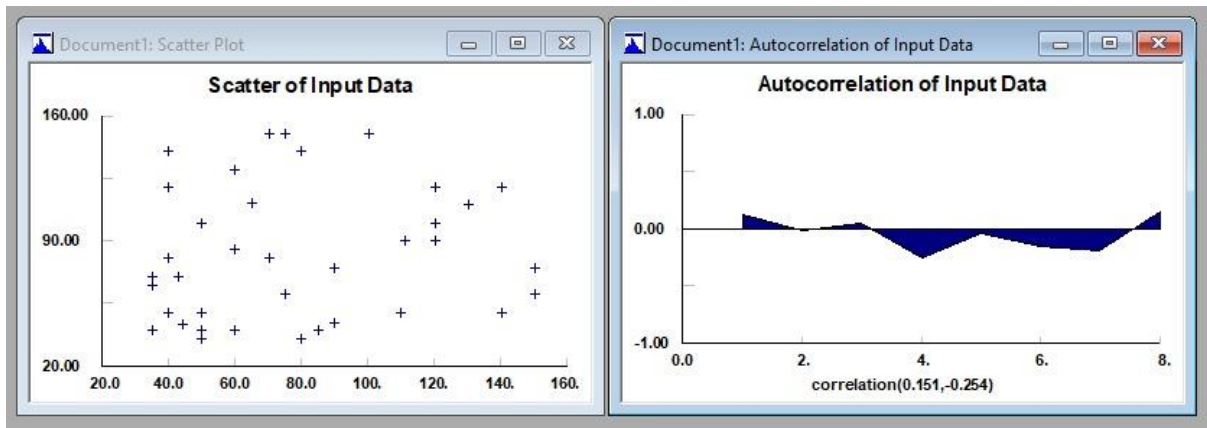


Ilustración 1

Tiempo de Preparación:

