

# Simulacijski model procesa prikupljanja paketnih pošiljaka

---

**Kralj, Mislav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:789066>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Mislav Kralj**

**ZAVRŠNI RAD**

**SIMULACIJSKI MODEL PROCESA PRIKUPLJANJA PAKETNIH POŠILJAKA**

**Zagreb, 2018.**

**FAKULTET PROMETNIH  
ZNANOSTI  
KNJIŽNICA**



Sveučilište u Zagrebu  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb  
PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Preddiplomski studij: ITS I LOGISTIKA  
Katedra: Katedra za intermodalni transport  
Predmet

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: Mislav Kralj  
Matični broj: 0135237403  
Smjer: Logistika

Zadatak: Simulacijski model procesa prikupljanja paketnih pošiljaka

Engleski naziv zadatka: The simulation model of the collection process

Opis zadatka: Simulacijskim model potrebno je oponašati sustav procesa prikupljanja paketa te promjenom parametra vidjeti utjecaj promjene na ponašanje modela.

Nadzorni nastavnik:

  
Djelovođa:

Predsjednik povjerenstva za završni ispit



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**SIMULACIJSKI MODEL PROCESA PRIKUPLJANJA PAKETNIH  
POŠILJAKA**

**THE SIMULATION MODEL OF THE COLLECTION  
PROCESS**

Mentor: doc.dr.sc Diana Božić

Student: Mislav Kralj,0135237403

**Zagreb, srpanj 2018.**

## **SAŽETAK**

Ubrzani razvoj logistike, kao i sve složeniji logistički procesi, od poduzeća zahtijevaju razvoj novih usluga dodane vrijednosti kako bi zadržali postojeće ali i privukli nove korisnike logističkih usluga, te poboljšali svoj položaj na tržištu. Budući da se broj logističkih procesa povećava, te oni postaju sve više kompleksni, važno je cjelokupni sustav držati pod kontrolom. Kontrolom sustava, ali i svih pojedinih elemenata, eliminiraju se mogućnosti stvaranja uskih grla, te sustav biva pouzdan što privlači nove korisnike i osigurava konkurentnost na tržištu logističkih usluga. Iz tih razloga poduzeća se odlučuju primjenom simulacijskih alata doći do rješenja problema nastalih u realnom sustavu. Simulacijski alati omogućavaju da se problemi u realnom sustavu riješe relativno jeftino, brzo i efikasno.

**KLJUČNE RIJEČI:** logistika, logistički procesi, uska grla, simulacijski alati

## **SUMMARY**

Accelerated logistics development as well as increasingly complex logistical processes from enterprises require the development of new value-added services in order to keep existing but also attract new users of logistic services and improve their market position. Since the number of logistic processes increase and become more complex, it is important to keep the entire system under control. By controlling the system, but also all of its individual elements, it eliminates the possibility of creating bottlenecks and the system gets reliable, which attracts new users and ensures competitiveness in the logistics services market. For these reasons, companies choose to use simulation tools to solve the problems created in the real system. Simulation tools make it possible to solve problems in the real system relatively cheaply, quickly and efficiently.

**KEY WORDS:** logistics, logistic processes, bottlenecks , simulation tools

# SADRŽAJ

<b>1.UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2.ULOGA I ZNAČAJ SIMULACIJA U PODRUČJU LOGISTIKE.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Općenito o logistici.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Simulacije .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1 Primjena simulacija u logistici .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.2. Podjela simulacijskih modela .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.3. Opis procesa izrade simulacijskog modela.....</b>	<b>7</b>
<b>3.TEORIJSKI MODEL LOGISTIČKOG PROCESA - STUDIJA SLUČAJA .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Hrvatska pošta d.d.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Teorijski opis analiziranog procesa prikupljanja paket.....</b>	<b>11</b>
<b>4.SIMULACIJSKI MODEL PROCESA PRIKUPLJANJA.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. Izrada simulacijskog modela .....</b>	<b>14</b>
<b>5.ANALIZA REZULTATA SIMULACIJE .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1. Proces prikupljanja paketa u realnom sustavu .....</b>	<b>28</b>
<b>5.2. Simulacijski model prikupljanja paketa .....</b>	<b>31</b>
<b>5.2.Inicijalni rezultati simulacijskog eksperimenta.....</b>	<b>32</b>
<b>5.3 Izvođenje simulacijskih eksperimenata nakon promjene parametara .....</b>	<b>33</b>
<b>5.3.1 Rezultati simulacijskog eksperimenta nakon promjene parametara .....</b>	<b>34</b>
<b>5.3.2.Usporedba rezultata simulacijskih eksperimenata .....</b>	<b>35</b>
<b>6.ZAKLJUČAK.....</b>	<b>36</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>38</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>39</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>40</b>
<b>POPIS GRAFIKONA .....</b>	<b>41</b>

## 1. UVOD

Područje logistike je sastavni dio gospodarskog sustava. Logistički operateri svojim znanjem dolaze do rješenja koja omogućavaju ostvarivanje značajnih ušteda u poslovanju a samim time i povećanje efikasnosti poduzeća i zadržavanje konkurentnog položaja na tržištu. Razvoj inovativnih tehnologija te programske podrške pružio je mogućnost upotrebom simulacijskih alata doći do rješenja za problem u realnom sustavu.

U ovome radu najprije će se definirati uloga i značaj simulacija u području logistike. Poseban osvrt dat će se opisu i objašnjenju teoretskog modela prikupljanja paketa te procesu izrade simulacijskog modela. Prilikom izrade završnog rada korišteni su podaci o količini zaprimljenih paketa, hpekspres paketa te običnih paketa, za 2017 godinu. Analizom rezultata dobivenih izvođenjem simulacijskih eksperimenata prikupljene su informacije o ponašanju sustava te korelaciji između broja klijenata i zaprimljenih paketa u poštanskom uredu.

Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Uloga i značaj simulacija u području logistike
3. Teorijski model logističkih procesa iz studije slučaja
4. Simulacijski model procesa prikupljanja
5. Analiza rezultata simulacijskih eksperimenata
6. Zaključak

U drugoj cjelini definirana je uloga i značaj simulacija u području logistike te su opisane prednosti i nedostaci primjene simulacija u realnom sustavu.

Opis ustrojstva tvrtke Hrvatska pošta d.d. i proces prikupljanja paketa u usluzi hpekspresa, na području Grada Zagreba prikazan je u trećoj cjelini.

U četvrtoj cjelini opisane su definicije simulacija i simulacijskih model te je detaljno opisan i grafički prikazan proces izrade simulacijskog modela pomoću računala.

Provedba simulacijskih modela, analiza i usporedba rezultata simulacijskih eksperimenata opisana je u petom poglavlju.

U zaključku su iznesene spoznaje i saznanja dobivena izradom ovog završnog rada.

## 2. ULOGA I ZNAČAJ SIMULACIJA U PODRUČJU LOGISTIKE

Logistika je postala nezaobilazni dio u poslovanju svakog gospodarskog subjekta bez obzira na njegovu djelatnost, veličinu ili udio na tržištu. Efikasnijim logističkim procesima te smanjenim troškovima logistike, gospodarskim subjektima pruža se mogućnost snižavanja cijena njihovih proizvoda, poluproizvoda ili materijala što ih čini konkurentnijima kako na lokalnom tako i na globalnom tržištu.

Svrha logistike je da roba koju je naručio korisnik bude isporučena u pravo vrijeme, na pravo mjesto i u odgovarajućoj količini, uz najmanje troškove a na obostrano zadovoljstvo logističkog operatera i krajnjeg korisnika. Neke od temeljnih aktivnosti koje obuhvaća logistika bez obzira na područje njezine primjene su: upravljanje nabavom, zalihama, skladištem te skladištenjem robe, pakiranjem i izdavanjem robe te transportom robe do krajnjeg korisnika. Budući da su logističke aktivnosti brojne, one moraju biti integrirane i zajedno činiti funkcionalnu cjelinu te imati kontinuirani protok informacija kako bi se izbjegli zastoji, dodatni troškovi i gubici. U slučajima kad do njih ipak dođe, postojeći sustav potrebno je optimizirati, izmijeniti ili čak nadograditi. Za utvrđivanje uzroka zbog kojeg dolazi do zastoja, troškova i gubitaka, potrebno je poznavati način na koji funkcionira svaki logistički proces promatranog sustava. Uzrok zastoja, gubitaka i troškova može se definirati uz pomoć dvije metode, eksperimentalnom metodom, te uz pomoć simulacijskih modela na računalu. Eksperimentirati na realnom sustavu je neefikasno, skupo a vrlo često i nemoguće. Upravo zbog toga, primjena simulacijskih modela realnih sustava dobiva sve više na značaju.

