

# SIMULACIJA REGISTRACIJE UDELEŽENCEV NA IZOBRAŽEVALNEM DOGODKU

KARIN MOČNIK, ALENKA BAGGIA & ANDREJ ŠKRABA

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, 4000 Kranj, Slovenija, e-pošta: karin.mocnik1@student.um.si, alenka.baggia@um.si, andrej.skraba@um.si.

**Povzetek** V prispevku obravnavamo problematiko učinkovite organizacije dela, pri registraciji udeležencev na konferenčnih dogodkih z namenom zagotovitve čim krajšega časa čakanja strank in vrst. V ta namen smo razvili simulacijski model registracije udeležencev na izobraževalnem dogodku. Simulacijski model je bil razvit z orodjem AnyLogic PLE. Realne podatke o časih registracije smo zbirali na izobraževalnem dogodku leta 2019. S pomočjo razvitega simulacijskega modela smo opredelili ustrezno postavitev registracijskih mest na treh različnih vhodih brez daljših čakalnih vrst. Model je razvit za določeno lokacijo – Cankarjev dom in se sicer lahko uporabi tudi za različne dogodke ali prireditve na tej lokaciji. Model lahko z ustreznimi prilagoditvami uporabimo tudi v času pandemije COVID-19, saj omogoča preučitev delovanja ob upoštevanju ustrezne socialne distance.

## Ključne besede:

simulacijski model, diskretna dogodkovna simulacija, AnyLogic, registracija udeležencev.

# SIMULATION OF PARTICIPANTS REGISTRATION AT AN EDUCATIONAL EVENT

KARIN MOČNIK, ALENKA BAGGIA & ANDREJ  
ŠKRABA

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, 4000 Kranj, Slovenija, e-  
pošta: karin.mocnik1@student.um.si, alenka.baggia@um.si,  
andrej.skraba@um.si.

**Abstract** The paper addresses the problem of efficient organization of the registration process to assure short queues and waiting times at the registration of participants at the conference event. A simulation model of the participants' registration in an educational event was developed using AnyLogic PLE software. Data was collected from a particular event in 2019. Based on the developed simulation model, an appropriate allocation of registration points at three different entrances was defined to assure short queues. The model was developed for a specific venue - Cankarjev dom, and can be used for other events at this venue as well. With specific adaptations, the model can be used in the time of COVID -19 pandemics, as it allows simulating the process taking into account the proposed social distance.

**Keywords:**

simulation  
model,  
discrete  
event  
simulation,  
AnyLogic,  
registration of  
participants.

## **1 Uvod**

Simulacija je kot raziskovalna disciplina dobro uveljavljena na vseh področjih znanosti (Kljajić, Bernik in Škraba, 1999). V preteklosti so jo posebej cenili v vojski. Vladarji in vojskovodje so jo uporabljali med vajo za uprizoritev raznih strategij, svojih in nasprotnikovih. Danes simulacijo še vedno najdemo v vojski, vendar se je njeno področje uporabe razširilo, kot omenjeno, na vsa področja znanosti, industrije, transporta, načrtovanja, ekonomije, urbanizma, vse do preučevanja in osvajanja vesolja. Namen simulacije je prikaz in analiza obnašanja sistema v prihodnosti in njegovih odzivov z namenom povečati razumevanje obravnavanega sistema. Z uporabo simulacije se izognemo stroškom in tveganjem, ki jih predstavlja poskusna izvedba delovanja realnega sistema.

Model je poenostavitev realnega sveta. Modeli se razlikujejo po nivoju abstrakcije in kompleksnosti. S pomočjo simulacijskega modela lahko brez tveganja poskušamo spreminjati proces in izvajamo simulacije, ki nam pokažejo, ali je predvidena sprememba učinkovita ali ne. Postopek izvedbe računalniške simulacije vključuje definicijo problema, določitev ciljev, osnutke študije, formiranje matematičnega modela, zapis računalniškega programa, validacijo modela, pripravo eksperimenta (simulacijskih scenarijev) ter simulacijo in analizo rezultatov (Kljajić, Bernik in Škraba, 1999; Kljajić, Bernik in Škraba, 2000; Kofjač et al., 2013).