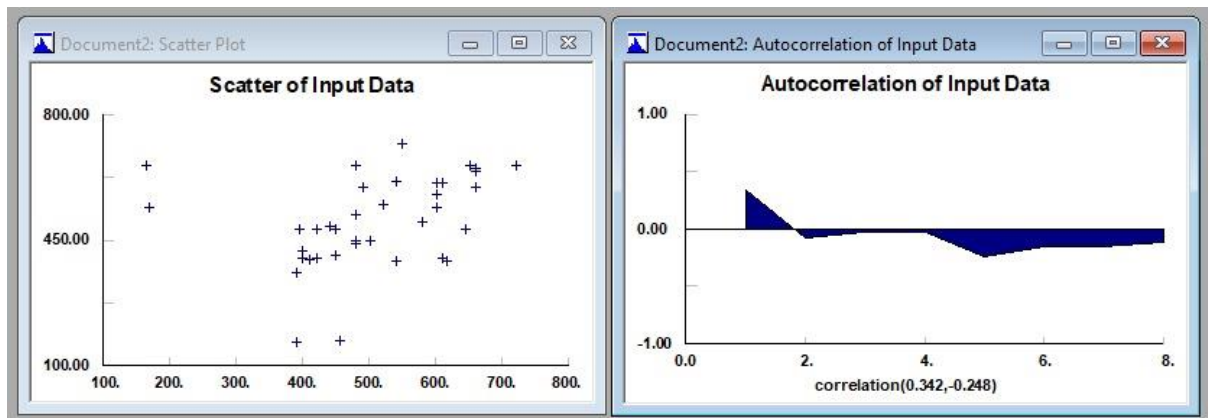


Ilustración 2

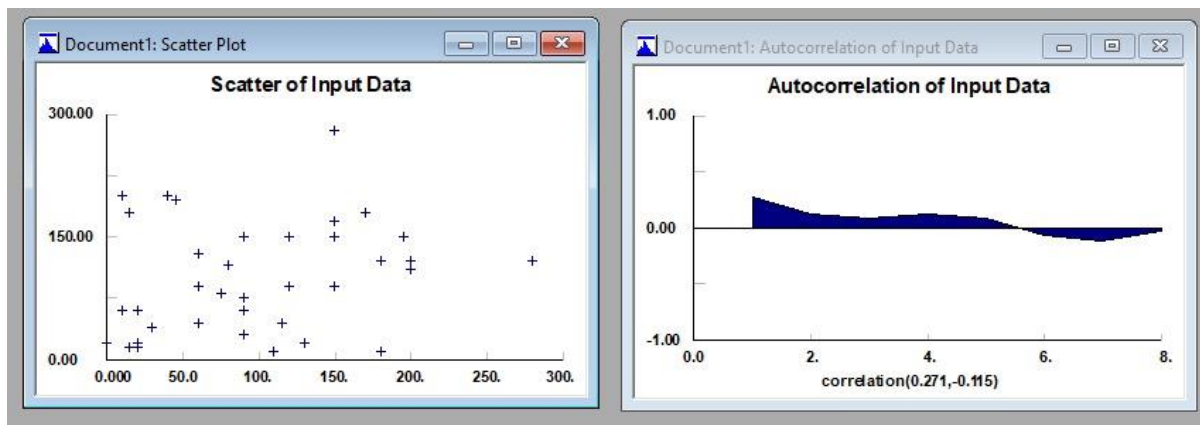


Ilustración 3

En la ilustración 1, 2 y 3 podemos ver que ninguna de las variables están correlacionadas, por lo tanto no dependen del tiempo.

7 IMPLEMENTACIÓN EN SIMUL8

Con los datos obtenidos y con los planteamientos de los modelos “fast food” de [2] generamos el siguiente modelo que expresa los tiempos de espera del restaurante Pimientos junto con la entrada y la salida de los clientes.

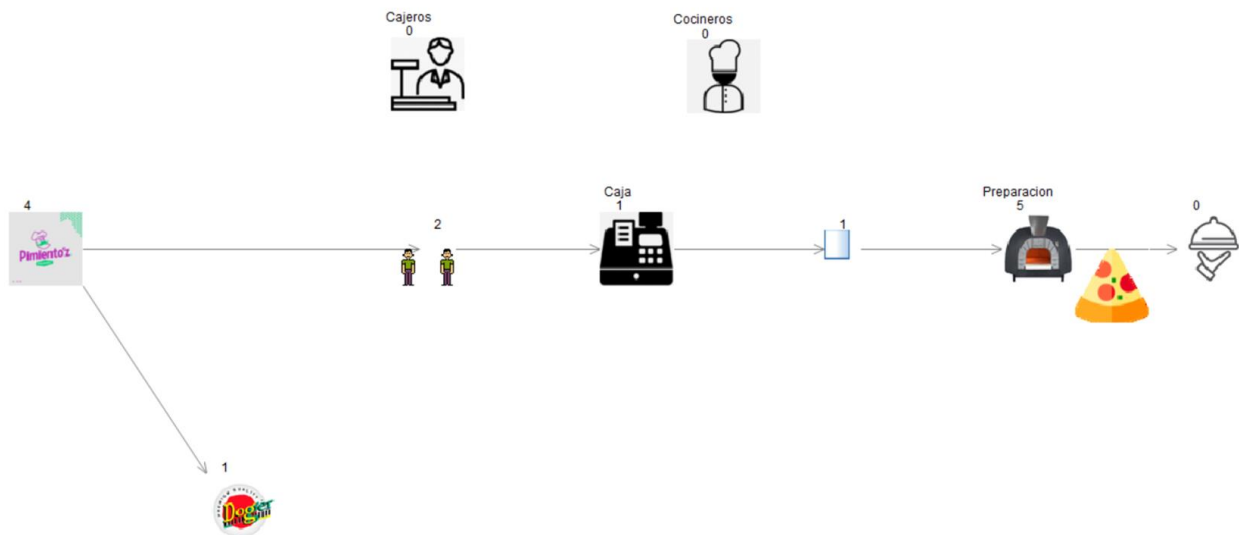


Figura 1. Modelo SIMUL8

En la anterior figura tenemos una entrada al sistema (logo de Pimientos) el cual tiene un tiempo entre llegadas anteriormente mencionado. Tiene dos recursos, los cuales son los cajeros (1 cajero actualmente) y los cocineros (5 cocineros actualmente). Luego también posee dos actividades, una es en caja, para ordenar el pedido; y otra es la preparación de la comida que se pidió, en cada una de estas actividades se tienen sus respectivas filas de espera. Y para terminar, el modelo cuenta con dos salidas, la primera, es la que está luego de la actividad de preparación, esta salida representa los pedidos completados satisfactoriamente. La otra salida (logo de Dogger) representa las personas que tenían intención de comprar en el restaurante, pero que por el número excesivo

de personas que se encuentran en la fila de la caja, deciden comprar en otro restaurante, los cuales son competencia de Pimientos.