### 2.1. Općenito o logistici

Logistika je djelatnost koja se bavi planiranjem, strateškim upravljanjem, kontrolom i provođenjem logističkih procesa u opskrbnom lancu s ciljem povećanja efikasnosti, racionalizacije troškova te resursa cjelokupnog lanca opskrbe. "Logistika kao znanost i kao aktivnost u 20. stoljeću doživljava snažan razvoj i afirmaciju ne samo u vojnom području nego i u civilnim, odnosno gospodarskim sektorima. Logistika je proces planiranja, ostvarivanja i kontrole učinkovitih, troškovno efektivnih tokova i skladištenja sirovina, poluproizvoda, gotovih proizvoda i time povezanih informacija od točke isporuke do točke primitka, primjereno zahtjevima kupaca." [1]

„Logistika kao pojam najprije se počeo upotrebljavati u vojnoj terminologiji kako bi se opisala funkcija pripreme, nabave, prijevoza, smještaja, održavanja, distribucije i upravljanja resursima koji su potrebni vojnim postrojbama za uspješno vođenje vojnih operacija i ostvarivanje vojnih ciljeva. Sagledavanje logistike isključivo kroz vojnu prizmu održalo se do sredine 20. stoljeća kada su nastupile strukturne ekonomske promjene koje su zahtijevale nove pristupe u rješavanju upravljačkih problema što je dovelo do razumijevanja logistike kao upravljačke gospodarske discipline. Pojam „strukturne promjene“ najčešće se upotrebljava u ekonomskim istraživanjima kako bi se opisale i objasnile radikalne promjene poduzeća koje se značajno odražavaju na funkcioniranje i poslovne rezultate [2]



„Logistika u današnjem vremenu globalizacije, potrebe za što bržom isporukom robe i povezivanjem ključnih točki u opskrbnom lancu ima važnu ulogu u gospodarstvu. Kupci i klijenti zahtijevaju veću brzinu, točnost i pouzdanost. Uz to, sve stroži ekološki zahtjevi koji se moraju poštivati, posebno u području transporta. Ne treba zanemariti niti stalan razvoj tehnike i tehnologije prisutnih u svim područjima, od sredstava za rad do informacijsko – komunikacijske tehnologije. Tako se djelatnost logistike kroz povijest, unaprjeđivala i prilagođavala kako bi bila efikasnija.“ [3]

„Na recentnom stupnju razvitka znanosti, tehnike i tehnologije i sveg okruženja, potrebno je pojam logistike definirati dvojako, i to : [4]

- (1) Logistika kao znanost skup je interdisciplinarnih i multidisciplinarnih znanja koja izučavaju i primjenjuju zakonitosti planiranja, organiziranja, upravljanja i kontroliranja tokova materijala, osoba, energije i informacija u sustavima.
- (2) Logistika kao aktivnost obuhvaća sve djelatnosti potrebne za kompleksnu pripremu i realizaciju prostorne i vremenske transformacije dobara i znanja, uključujući i odgovarajuće informacijske i energetske tokove od izvora do krajnjeg korisnika, tako da se upotrebom ljudskih potencijala i sredstava u sustavima stave na raspolaganje tržištu tražena dobra u pravo vrijeme, na pravome mjestu, u traženoj količini, kvaliteti i cijeni i stočnim informacijama vezanima uz ta dobra, i to uz minimalne troškove.“

„Logistika regulira logističke procese u okviru poslovnog sustava, odnosno koordinira sva znanja i sve aktivnosti vođenja procesa tijekom dobara i tijekom informacija od izvora do krajnjeg korisnika. Njezin zadatak je organizacijsko i tehnološko oblikovanje i planiranje, upravljanje i kontrola vremenski i prostorno optimalnog, a troškovno povoljnog tijekom dobara i tijekom informacija od dobavljača („inputa“) do kupca („outputa“) poduzeća. Svrha je logistike stalno usavršavanje protoka dobara i informacija kroz sustav tako da se koordinacijom eliminiraju težnje za ostvarivanjem vlastitih parcijalnih ciljeva pojedinih podsustava i da se osigura optimalno postizanje ciljeva sustava kao cjeline. Logistika, dakle rješava probleme u poslovnom sustavu koji su povezani s fizičkim tijekom dobara, pa se i ona isprepliće s klasičnim poslovnim funkcijama u poduzeću. Ona se i razlikuje od klasičnih poslovnih funkcija, jer ne dotiče samo pojedine segmente poslovnog sustava već cijeli gospodarski tijek. Logistika je ukupnost zadataka i mjera koji proizlaze iz ciljeva poduzeća, a odnose se na optimalno osiguranje materijalnih, informacijskih i vrijednosnih tijekova u transformacijskom procesu poduzeća. Ona je stoga dio upravljačkog sustava poduzeća, koji upravlja količinama, vremenom i mjestima u transformacijskom procesu, pri čemu mora jamčiti proizvodnu fleksibilnost, potrebne dobavne termine i dobavnu pripravnost za prodajno tržište. [4]

## 2.2 Simulacije

Simulacija je pokušaj kopiranja svojstava, izgleda i značajki realnog sustava. Simulacije se koriste da opišu i analiziraju ponašanje sustava, odgovore na pitanja „ što će se dogoditi ako..“ i pomažu u dizajniranju realnog sustava. Ideja simulacije temelji se na :

1. Oponašanju realnih problemskih situacija matematički
2. Proučavanju osobina i operativnih značajki eksperimentiranjem
3. Donošenjem zaključaka i provođenju odluka temeljem rezultata simulacije [5]

Simulacije su najpogodnije za rješavanje problema koji su dinamični, što znači da se pojava koja je uzrok problema mijenja s vremenom. Ukoliko je riječ o sustavu u kojem su više različitih podsustava ovisni jedan o drugom i svojim međusobnim djelovanjem uzrokuju problem, te ukoliko je riječ o podsustavima čiji elementi sadrže komponentu stohastičkog karaktera, tada je za takve sustave najpogodnija metoda izvođenja simulacijskih eksperimenata, odnosno na simulacijskom modelu doći do rješenja. Ukoliko je riječ o sustavima koji ispunjavaju barem jedan od navedenih uvjeta, tada je za njihovo rješavanje najpogodnija metoda simulacije. Neke od prednosti simulacija su:

1. Simulacija je relativno izravna i fleksibilna
2. Simulacija ne utječe na rad realnog sustava
3. Simulacija daje rezultate u kratkom roku
4. Prilikom unošenja parametra simulacije, korisnik ima isključivu slobodu
5. U simulaciji je moguće uspoređivati više različitih varijabli istovremeno

Nedostaci simulacija su:

1. Rezultati simulacije ovise o točnosti ulaznih parametara
2. Simulacija se temelji na metodi pokušaja i promašaja generirajući tako različita rješenja
3. Svaki simulacijski model daje rješenja samo za problem radi kojega je i dizajniran

### 2.2.1 Primjena simulacija u logistici

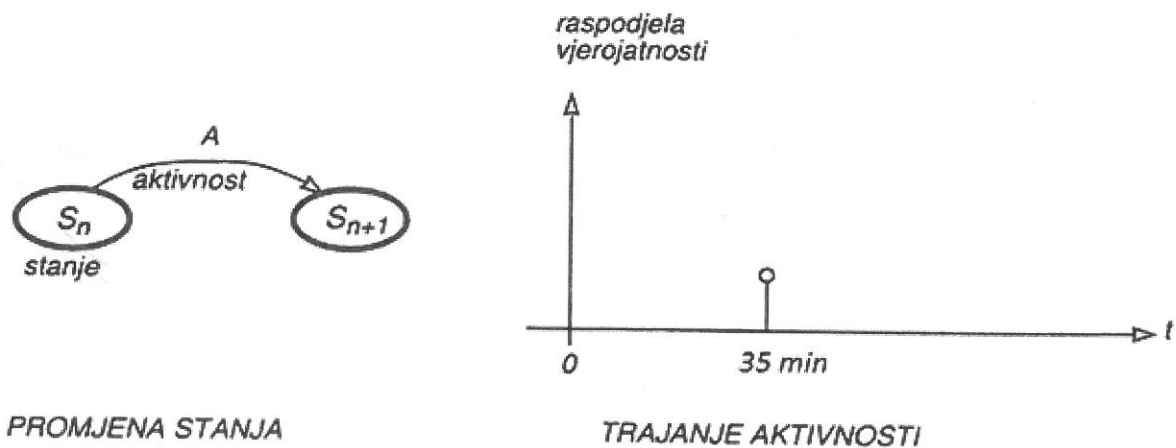
Simulacije se upotrebljavaju kada je potrebno kopirati ponašanje nekog realnog sustava koji se sastoji od puno podsustava i veza tj. kada je riječ složenim sustavima kod koji je nemoguće provoditi eksperimente na realnom sustavu. Upravo je logistika područje u kojem je najraširenija primjena simulacija odnosno simulacijskih alata koji se koriste za optimizaciju, racionalizaciju poslovanja, poboljšanje performansi sustava, decentralizaciju distribucijske mreže i sl. Simulacijskim alatima može se izvoditi prognoze potražnje gotovih proizvoda, poluproizvoda i materijala te izradu modela upravljanja zalihama.

### 2.2.2. Podjela simulacijskih modela

Simulacijski modeli mogu se podijeliti na više različitih načina, ali osnovna podjela simulacijskih modela je: 1) prema razini predvidljivosti promjena ponašanja simulacijskog modela i 2) prema promjeni stanja modela u vremenu. Pod razinom predvidljivosti promjena ponašanja misli se na vrstu odnosno tip varijable zbog koje se i pristupa izradi i eksperimentiranju na simulacijskom modelu. “S obzirom na predvidljivost promjene stanja, simulacijski modeli se mogu podijeliti u dvije skupine, a to su deterministički i stohastički

simulacijski modeli“ [6]Determinističkim modelima se smatraju simulacijski modeli čije je stanje u svakom trenutku u potpunosti predvidivo odnosno poznato. “Deterministički modeli su oni modeli u kojima je svaki skup varijabli točno određen parametrima u modelu i skupovima prethodnih stanja ovih varijabli. Za jedan skup vrijednosti rezultat je uvijek isti.“ [7]

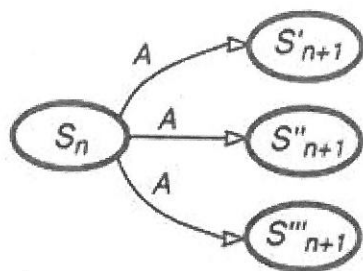
Determinističkim simulacijskim modelima se prikazuju procesi u kojima je slijedeće stanje modela unaprijed određeno prethodnim. Determinističkim simulacijskim modelom može se prikazati osmogodišnje obrazovanje učenika, linijska plovidba u pomorskom transportu, vozni red zetovih autobusnih linija itd. Slikom 1 prikazana je jedna aktivnost koja uzrokuje uvijek isti rezultat bez obzira koliko se puta ta aktivnost ponovila. Klasičan primjer stanja koje se opisuje determinističkim modelom prikazan je slikom 1.