V prispevku predstavljamo problem registracije udeležencev na izobraževalnem dogodku. Pri registraciji nastajajo težave zaradi predolгих čakalnih vrst in posledično časa čakanja. S pomočjo simulacijskega modela smo poiskali rešitev razporeditve registracijskih točk, ki omogoča krajši čas čakanja udeležencev na registracijo.

## **2 Diskretna dogodkovna simulacija**

Za simulacijo gibanja agentov v nekem prostoru uporabimo koncept diskretne dogodkovne simulacije. Ko modeliramo sistem za potrebe diskretne dogodkovne simulacije, razmišljamo o postopku in zaporedju operacij oziroma dogodkov, ki jih izvajajo agenti v procesu (Grigoryev, 2018). Posamezni dogodki v simulacijskem modelu agente začasno zadržijo, saj opravljajo neko aktivnost,

čakajo na zaključek druge aktivnosti, izbirajo pot v modela in podobno. Zaradi tovrstnih zakasnitev v modelu, tako kot v realnosti, nastajajo čakalne vrste. Kot navajata Borshchev in Grigoryev (2020), lahko s pomočjo diskretne dogodkovne simulacije poiščemo odgovore na različna vprašanja:

- Koliko so izkoriščeni naši viri?
- Koliko časa je agent preživel v sistemu ali v delu sistema?
- Kakšni so časi čakanja?
- Kako dolge so vrste?
- Kako hitro deluje sistem?
- Kje se nahajajo ozka grla?
- Kakšni so stroški strežbe agentov in kakšna je struktura stroškov?
- Koliko agentov lahko sistem prenese?

Posebna oblika diskretne dogodkovne simulacije je simulacija gibanja pešcev, ki je predvsem uporabna pri simulaciji dinamike gibanja posameznikov v urbanih okoljih, dogodkih, zgradbah in objektih povezanih z javnih transportom. S pomočjo simulacije gibanja pešcev lahko pridobimo informacije o kapaciteti posameznega objekta, možnosti pretoka obiskovalcev, ozkih grl pri prehodih ali planiramo evakuacijske načrte (The AnyLogic Company, 2021).

### 3 Orodje AnyLogic

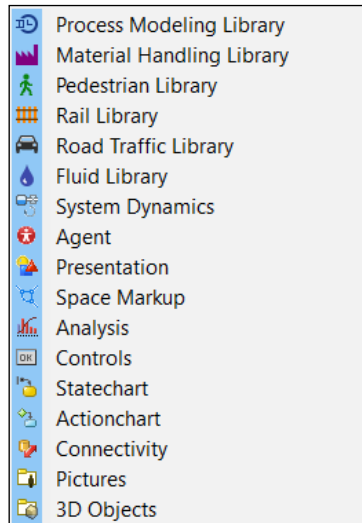
Simulacijska orodja uporabljamo za načrtovanje poslovnih procesov, uvajanje sprememb v procesu, načrtovanje in razvoj novih postopkov ter optimizacijo poslovnih procesov in poslovnega modela. Uporaba simulacijskega modela pri tem omogoča prihranek in zmanjšanje rizika pri uvajanju novosti in spremembah poslovnih procesov (Györköš, 2011).