Los resultados de la simulación del modelo anteriormente descrito, junto con los datos mencionados son los siguientes.

End 1	Average Time in System	1701.59
Queue for Caja	Average Queuing Time	38.13
Queue for Preparacion	Average Queuing Time	895.63
End 2	Number Completed	5.00
End 1	Number Completed	38.00
Cliente	Number Entered	61.00

Notese los tiempos de espera en caja y el numero de personas que están en la segunda salida, dado que estos son nuestros objetivos a disminuir

8 VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

Cada entidad pasa por cada actividad y cola, al igual que cuando ve que la fila está con más de 5 personas, decide irse y no realizar el proceso.

Los resultados del modelo concuerdan con la vida real porque al tomar los datos, veíamos que se demoraba cada pedido aproximadamente 13 min en la actividad de preparación

		Low 95% Range	Average Result	High 95% Range
End 1	Average Time in System	1722.92	1868.73	2014.55
Queue for Caja	Average Queuing Time	58.02	69.89	81.76
Queue for Preparacion	Average Queuing Time	918.16	1042.74	1167.31
End 2	Number Completed	2.82	4.20	5.58
End 1	Number Completed	38.24	38.80	39.36
Cliente	Number Entered	66.34	70.40	74.46

Ilustración 4

En la ilustración 4 podemos ver que al realizar varias corridas y encontrar los intervalos de confianza, todas sus medias caen dentro del intervalo, además vemos que los resultados son muy similares a los que vemos en la vida real.

9 ANALISIS DE SENSIBILIDAD Y SOLUCIÓN PROPUESTA

Para realizar este análisis de sensibilidad utilizamos la herramienta brindada por SIMUL8 para hacer este tipo de análisis, los resultados son representados en la siguiente tabla:

	End 1: Average Time in System	Queue for Caja: Average Queuing Time	Queue for Preparacion: Average Queuing Time
Normal Trial	1722,920	58,018	918,159
	1868,733	69,890	1042,737
	2014,545	81,762	1167,314
CajaTime: -10%	1895,852	48,042	1093,845
10%	1830,754	96,509	982,428
Sensitivity	0,223	2,041	0,447
Beyond Confidence	0	1	0
PrepTime: - 10%	1636,514	69,890	889,248
10%	2074,884	69,890	1176,459
Sensitivity	1,5032	0,0000	1,1527
Beyond Confidence	1	0	1

Nótese la extraña gran robustez de los datos, dado que está en segundos, podemos notar que la sensibilidad de cada uno de los tiempos de espera es muy poca, por tanto, en general, cambiar estos valores no tiene un gran efecto en los tiempos de espera, o colas del modelo. Usando los anteriores resultados, y los problemas vistos en la realidad que se vieron reflejados en el modelo, hemos propuesto la siguiente solución para poder cumplir los objetivos propuestos.

9.1 Solución propuesta

El problema principal que es claramente visible es que al principio, antes de iniciar el día, ya hay gente en cola esperando a pedir la comida, lo que representamos en el modelo como que antes de empezar la simulación, ya haya gente en la cola de la caja. Por esto, y al haber una sola caja, la

fila es gigantesca, y por tanto, la gente que tiene prisa, ve la fila y no querrá hacerla ya que piensa que su pedido se va a demorar mucho tiempo, lo cual no es así dado que el tiempo de preparación es muy corto comparado con otros restaurantes del estilo.

Para solucionar este problema, decidimos invertir en una nueva caja y para optimizar los recursos, hicimos que al principio de la simulación, cuando surge el problema, uno de los cocineros trabaje en caja (esto es suponiendo el que cocinero es apto para hacer la actividad en caja) hasta que el número de personas en fila no sea excesivamente grande, de esta forma, reducimos el tiempo promedio en fila y el numero de personas que no compra en el restaurante y se va a los de la competencia. Luego de esto, el cocinero volverá a su puesto inicial y el modelo seguirá con normalidad. Haciendo este cambio, obtuvimos los siguientes resultados.