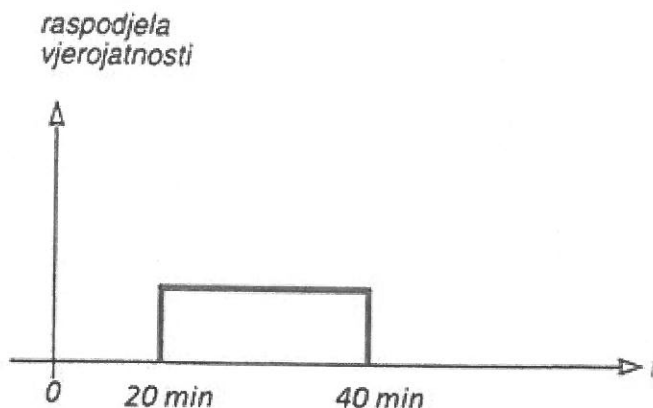
Slika 1. Promjena stanja determinističkog modela [5]

Stohastički modeli predstavljaju sustave čija stanja nisu unaprijed određena njihovim prethodnim stanjem. Stohastičkim modelom prikazuje se ponašanje slučajne varijable nekog sustava te se izvođenje eksperimenta ponavlja dovoljan broj puta, kako bi se utvrdio obrazac ponašanja slučajne varijable odnosno intenzitet promjene izlaznih vrijednosti uzrokovan promjenom ulaznih vrijednosti promatrane slučajne varijable. Primjer stohastičkog modela je dolazak vozila na naplatne kućice u Lučkom za vrijeme ljetne sezone. „Ponašanje stohastičkih modela nije u potpunosti predvidivo, sljedeće stanje nije određeno prethodnim, nego nastupa s određenom vjerojatnošću. Primjerice dolazak klijenata na mjesto za posluživanje, potražnja (količina i vrsta robe u narudžbi), raspoloživost kapaciteta.“ [6] „Stohastički modeli sadržavaju u sebi slučajnosti, a stanje varijabli nisu opisana točno određenim jedinstvenim vrijednostima nego raspodjelom vjerojatnosti.“ [7]

Slikom 2 prikazan je sustav u kojem ista aktivnost uzrokuje da se prilikom svakog eksperimenta kao izlazne vrijednosti dobiju različiti rezultati eksperimenta.



PROMJENA STANJA



TRAJANJE AKTIVNOSTI

(b) Stohastički modeli

Slika 2. Promjena stanja stohastičkog modela, [6]

„Statički su modeli matematički opisi sustava u stacionarnom stanju gdje su vrijednosti ulaznih i izlaznih varijabli konstantne, ali ne nužno i jednake jedne drugima. Budući da nema promjene varijabli, njihova derivacija je jednaka nuli i one ne zavise o vremenu.“ [7]

„Dinamički modeli za razliku od statičkih ovise o vremenu pa su promjene varijabli prikazane kao derivacije po vremenu odnosno kao diferencijalne jednačbe.“ [7] Dinamičkim modelima opisuje se ponašanje pojedinih komponenti sustava kao i ponašanje sustava kao cjeline. Promjene ponašanja unutar dinamičkih modela prikazuju se uz pomoć:

- Komponenti koje čine sustav
- Funkcijama komponenti u sustavu
- Vezama između komponenti
- Komunikacijom između komponenti i operacija
- Stanje komponenti određeno ulaznim podacima te stanje komponenti nakon promjene ulaznih podataka [7]

Diskretnim modelima prikazuju se sustavi čije se ponašanje mijenja u točno određenim vremenskim intervalima. Vrijednosti promjene varijable prikazuju se histogramom. Promjene varijabli su nezavisne i nepovezane sa prethodnim stanjem i kao takve nemoguće ih je unaprijed odrediti. “Stanja sustava mijenjaju se samo u nekim vremenskim točkama ( primjerice dolazaka klijenta u red čekanja, prispjehće pošiljke ili prijevoznog sredstva).“ [8]

Kontinuirani modeli predstavljaju modele čija se stanja konstantno mijenjaju i predstavljaju funkciju vremena i stanja čija se vrijednost mijenja u promatranom razdoblju. Kontinuiranim modelom se može prikazati kontinuirana promjena cijene barela nafte na svjetskim tržištima i slično.

„Mješoviti kontinuirano diskretni modeli sadrže diskretne i kontinuirane varijable (primjerice dinamika promjene razine goriva u spremniku benzinske postaje).“ [8]

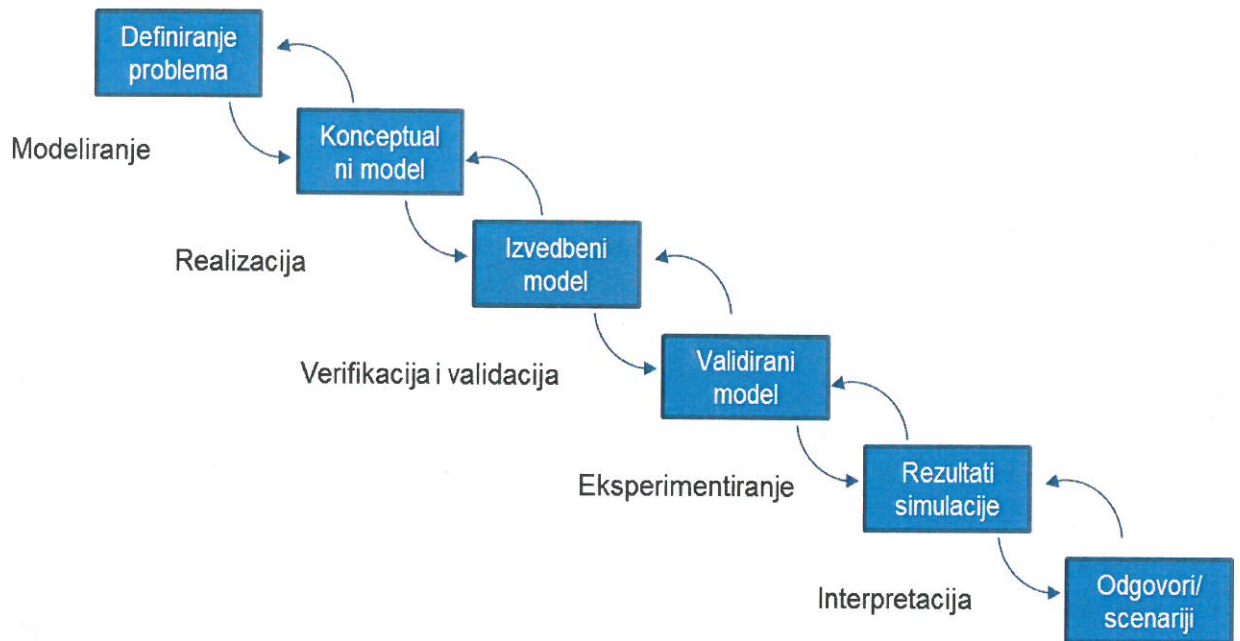
### **2.2.3. Opis procesa izrade simulacijskog modela**

Simulacija predstavlja alat za rješavanje problema u realnom sustavu. Izvođenjem eksperimenata na simulacijskom modelu uz uvjet da simulacijski model s određenom razinom točnosti predstavlja realni sustav, zbog kojega se i pristupilo izradi simulacije. Simulacije se u današnje vrijeme sve učestalije koriste za rješavanje problema u realnim sustavima primjenom računala odnosno alata za izradu 2D i 3D simulacija. Razina točnosti simulacijskog modela u odnosu na realni sustav određena je prije svega razinom točnosti ulaznih podataka te vjerodostojnosti kojom konceptualni a onda i računalni model predstavljaju realni sustav.