Simulacijsko orodje AnyLogic (The AnyLogic Company, 2020a) podpira tri različne metode simulacije: diskretno dogodkovno simulacijo, sistemsko dinamiko in agentne modele. Kot navaja The AnyLogic Company (2020), orodje uporablja več kot 40% Fortune 500 podjetij. AnyLogic lahko uporabljamo na različnih področjih, za simulacijo dobavne verige, skladišča, transporta, proizvodnje, železnice, prometa, potnikov in terminalov ter tudi na drugih področjih, kot so zdravstveni sistem, marketing, socialni procesi in še mnogo več. Na voljo so tri različne licence, ena prosto dostopna in dve plačljivi –

univerzitetna in profesionalna. Za simulacijo, ki je prikazana v prispevku, smo uporabili prosto dostopno različico programa – AnyLogic PLE.

### 3.1 Knjižnice v orodju AnyLogic

AnyLogic (The AnyLogic Company, 2020a) za pripravo simulacijskega modela ponuja različne knjižnice razredov oziroma agentov (Slika 1), ki jih uporabljamo pri pripravi simulacijskega modela. Vsaka knjižnica vsebuje osnovne agente za simulacijske modele na nekem specifičnem področju, pri tem pa je mogoče v enem modelu uporabiti agente iz različnih knjižnic.



Slika 1: Knjižnice v orodju AnyLogic

V simulacijskem modelu, ki ga predstavljamo v prispevku sta bili uporabljeni knjižnici za modeliranje procesov (angl. Process Modeling Library) in modeliranje gibanja pešcev (angl. Pedestrian Library). Medtem ko knjižnica za modeliranje procesov vsebuje splošne agente za simulacijo različnih procesov, pa je knjižnica za modeliranje gibanja pešcev bolj specifična in omogoča natančno simulacijo gibanja agentov na nekem področju.

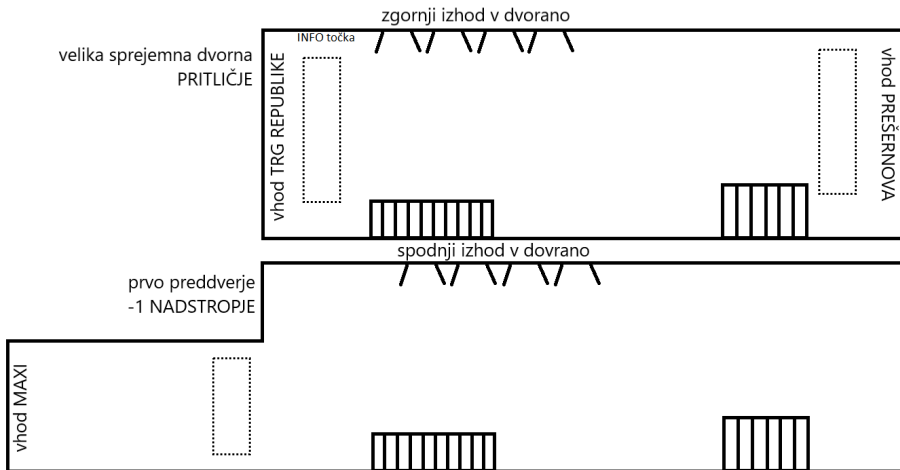
### 3.2 Knjižnica za simulacijo gibanja pešcev

Knjižnica za simulacijo gibanja pešcev se uporablja pri modeliranju podzemnih in nadzemnih železnic, avtobusnih postaj, nakupovalnih centrov, muzejev, stadionov ter pri raznih varnostnih pregledih oseb in ročne prtljage (na letališčih). Uporabna je tudi za simulacije množičnih dogodkov na prostem kot so festivali, shodi in protesti ter s temi dogodki povezanimi incidenti (npr. teroristični napad, požar). Knjižnica omogoča zbiranje podatkov o gostoti pešcev, časih čakanja v vrstah in tako omogoča identifikacijo problematičnih delov postavitve ter reakcij na postavitev raznih preprek (The AnyLogic Company, 2020b).