End 1	Average Time in System	1878.77
Queue for Caja	Average Queuing Time	20.69
Queue for Preparacion	Average Queuing Time	1085.75
End 2	Number Completed	2.00
End 1	Number Completed	38.00
Cliente	Number Entered	61.00

Podemos ver que el tiempo promedio en caja y el número de personas que no entran al restaurante se reducen aproximadamente a la mitad para ambos casos, pero como punto negativo podemos notar que el tiempo de espera para la preparación de cada pedido aumenta, y por ende, el promedio del tiempo total de espera también. Pero este tipo de espera son por lo general aceptadas por el cliente, e incluso las empresas invierten (televisores, música en vivo, etc.) en que este tiempo de espera sea más ameno para los comensales. Podemos ver el con este cambio, se logran los objetivos planteados, dado que el tiempo en caja y el porcentaje de perdida de clientes es aproximadamente 20 segundos y 3% respectivamente. Cabe resaltar que la recomendación es que con la nueva caja no se formen dos filas distintas, sino que permanezca una sola fila y se atiendan dos pedidos a la vez, esto es para que los tiempo de espera en fila no vayan a incrementar, sustentándonos en la teoría de colas [11].

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dado que los resultados de la solución propuesta, cumplen con los objetivos propuestos, podemos concluir que para efectos del modelo, resolvemos estos problemas que tiene la empresa. Pero hay que recordar que aunque es cierto que la modelación es una muy buena herramienta para tratar de solucionar estos problemas, el modelo es sólo una representación de la realidad, por tanto, resolver el problema en el ecosistema del modelo no significa que los vaya a resolver en la vida real.

Para este trabajo nos vimos muy limitados por el nivel de información que poseíamos, y eso se vio representados en las importantes simplificaciones que hicimos, como el no modelar los diferentes platos, o no conocer la repartición del trabajo en la cocina. Por tanto para futuros proyectos recomendamos intentar no hacer este tipo de simplificaciones y supuestos, sino que se hable con el restaurante para hacer un esfuerzo de poder estar dentro de la cocina y conocer más detalles sobre el proceso que estos tienen.

11 REFERENCIAS

1. Brann, D. & Kulick, B.C. 2003. Simulation of restaurant operations using the Restaurant Modeling Studio. 1448 - 1453 vol.2. DOI: <https://doi.org/10.1109/WSC.2002.1166417>.
2. Farahmand, K. & Garza Martinez, A. 1996. Simulation and animation of the operation of a fast food restaurant. In Proceedings of the 28th conference on Winter simulation. IEEE Computer Society, USA, 1264–1271. DOI: <https://doi.org/10.1145/256562.256943>
3. Robinson, S. 2004. Simulation: the practice of model development and use (p. 336). Chichester: Wiley.
4. R. G. Sargent, "Verification And Validation OfSimulation Models: An Advanced Tutorial," 2020Winter Simulation Conference (WSC), 2020, pp.16-29, doi: 10.1109/WSC48552.2020.9384052.
5. Pidd, M. (2004). Computer simulation in management science (No. 5th). John Wiley and Sons Ltd.
6. Alexopoulos, C. and Seila, A.F. (1998) “Output data analysis”. In Handbook of Simulation (Banks, J., ed.). New York: Wiley, pp. 225–272.
7. Banks, J., Carson, J.S., Nelson, B.L. and Nicol, D.M. (2001) Discrete-Event System Simulation, 3rd edn. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
8. Box, G.E.P. and Draper, N.R. (1987) Empirical Model Building and Response Surfaces. New York: Wiley. Box, G.E.P., Hunter, W.G. and Hunter J.S. (1978) Statistics for Experimenters. New York: Wiley.
9. Law, A. (2009). How to build valid and credible simulation models. IEEE Engineering Management Review, 37(2), 57-57. doi: 10.1109/emr.2009.5235457
10. Kondapaneni, I., Kordik, P., & Slavík, P. (2007). VISUALIZATION TECHNIQUES UTILIZING THE SENSITIVITY ANALYSIS OF MODELS. IEEE Engineering Management Review.
11. Escudero, L. F. (1972). Aplicaciones de la teoría de colas (No. HD20 E82). Bilbao: Ediciones Deusto.