Ovakav način rješavanja problema u realnim sustavim uz korištenje alata za izradu 2D i 3D simulacija je sve popularniji iz tog razloga što nisu potrebna značajna financijska sredstva za izradu simulacija. Simulacije se mogu koristiti za rješavanje jednostavnih ali i kompleksnih problema unutar realnog sustava uz minimalne troškove. “Simulacija je proces rješavanja realnih problema izvođenjem eksperimenata na simulacijskom modelu. Realni sustavi ili pojave oponašaju se simulacijskim modelom u svrhu ispitivanja, odnosno izvođenja zaključaka o njihovom funkcioniranju.“ [8]

Proces izrade simulacijskog modela provodi se kroz faze. Faze izrade simulacijskog modela prikazane su dijagramom na slici 3. Faze izrade simulacijskog modela procesa prikupljanja paketa koji je prikazan u narednim poglavljima su sljedeće [9]:

- „Definiranje problema
- Izrada konceptualnog modela
- Izrada izvedbenog (računalnog) modela
- Verifikacija i validacija modela
- Rezultati simulacije
- Odgovori / scenariji (rješenje problema)“



**Slika 3.** Dijagram toka procesa izrade simulacijskog modela, [9]

Simulacijski model procesa „Prikupljanje paketa“ izrađen je u skladu sa dijagramom toka koji je prikazan na slici 3. Primarni cilj je izradom simulacijskog modela doći do spoznaje gdje i kada, u procesu prikupljanja paketa, dolazi do stvaranja uskog grla i preopterećenja djelatnika na šalteru. Konceptualni model izrađen je u skladu s opisom procesa, u trećem poglavlju dok je izrada izvedbenog modela detaljno opisana u četvrtom poglavlju. Nakon izrade konceptualnog te računalnog modela, iste modele je potrebno verificirati te validirati. „Verifikacija“ je upravo niz aktivnosti kojima npr. matematičkim, logičkim i sl. metodama (dokazi, teoremi, definicije...) pokazujemo i dokazujemo da naš program ima ispravno implementiranu neku funkciju (tj. funkciju) npr. ispitivanje da li program u nekoj fazi razvoja zadovoljava odgovarajuće zahtjeve? Validacija daje odgovor na pitanje da li se model ponaša onako kako se i u stvarnosti ponaša.[9] Verifikacijom i validacijom simulacijskog modela „Prikupljanja paketa“ utvrđeno je da navedeni model u potpunosti prati ponašanje sustava u realnom sektoru. Simulacijski model, uz upotrebu podataka iz realnog sektora, generira 512.894,00 paketa, što u odnosu na 491.806,00 paketa prikupljenih u realnom sektoru, predstavlja prihvatljivo odstupanje od 4,29 %. Rezultati simulacije kao i odgovori na postavljena pitanja dani su u petom poglavlju.

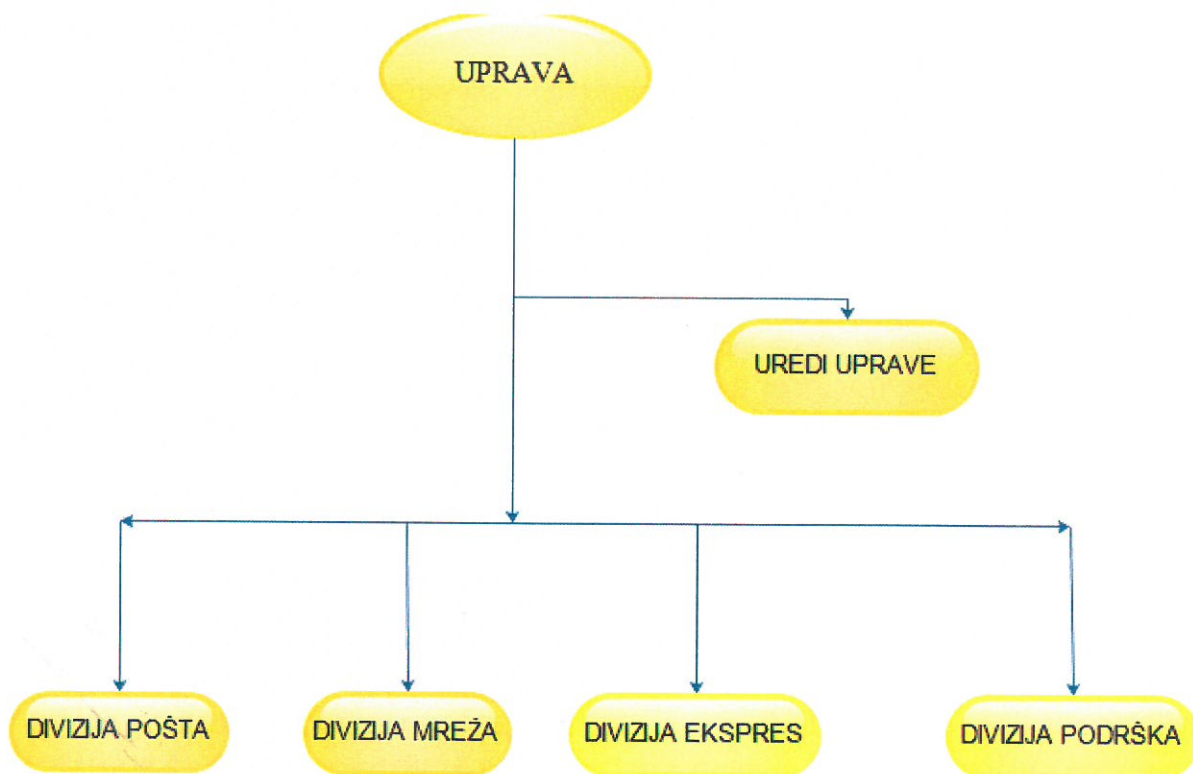
### 3. TEORIJSKI MODEL LOGISTIČKOG PROCESA - STUDIJA SLUČAJA

U ovom poglavlju prikazan je opisni model odabranog logističkog procesa u tvrtki Hrvatska pošta d.d. za koji je u kasnijem poglavlju izrađen simulacijski model. Osim opisa modela odabranog logističkog procesa dan je i kratki prikaz tvrtke Hrvatska pošta d.d.

#### 3.1. Hrvatska pošta d.d

HP-Hrvatska pošta d.d. osnovana je 1999. godine, dioničko je društvo u vlasništvu Republike Hrvatske. Kao nacionalni poštanski operater ima vodeću ulogu na tržištu poštanskih usluga u Hrvatskoj. Potaknuta procesom liberalizacije tržišta poštanskih usluga i ulaskom konkurencije na tržište RH, da bi zadržala primat, HP je morala pristupiti modernizaciji poslovanja proširivanjem ponude svojih usluga s jasnim odmakom od osnovne djelatnosti te uvođenjem inovativnih tehnologija u svoje poslovanje. Na taj način nastoji zadržati vodeću poziciju na tržištu poštanskih usluga. Uz poštanske usluge, HP nudi i niz drugih usluga kao što su: financijske usluge, usluge maloprodaje te usluge digitalne televizije na području cijele države. Otvaranjem internet trgovine „Žuti klik“, osim što prate svjetske trendove, nastoje i približiti proizvode hrvatskih OPG-ova građanima.

„Hrvatska pošta jedino je javno poduzeća koja ne prati županijski administrativni ustroj, nego ga je zamijenila iznimno učinkovitim divizijskim ustrojem prema najsuvremenijim svjetskim standardima. Divizijski ustroj Hrvatske pošte čini jedan od najvećih preustroja trgovačkih društava u Hrvatskoj. Podijeljena je u četiri divizije: Divizije Pošta, Mreža i Ekspres su teritorijalno organizirane, dok je Divizija podrška centralizirana zbog troškovne učinkovitosti, kao i uredi Uprave. Takvim ustrojem unaprijeđena je poslovna komunikacija te se organizacijska struktura temelji na usmjerenosti prema korisniku, jasnim ovlastima i odgovornostima. Uvođenjem plitke divizijske organizacije skraćena je i linija odgovornosti čime su ubrzani procesi odlučivanja unutar poduzeća. „[11]. Ustrojstvo pošte prikazano je slikom 4.



**Slika 4.** Ustrojstvo Hrvatske pošte d.d.

Diviziji pošta pripadaju poslovi iz temeljne djelatnosti a odnose se na poslove prijevoza, razvrstavanja i dostavu pošiljaka kako na području cijele Republike Hrvatske tako i u inozemstvo. Važno je napomenuti da se prioritete pošiljke u međunarodnom prometu dostavljaju u roku tri radna dana, ne računajući dan prijema prioritete pošiljke, odnosno prema standardu D+3, a prioritete pošiljke u unutarnjem prometu u roku jednog radnog dana , ne računajući dan prijema pošiljke, odnosno prema standardu D+1.

Divizija mreža zadužena je za poslove upravljanja mrežom poštanskih ureda, što je ujedno i najveća i najrazgranatija mreža u Republici Hrvatskoj. Divizija mreža upravlja mrežom koju čine 1016 poštanskih ureda, koji se nalaze u više od 950 mjesta u Hrvatskoj. Tako razvijena mreža omogućuje Hrvatskoj pošti da, unatoč sve većoj konkurenciji, zadrži vodeći položaj na tržištu poštanskih usluga.

Za usluge slanja paketa zadužena je divizija ekspres, u svojoj ponudi usluga divizija ekspres nudi usluge kao što su e- paket, standardni paket ili hpekspres paket. Usluge divizije ekspres orijentirane su isključivo prema korisnicima i njihovim potrebama. Količinom i kvalitetom usluge hpekspresa Hrvatska pošta je lider na tržištu paketnih i ekspresnih pošiljaka. Usluga je dostupna je na cijelom teritoriju Republike Hrvatske.

Divizija podrška zadužena je za upravljanje nekretninama i IT infrastrukturom, poslovima knjigovodstva, kontrole i održavanja te modernizaciju poštanskih ureda.