Agentom, v tem primeru pešcem lahko določimo lastnosti, kot so hitrost gibanja in obnašanje v množici. Pešči se privzeto izogibajo fizičnim oviram – stenam in ostalim pešcem. S pomočjo knjižnice za simulacijo gibanja pešcev torej iščemo ozka grla v prostoru, preverjamo čas bivanja agenta v sistemu, čas čakanja v vrsti, analiziramo dolžine vrst ter na ta način oblikujemo optimalno razporeditev v prostoru (Grigoryev, 2018).

## 4 Registracija udeležencev na izobraževalnem dogodku

Dogodek, ki ga obravnava prispevek, se dogaja v Gallusovi dvorani Cankarjevega doma v Ljubljani. Registracija udeležencev izobraževalnega dogodka, ki v objekt vstopajo iz treh različnih vhodov v dveh nadstropjih, poteka v dveh večjih prostorih: v veliki sprejemni dvorani in v prvem preddverju. V sprejemni dvorani sta na voljo dve območji za registracijo, v kleti v prvem preddverju pa eno območje. Slika 2 prikazuje tloris prostorov v katerih se odvija registracija (območje registracije je prikazano kot pravokotnik s prekinjenimi črtami). Na vsakem registracijskem območju lahko organiziramo več registracijskih mest.



Slika 2: Tloris Velike sprejemne dvorane in Prvega predzidja Cankarjevega doma

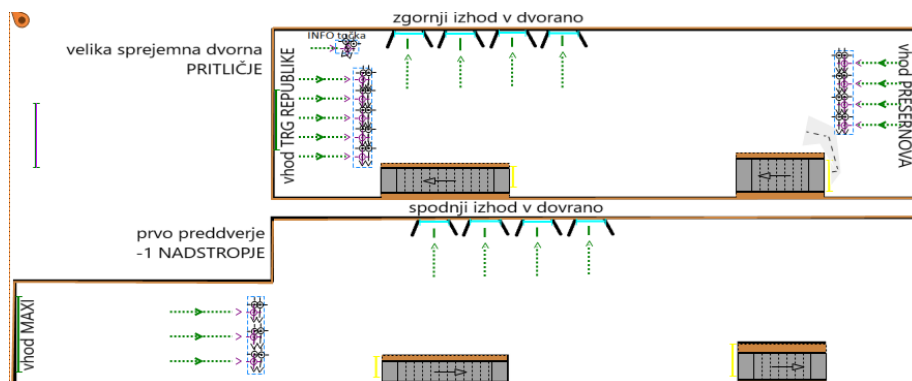
## 5 Simulacijski model izobraževalnega dogodka

Za pripravo simulacijskega modela potrebujemo vhodne podatke, ki jih zbiramo ob dejanskem izvajanju procesa. V obravnavanem primeru smo tako zbrali naslednje podatke:

- čas prihoda udeležencev na registracijska mesta,
- čas registracije enega obiskovalca,
- število obiskovalcev, ter
- število registracijskih mest.

Za simulacijo časa prihodov udeležencev smo uporabili eksponentno porazdelitev časov med prihodi, pri čemer smo upoštevali, da na registracijo v eni uri pred dogodkom pride do 1600 udeležencev. Čase registracije obiskovalcev smo zbirali na dan dogodka leta 2019. Ugotovili smo, da celoten postopek registracije traja med 2 in 65 sekund. Na vsakem registracijskem območju lahko glede na prostorsko zmogljivost organiziramo več registracijskih mest. Glede na omejitve virov (parov oseb, ki so na voljo za posamezno registracijsko mesto), smo v modelu predvideli 13 oziroma 14 simulacijskih mest.

Na Sliki 3 je prikazan tloris obeh prostorov za registracijo z oznakami elementov v simulacijskem modelu. V veliki sprejemni dvorani imamo pri vhodu iz Trga republike predvidenih 5 registracijskih mest ter dodatno registracijsko mesto na info točki. Pri vhodu iz Prešernove imamo prostora za 4 registracijska mesta. V kleti pri vhodu Maxi so na voljo 3 registracijska mesta.

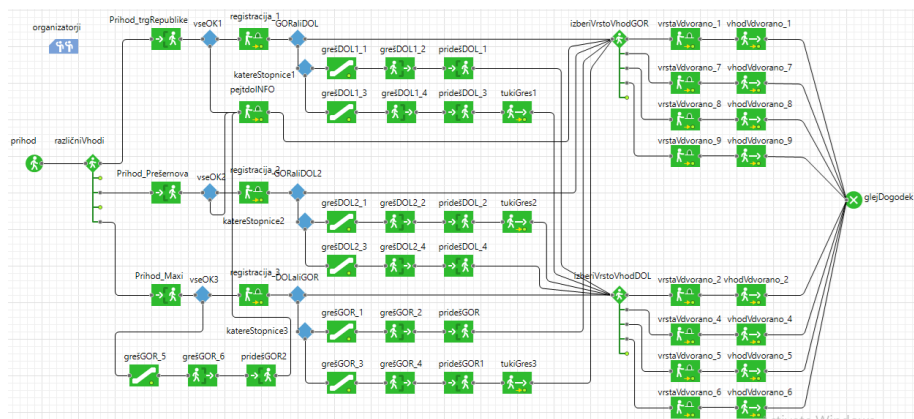


Slika 3: Postavitev prostorskih elementov v tlorisu

Logični model celotnega postopka registracije s tremi različnimi vhodi prikazuje Slika 4. Na vhodu Prešernova se registrira 20%, na vhodu Trg republike 50% ter na vhodu Maxi 30% udeležencev. Udeleženec se ob prihodu postavi v najkrajšo vrsto oziroma zasede prosto registracijsko mesto. V primeru težav pri registraciji se udeleženci odpravijo na info točko. Takih primerov je 9% pri vhodu Trg republike, 4% pri vhodu Prešernova ter 5% iz vhoda Maxi.

Udeleženci, ki niso vstopili na vhodu, kjer je tudi vstop v dvorano za njihove sedeže, se odpravijo po stopnicah na drug vhod v dvorano. Takih primerov je v zgornjem nadstropju med 10% in 20%, v kleti pa 60%. Pri prehodu iz enega v drugo nadstropje se večina udeležencev, med 60% in 80% odloči za stopnišče, ki je bližje njihovem registracijskemu mestu. V vsakem nadstropju je na voljo vhod v dvorano preko 4 vrat.