### 3.2. Teorijski opis analiziranog procesa prikupljanja paketa

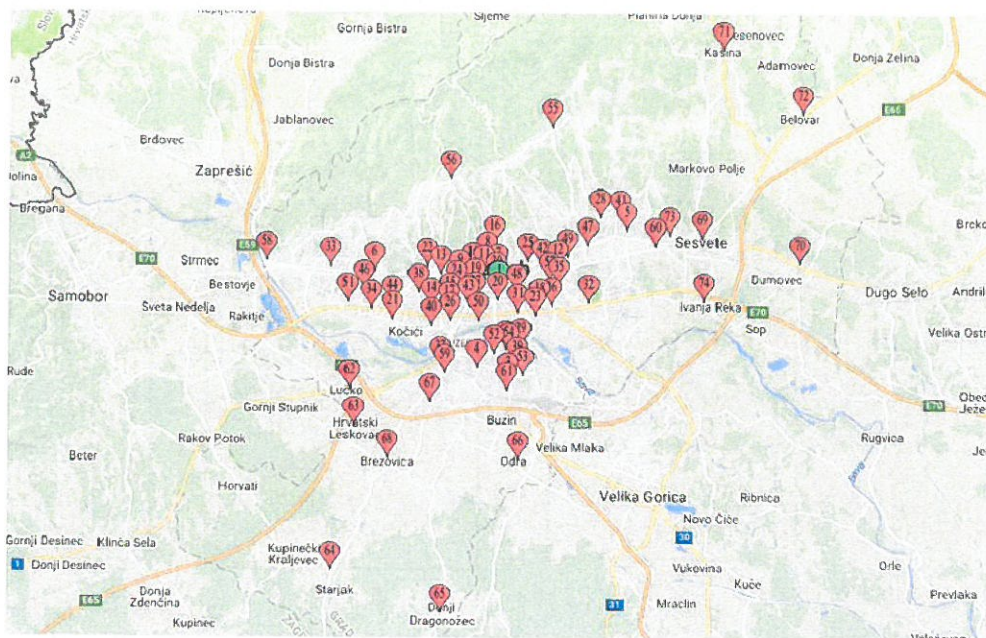
Procesom prikupljanja paketa obuhvaćeni su paketi hpekspres-a (u daljnjem tekstu paketi). Paketi hpekspres-a dio su ponude koja je dostupna pod istoimenom uslugom. „Hpekspres“ je usluga koja podrazumijeva preuzimanje poštanske pošiljke na adresi koju odredi primatelj ili predane u poštanskom uredu. Preuzimanje pošiljke na adresi pošiljatelja obavlja se na temelju njegovog posebnog zahtjeva (postavljen telekomunikacijski ili na neki drugi način), a podrazumijeva brži prijenos, praćenje pošiljke tijekom prijensa, mogućnost izravne komunikacije s radnikom HP-a d.d. radi davanja dodatnih uputa u vezi s uručenjem pošiljke, uručenje pošiljke u roku i vremenu koji odredi pošiljatelj prema ponudi HP-a d.d., postupanje prema naknadnom nalogu pošiljatelja te uručenje pošiljke uz potpis primatelja. Pod hpekspres uslugom podrazumijeva se prijam, usmjeravanje, prijenos i uručenje:[10]

1. hpekspres-paketa

2. poslovnog paketa

3. e-paketa“

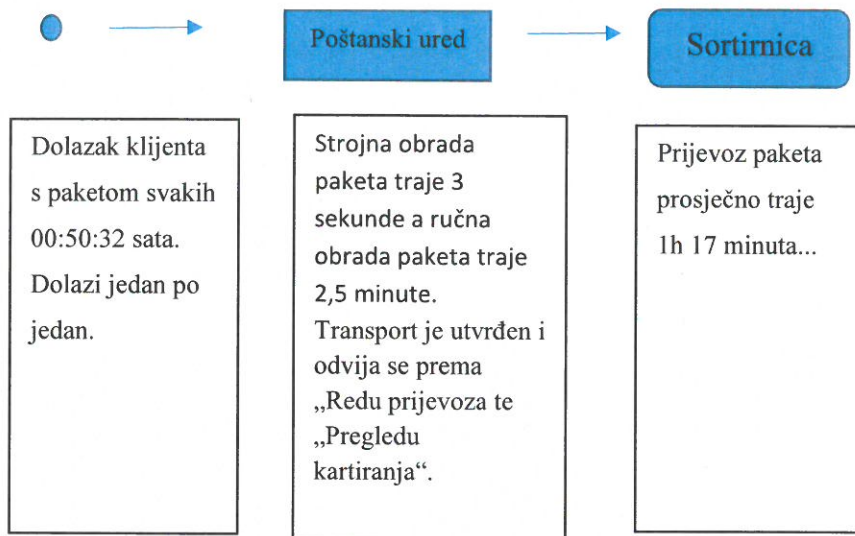
Za potrebe izrade završnog rada promatran je proces prikupljanja paketa od strane tvrtke Hrvatska pošta d.d. koji se odvija na području Grada Zagreba. Vremensko trajanje promatranja procesa je godina dana. Područje Grada Zagreba podijeljeno je na 30 rajona, u kojima se nalazi ukupno 74 poštanska ureda. Korisnici usluge slanja paketa osobno dostavljaju paket u neki od 74 poštanska ureda, gdje pakete zaprima djelatnik pošte po propisanoj proceduri. Prijevoz paketa predviđen je „Redom prijevoza“ i „Pregledom kartiranja“. Dakle po pakete dolazi vozilo, unaprijed određenog kapaciteta, u točno određeno vrijeme u toku dana. Prijevoz može biti organiziran i više puta dnevno. Ako postoji potreba za dodatnim vozilom, izvan propisanih kapaciteta, onda se organizira posebno. Zahtjev za transport paketa se šalje isključivo ako se organizira izvanredni prijevoz. Tada je potrebno iskazati količinu paketa koju je potrebno prevesti kako bi se poslalo odgovarajuće vozilo. U sortirnici se paketi sortiraju sukladno podacima o primatelju. S obzirom na adresu primatelja, paket se usmjerava na dostavno vozilo koje pokriva područje u kojem se nalazi poštanski ured primatelja. Poslove prikupljanja obavlja 18 poštara te im je za poslove prikupljanja osigurano 34 dostavna vozila s kojim Hrvatska pošta pokriva područje Grada Zagreba, u cijelosti. Lokacije promatranih poštanskih ureda prikazane su slikom 5.



**Slika 5.** Lokacije poštanskih ureda

U svrhu izrade simulacijskog modela promatranog procesa prikupljeni su sljedeći podaci: ukupna količina zaprimljenih paketa u 2017 godini, prosječna količina zaprimljenih paketa po poštanskom uredu, broj zaprimljenih paketa po satu te međudolazna vremena klijenata. Podaci o ukupnoj količini zaprimljenih paketa, vremenu čekanja klijenata i trajanju usluge dobiveni su od Hrvatske pošte. Do prosječnog broj paketa po poštanskom uredu došlo se dijeljenjem ukupne količine zaprimljenih paketa s brojem poštanskih ureda. Jedan poštanski ured godišnje zaprimi 6646 paketa. S obzirom da poštanski uredi ne vode evidenciju o dolaznim vremenima prijema paketa, međudolazno vrijeme paketa u poštanski ured odredilo se empirijski. Ukupna količina zaprimljenih paketa u pojedinom poštanskom uredu podijeljena je s brojem 247 radnih dana u godini, te je ta vrijednost uzeta kao referentna za količinu paketa u poštanski ured u jednom danu.

Poštanski ured dnevno zaprimi 27 hpekspres paketa. Kada se podjeli količina paketa koju poštanski ured zaprimi u jednom danu s radnim vremenom poštanskog ureda dobije se međudolazno vrijeme klijenata u poštanski ured. Tako ispada da je usluga slanja paketa hpekspresom u prosjeku zatražena svakih 50 minuta i 32 sekunde, što predstavlja međudolazno vrijeme klijenata u poštanski ured. Na slici 6 prikaza je pojednostavljena shema promatranog procesa s parametrima.



**Slika 6.** Shema procesa prikupljanja paketa

U sljedećem poglavlju opisana je izrada simulacijskog modela čijoj se izradi pristupilo na temelju ovog opisa i navedenih parametara.

## 4. SIMULACIJSKI MODEL PROCESA PRIKUPLJANJA

U ovom poglavlju opisan je proces izrade simulacijskog modela te je detaljno objašnjeno, kroz korake, koji su moduli korišteni te koja im je funkcija u simulacijskom modelu procesa prikupljanja.

### 4.1. Izrada simulacijskog modela

Za izradu simulacijskog modela korišten je simulacijski alat „*Arena Rockwell*“ ( u daljnjem tekstu *Arena*), *Arena* je simulacijski alat koji se koristi za simulaciju diskretnih i automatiziranih događaja. Uz pomoć *Arene*, tvrtke iz širokog spektra industrije, koriste *Arenu* kako bi unaprijedili, redizajnirali ili povećali kvalitetu svojih procesa te ostvarili značajne financijske uštede. Za izradu simulacijskih modela, *Arena*; koristi *SIMAN* program. Postoji više inačica ovoga alata kao što su :“*Professional Edition*“, „*Standard Edition*“, „*Research Edition*“ , „*Student Edition*“ i razne druge inačice, Cijena osnovnog modela iznosi 1850 USD , za izradu ovog završnog rada korištena je inačica „*Student Edition*“ koja je besplatna.

Simulacijski alat *Arena* sastoji se od više različitih modula koji se u osnovi mogu podijeliti u dvije skupine, module za osnovno te module za napredno korištenje. U skupini osnovnih modula se nalaze moduli bez se kojih niti jedan simulacijski model ne može izraditi te oni moduli koji se koriste za izradu najjednostavnijih tipova modela. U tu skupinu spadaju sljedeći moduli :Modul „*Create*“ služi za generiranje entiteta, parametrizaciju entiteta i predstavlja početak modela. Modul „ *Dispose*“ predstavlja završetak modela, mjesto na kojem entiteti izlaze iz modela.