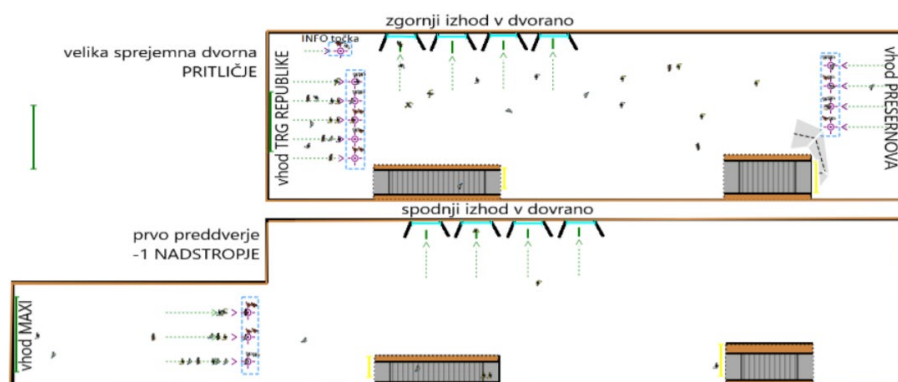




Slika 4: Logika simulacijskega modela

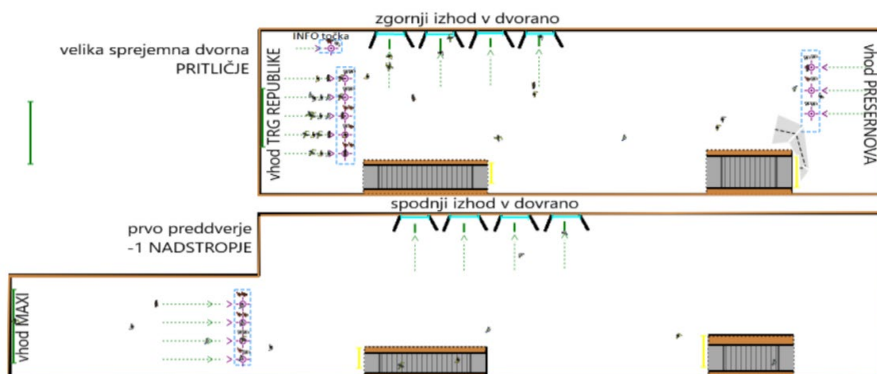
## 6 Rezultati simulacijskih tekov

Na osnovi pripravljene simulacijskega modela smo izvedli več simulacijskih tekov, na začetku s 13 registracijskimi mesti (Slika 5). Simulacija je pokazala, da se ustvarja daljša vrsta na vhodu Maxi, v nekaterih primerih pa tudi vrsta na vhodu Trg republike. Ugotovili smo, da je zaradi vrste pri vhodu Maxi potrebno še eno registracijsko mesto, medtem ko na vhodu Prešernova vrste niso nastajale in lahko eno registracijsko mesto odstranimo.



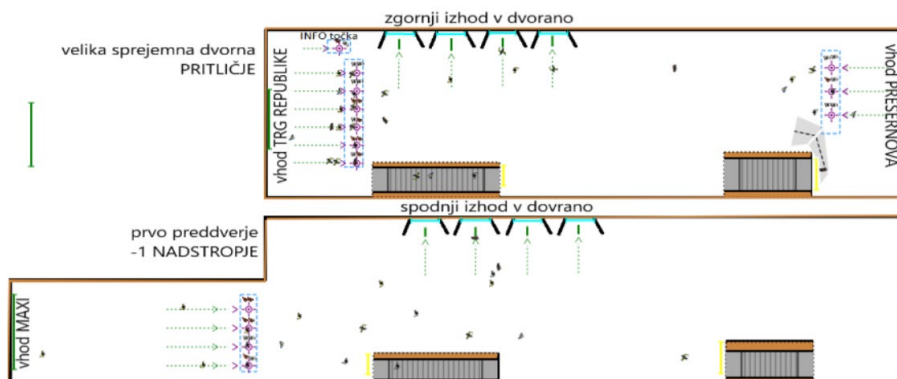
Slika 5: Rezultat simulacijskega eksperimenta s 13 registracijskimi mesti

Na osnovi rezultatov smo v prvi iteraciji smo spremenili število registracijskih mest na dveh vhodih, tako da smo dodali eno registracijsko mesto na vhodu Maxi ter odstranili registracijsko mesto na vhodu Prešernova (Slika 6). Skupno število registracijskih mest tako še vedno ostaja 13. Po izvedbi več simulacijskih tekov smo ugotovili, da na vhodu Trg republike še vedno nastajajo vrste.



Slika 6: Rezultat simulacijskega eksperimenta s 13 registracijskimi mesti (4 vhod Maxi, 3 vhod Prešernova)

Glede na omejitve resursov pri registraciji udeležencev realno lahko na registracijo dodamo največ eno registracijsko mesto. Tako smo pri vhodu Trg republike število registracijskih mest povečali na 6, kar prikazuje Slika 7.



Slika 7: Rezultat simulacijskega eksperimenta s 14 registracijskimi mesti

Po izvedbi več simulacijskih tekov lahko zaključimo, da so z dodatnim registracijskim mestom na vhodu Trg republike so vrste pri registraciji krajše. Prav tako se na ostalih dveh vhidih ne pojavljajo daljše vrste.

## 7 Zaključek

Simulacija je za delovanje sodobnih organizacij zelo pomembna, saj lahko s pomočjo simulacije optimiziramo izvajanje obstoječih procesov z namenom minimizacije stroškov in porabe naravnih virov. V prikazanem primeru smo simulacijsko orodje uporabili za simulacijo registracije na izobraževalnem dogodku ter tako pridobili koristne informacije o učinkoviti razporeditvi in številu registracijskih mest.

Prihod obiskovalcev na izobraževalni dogodek je stohastični proces opredeljen z verjetnostno porazdelitvijo, ki ga lahko učinkovito opišemo s pomočjo simulacijskega orodja. Kot večina dogodkov, ki vključuje ljudi, tudi registracija udeležencev na izobraževalni dogodek vsebuje določeno stopnjo nepredvidljivih situacij, ki jih lahko predhodno testiramo in preučimo s simulacijo.

S pomočjo simulacijskih eksperimentov smo določili optimalno postavitev registracijskih mest za izbrani izobraževalni dogodek. Razviti model je možno uporabiti tudi za druge dogodke, ki se odvijajo v prireditvenem prostoru, pri čemer po potrebi prilagodimo vhodne parametre, ali pa število registracijskih mest. Model predstavlja dobro izhodišče za nadaljnjo uporabo v podobnih primerih reševanja problematike organizacije dogodkov, kakor tudi kadrovske potreb (Škraba et al., 2011). V trenutni situaciji povezani s COVID-19, je model mogoče dopolniti tudi z zahtevo po minimalni medsebojni razdalji med posameznimi agenti v sistemu.

## Literatura

- Borshchev, A., & Grigoryev, I. (2020). The three methods in simulation modeling. V *The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with AnyLogic 8* (pp. 1–21). Pridobljeno 5.1.2021 s strani <https://www.anylogic.com/upload/books/new-big-book/2-three-methods-in-simulation-modeling.pdf>
- Grigoryev, I. (2018). *AnyLogic in Three Days: A quick course in simulation modeling* (5. izdaja).

- Györköš, D. (2011). Modeliranje in simulacija procesov. 18. Konferenca Dnevi Slovenske Informatike. Pridobljeno 5. 1. 2021 s strani [http://dsi2011.dsi.konferenca.si/upload/predstavitve/Podpora\\_poslovnemu\\_odločanju/Gyorkos\\_Modeliranje\\_in\\_simulacija\\_procesov.pdf](http://dsi2011.dsi.konferenca.si/upload/predstavitve/Podpora_poslovnemu_odločanju/Gyorkos_Modeliranje_in_simulacija_procesov.pdf)
- Kofjač, D., Škurić, M., Dragović, B., Škraba, A. (2013) Traffic Modelling and Performance Evaluation in Cruise Port of Kotor. *Strojniški vestnik-Journal of Mechanical Engineering* 59 (9), 526-535.
- Kljajić, M., Bernik, I., & Škraba, A. (1999). Dogodkovna simulacija sistemov. Kranj: Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede.
- Kljajić M., Bernik I., Škraba A. (2000) Simulation approach to decision assessment in enterprises. *Simulation* 75 (4), 199-210.
- Škraba A., M Kljajić, P Papler, D Kofjac, M Obed (2011). Determination of recruitment and transition strategies. *Kybernetes* 40 (9/10), 1503-1522
- The AnyLogic Company. (2020a). AnyLogic. Pridobljeno 28. 3. 2020, s strani <https://www.anylogic.com/>
- The AnyLogic Company. (2020b). AnyLogic Help. Pridobljeno 12. 5. 2020, s strani <https://help.anylogic.com/index.jsp>
- The AnyLogic Company. (2021). Pedestrian Library. Pridobljeno 19. 1. 2021, s strani <https://www.anylogic.com/resources/libraries/pedestrian-library/>