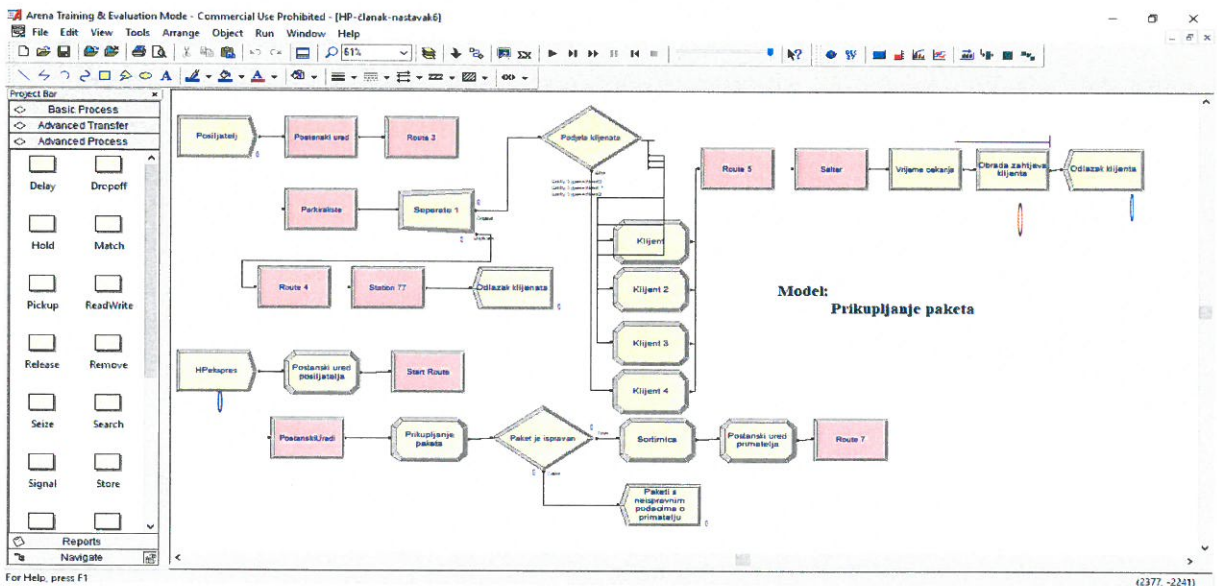
Modul „ *Process*“ koristi se za definiranje nekog procesa, odnosno resursa koji su nužni da bi se taj proces nesmetano odvijao (djelatnici, strojevi itd.). Unutar „*Process*“ modula moguće je definirati tip aktivnosti resursa, količinu resursa koja je na raspolaganju, trajanje jedne operacije itd. Modul „ *Decide*“ služi za postavljanje uvjeta grananja odnosno za procese čije aktivnosti imaju više različitih načina na koje se mogu „izvršiti“. Primjerice koriste se za postavljanje uvjeta kod IF petlje.

Modul „*Separate*“ pripada grupi osnovnih modula, međutim upotrebom modula „*Separate*“ moguće je entitete generirane iz istog „*Create*“ modula koristiti u više operacija istovremeno. Model može imati jedan „*Create*“ modul, ali uz pomoć modula „*Separate*“ može se prikazati djelatnika na šalteru i klijente kao potpuno međusobno nepovezane entitete.. Modul „*Assign*“ pripada grupi osnovnih modula, međutim slično kao i kod prethodnog modula, njegove funkcija nisu nimalo jednostavnog karaktera. Primjerice definiranje globalnih varijabli, atributa, prikaza entiteta su jedne od najvažnijih funkcija koje su sastavni dio svakog modela, bez funkcija „*Assign*“ modula ne može se prikazati niti jedan složeniji sustav.

U skupinama „*Advanced Transfer*“, „*Advanced Process*“ te „*Flow Process*“ nalaze se moduli za napredno korištenje. U skupinu modula za napredno korištenje ubrajaju se sljedeći modul: modul „*Station*“, modul „*Route*“, modul „*Delay*“ te mnogi drugi. Moduli iz skupine za napredno korištenje koriste se prilikom izrade 2D simulacije kao i prilikom izrade 3D animacije, međutim bez navedenih modula 2D simulacija može egzistirati ali izrada 3D animacije bez upotrebe ovih modula je praktički nemoguća. Modulom „*Station*“ definiraju se

lokacije u simulacijskom modelu, odnosno polazište, odredište i sve „usputne stanice“. Modulom „Station“ u osnovi definiraju se sve lokacije koje čine neku rutu, distribucijsku mrežu ili slično. Za usmjeravanje entiteta od točke A do točke B koristi se modul „Route“, a za stvaranje repova, redova čekanja koristi se modul „Delay“. Ako se primjerice želi u 3D animaciji prikazati red čekanja korisnika u banci, tada se koristi modul „Delay“ uz pomoć kojega se definira vrijeme čekanja klijenata na uslugu. Simulacijski model izrađen je od svih navedenih modula, osnovnih i naprednih. Svaki model započinje modulom „Create“ i završava modulom „Dispose“, ta dva modula predstavljaju fiksni tj. nepromijenjivi dio modeliranja u Areni, ovi moduli su obavezni dio svakog modela. Nakon „Create“ modula definiraju se varijable, entitetima se pridružuju atributi ( modul „Assign“), zadaju se lokacije odnosno određuje se put ili ruta od polazišta do odredišta ( moduli „Station“ i „Route“). Modulom „Decide“ postavlja se logički uvjet simulacijskog modela, resursi i procesi obuhvaćeni su modulom „Process“ i naposljetku dolazi se do završetka modela odnosno modula „Dispose“. Simulacijski model sastoji se od „glavnog“ i pod modela. Glavni model fokusiran je na pakete a pod model fokusiran je na klijente koji predaju pakete u poštanskom uredu.

Sljedećim nizom slika prikazan je proces izrade modela u Areni, izrada modela započinje uzimanjem modula iz „Basic“ grupe modula („Create“) modul, slika 7. Sljedeći modul je „Station“, iz grupe „Advance Transfer“ modula“, slika 8.



Slika 7. Početak modela („Create“ modul )

Station - Advanced Transfer

Name	Station Type	Station Name	Parent Activity Area	Associated Intersection	Report Statistics	Set Name	Save Attribute	Set Members
1 Postanski ured	Station	Station 75			<input checked="" type="checkbox"/>	Postanski ured Set Station	Attribute 1	0 rows
2 Parkiraliste	Station	Station 76			<input checked="" type="checkbox"/>	Parkiraliste Set Station	Attribute 1	0 rows
3 Station 77	Station	Station 77			<input checked="" type="checkbox"/>	Station 77 Set Station	Attribute 1	0 rows
4 Salter	Station	Salter			<input checked="" type="checkbox"/>	Salter Set Station	Attribute 1	0 rows

nsfer panel selected.

Slika 8. Station „Poštanski uredi“

Nakon modula „Station“ slijedi kombinacija modula „Route“ i „Station“, a njihova namjena i cilj zbog kojeg su korištene opisane su u prethodnom poglavlju. Nakon kombinacije „Route“ i „Station“ slijedi modul „Separate“, on se grana u dvije grane, u tim granama se istovremeno odvijaju dvije operacije kako je rečeno u prethodnom poglavlju. Modul „Separate“ se nalazi u grupi „Advance Transfer“, modula, slika 9.

Separate - Basic Process

Name	Type	Cost to Duplicates	# of Duplicates
1 Separate 1	Duplicate Original	50	1

Slika 9. Modul „Separate“

U nastavku modela koriste se već ranije opisani moduli, modul „Assign“, „Route“ i „Station“, njihova uloga i značaj poznati su već iz prethodnog poglavlja. Do „Station“ modula nalazi se modul „Delay“ te moduli „Process“ i „Dispose“, koji predstavlja završetak modela, prikazano na slikama 10 i 11 Sam proces prikupljanja paketa prikazan je korištenjem istih tipova modula uz izmijenjen redoslijed modula i logički uvijek. Postavke modula te unesene varijable su identične, međutim vrijednosti varijabla su drugačije. U izradi simulacijskog modela korišteni su moduli kako je navedeno u tablici 1.

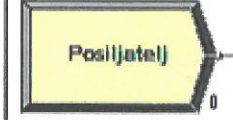
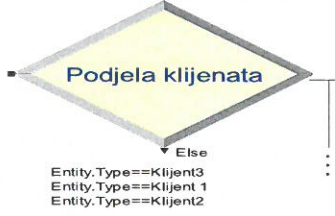

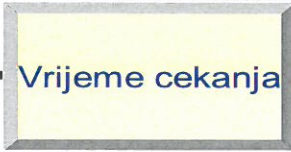


	Name	Allocation	Delay Time	Units
1	Vrijeme čekanja	Wait	UNIF(10, 15)	Minutes

Slika 10. Vrijeme čekanja

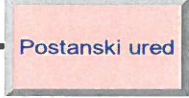

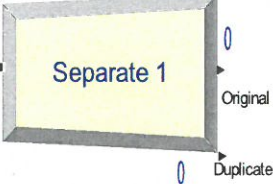
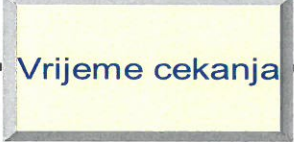
Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Value	Report Statistics
Obrada zahtjeva klijenta	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Minutes	Value Added	4	<input checked="" type="checkbox"/>

Slika 11. Obrada zahtjeva

**Tablica 1.** Popis modula korištenih prilikom izrade simulacijskog modela

Modul	Opis- funkcija modula	Parametri
	<p>Modul „<i>Create</i>“ osnovni je modul s kojim počinje svaki model. Služi za definiranje entiteta.</p>	<p>Međudolazna vremena entiteta</p>
	<p>Modul „<i>Decide</i>“ osnovni je modul, služi za definiranje uvjeta odnosno postavljanje uvjeta za if grananje.</p>	<p>Parametri Podjela klijenata po tip entiteta(definirano uz pomoć assign modula</p>
	<p>Modul „<i>Assign</i>“ osnovni je modul, . služi za definiranje varijabli, atributa koji opisuju ponašanje s kojim počinje svaki model entiteta.</p>	<p>Varijable, atributi, matematički izrazi i sl.</p>
	<p>Modul „<i>Delay</i>“ prošireni je modul koji se koristi kada postoji vrijeme čekanja na uslugu.. Služi za izradu 2D simulacije.</p>	<p>Vrijeme čekanja na uslugu.</p>
	<p>Modul „<i>Process</i>“ osnovni je modul koji prikazuje aktivnost resursa.</p>	<p>Stanje resursa, trajanje procesa i sl.</p>
	<p>Modul „<i>Dispose</i>“ osnovni je modul kojim završava svaki model. Predstavlja izlaz entiteta iz sim. modela.</p>	



	<p>Modul „<i>Station</i>“ prošireni je modul kojim se prikazuje kretanje entiteta. Koristi se za izradu 3D animacije.</p>	
	<p>Modul „<i>Route</i>“ prošireni je modul s kojim se određuje putanja entiteta. Koristi se za izradu 3D animacije.</p>	<p>Vrijeme putovanja entiteta.</p>
	<p>Modul „<i>Separate</i>“ prošireni je modul koji se koristi kada se entiteti koriste u više operacija istovremeno. Služi za izradu 3D animacije.</p>	
	<p>Modul „<i>Delay</i>“ prošireni je modul koji se koristi kada postoji vrijeme čekanja na uslugu. Služi za izradu 2D simulacije.</p>	<p>Vrijeme čekanja na uslugu.</p>

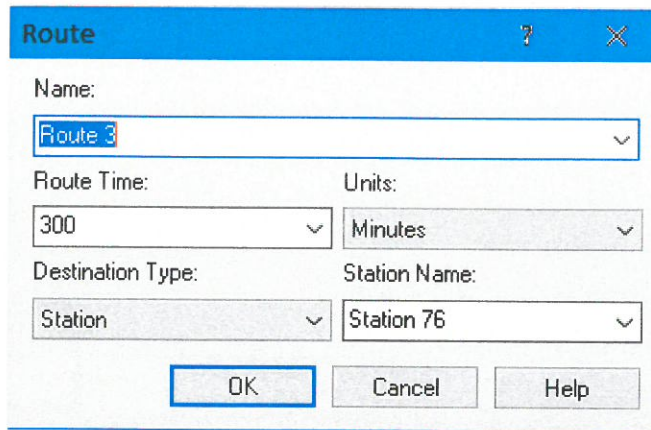
U tablici 1 prikazan je oblik pojedinog modula te je opisana funkcija prikazanih modula. Prvih šest modula je iz grupe osnovnih modula, bez nekih od navedenih modula nemoguće je izraditi simulacijski model. Svaki simulacijski model mora sadržavati module “*Create*“ i “*Dispose*“, jedan predstavlja početak simulacijskog modela dok drugi predstavlja njegov završetak. Slikom 12 prikazan je modul “*Create*“.

**Slika. 12.**Modul „Create“(Pošiljatelji)

Nakon modula „Create“ slijedi modul „Station“. Modul „Station“ se koristi kada je potrebno, u simulacijskom modelu prikazati neko mjesto odnosno lokaciju kroz koje će entiteti proći. Navedeni modul koristi se zbog izrade 3D animacije. U ovom slučaju modul „Station“ predstavlja lokaciju jednog poštanskog ureda. Slika 13 prikazuje postavke modula „Station“.

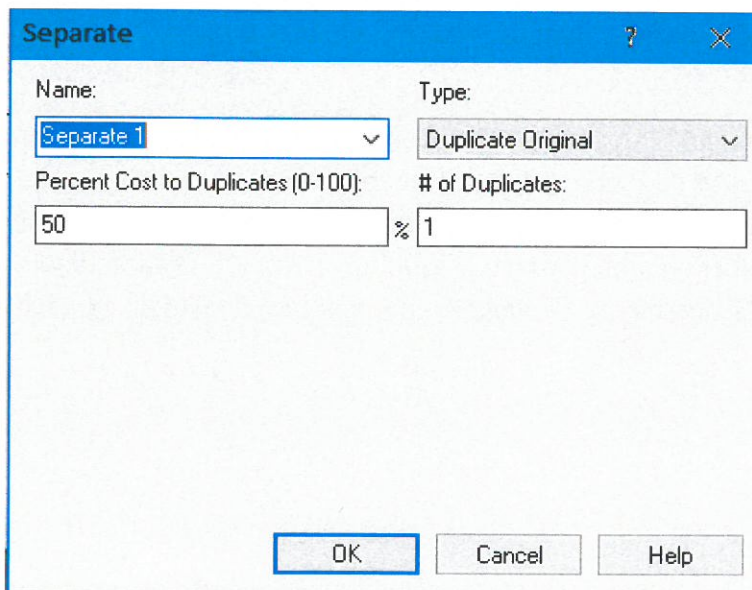
**Slika13.** Poštanski ured(modul „Station“)

Sljedeći modul do modula „Station“ je modul „Route“. Modul „Route“ koristi se kada se želi prikazati kretanje entiteta u 3D animaciji. Modul „Route“ se naziva „Route 3“ i omogućava kretanje klijenata od ulaza u poštanski ured do sljedećeg modula „Station“, odnosno „Šaltera“, gdje će zatražiti uslugu slanja hpekspres paketa, kao što je prikazano slikom 14.



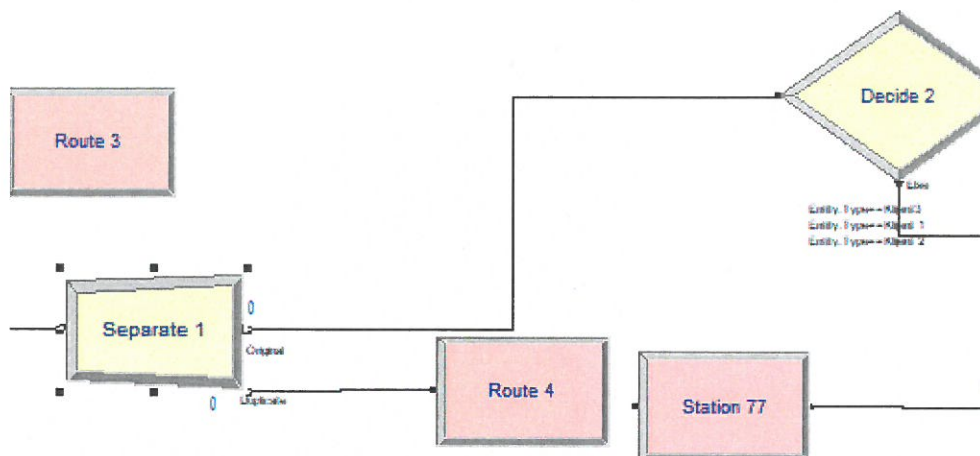
Slika 14. Modul „Route“ („Route 3“)

Modul „Separate“ je prikladan za situacije kada se entitet koristi u više operacija koje se odvijaju istovremeno. Glavna funkcija modula „Separate“ je kopiranje entiteta da bi se entitet mogao koristiti u više operacija istovremeno. Modul „Separate“ koristi se prvenstveno za izradu 3D animacije a u ovom slučaju prikazuje klijente koji dolaze u poštanski ured i klijente koji, nakon što su predali paket na slanje, odlaze iz poštanskog ureda, kao što je prikazano slikom 15.



Slika 15. Modul „Separate“

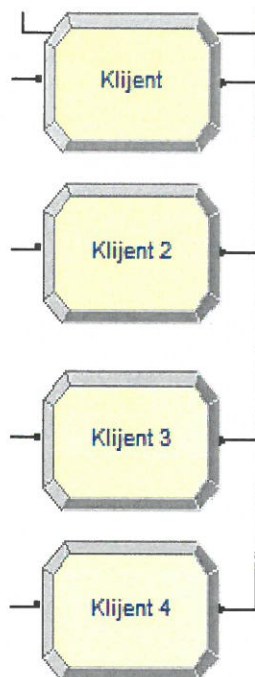
Modul „Separate“ se grana u dvije grane što je prikazano slikom 16. Prvom granom prolaze klijenti koji dolaze u poštanski ured. Drugom granom prolaze klijenti koji odlaze iz poštanskog ureda nakon obavljene usluge



Slika 16. Grananje modula „Separate“

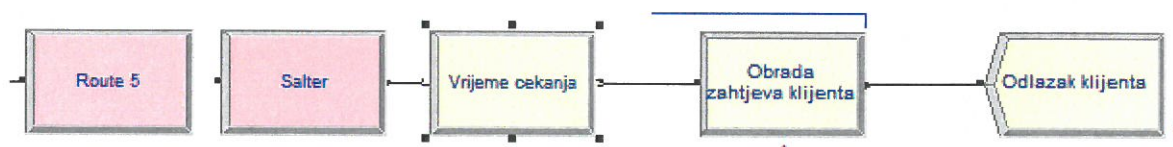
Prva grana modula „Separate“ započinje „Decide“ modulom, koji se koristi u slučaju kada je potrebno odrediti da li je neki uvjet ispunjen ili nije, u ovom slučaju modul „Decide“ zamjenjuje if petlju. „Decide“ modul nudi mogućnost postavljanja uvjeta, određivanja vjerojatnosti događaja i sl. „Decide“ modulom prikazuje se četiri različita prikaza za isti entitet (klijente), što je važno prilikom izrade 3D animacije. Na drugu granu modula „Separate“ nastavlja se modul „Route“ a nakon modula „Route“i modul „Station“ kojima se prikazuje odlazak klijenata iz poštanskog ureda.

Na „Decide“ modul spajaju se četiri modula tipa „Assign“. Unutar modula „Assign“ postavljaju se vrijednosti atributa, varijabli, matematičkih izraza i sl. Modulom „Assign“ se entitetima, prethodno definiranim u „Decide“ modulu; dodjeljuju slike odnosno određuje se način prikaza navedenih entiteta. Za svaki tip klijenta napravljen je po jedan assign modul, a nazivi assign, modula su „Klijent“; „Klijent 2“, „Klijent 3“ i „Klijent 4“kako je prikazano slikom 17.



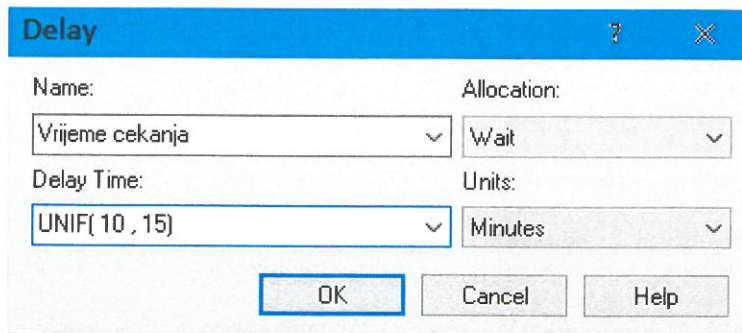
Slika 17. „Assign“ moduli klijenti

Kako je već ranije opisano modul „Route“ a potom i modul „Station“, u kombinaciji, prikazuju kretanje entiteta (klijenata) u 3D animaciji. Navedeni moduli su dio „Advanced Transfer“ grupe modula u programskom alatu Arena. Na kombinaciju modula „Station“ i modula „Route“ nastavljaju se modul „Delay“ pod nazivom „Vrijeme čekanja“, modul „Process“ pod nazivom „Obrada zahtjeva klijenata“ te naposljetku modul „Dispose“ pod nazivom „Odlazak klijenata“ Navedeni moduli čine završetak simulacijskog modela koji prikazuje isključivo potražnju klijenata za uslugom slanja hpekspres paketa. Završetak modela prikazan je slikom 18.

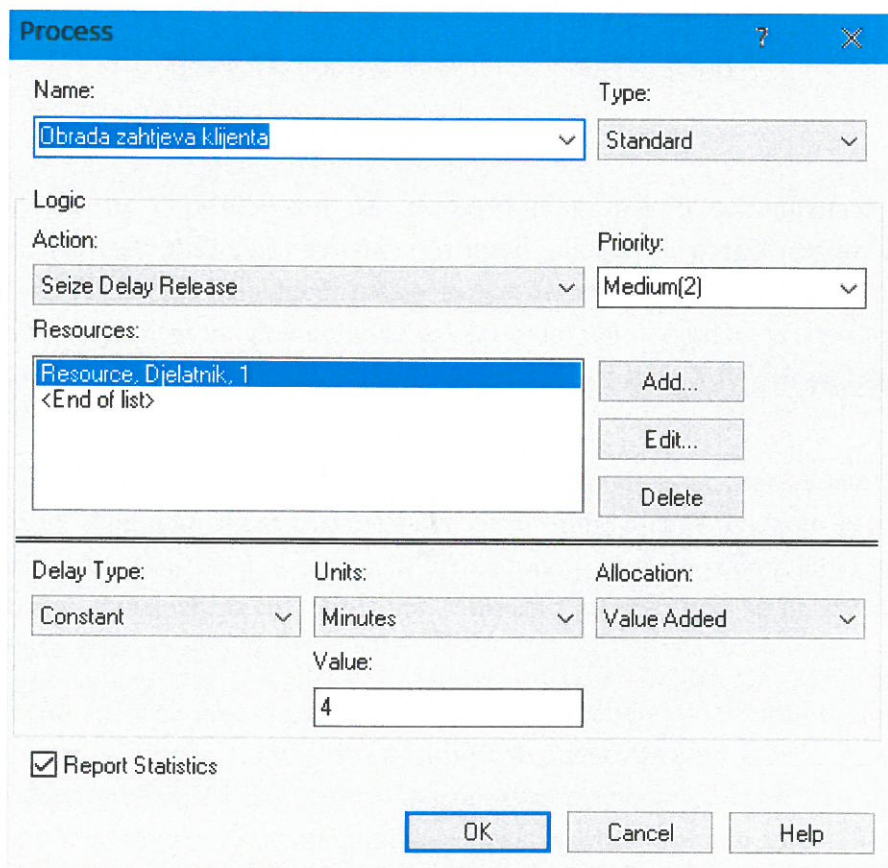


Slika 18. Završetak simulacijskog modela

Modul „Delay“ se koristi kada je potrebno prikazati situacije u kojima dolazi do zastoja, odnosno redova čekanja, npr. red čekanja u poštanskom uredu. U Hrvatskoj pošti, za sve šaltere postoji samo jedan red čekanja, bez obzira na vrstu usluga koje klijenti trebaju. Prosječno vrijeme čekanja na posluživanje prema internom praćenju kvalitete iznosi od 10-15 minuta, a prosječno vrijeme trajanja obrade zahtjeva 4 minute. Slika 19 prikazuje postavke modula „Delay“, a slika 20 prikazuje postavke modula „Process“.



Slika 19. Postavke „Delay“ modul



Slika 20. Obrada zahtjeva klijenata

Za izradu simulacijskog modela korišteni su moduli iz raznih kategorija kao što su „Basic Process“, „Advanced Process“ i „Advanced Transfer“. Popis modula i njihove funkcije prikazane su slikom 21.

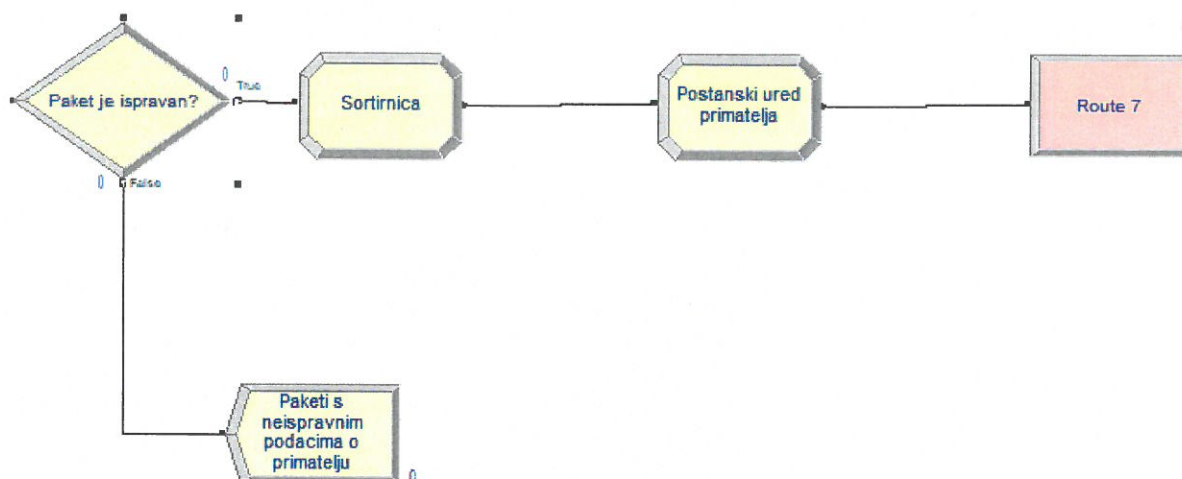
Grupa	Vrsta modula	Naziv modula	Parametri modula	Funkcija modula	Primjena modula
Bassic Process	Create	"Posiljatelj"	Međudolazno vrijeme	Generiranje entiteta	2D simulacija
Advanced Transfer	Station	"Poštanski uredi"	Ime modula	Lokacija A	3D animacija
Advanced Transfer	Route	"Transfer"	Trajanje putovanja	Transfer entiteta	3D animacija
Advanced Transfer	Station	"Salter"	Ime modula	Lokacija B	3D animacija
Advanced Process	Delay	"Vrijeme cekanja"	Vrijeme cekanja	Read cekanja	2D simulacija
Bassic Process	Process	"Obrada zahtjeva klijenata"	Resursi	Proces rada	2D simulacija
Bassic Process	Dispose	"Odlazak klijenata"	Ime modula	Završetak modela	2D simulacija
Advanced Transfer	Station	"Parkiraliste"	Ime modula	Lokacija C	3D animacija
Bassic Process	Separate	"Separate 1"	Razina kloniranja	Kopiranje entiteta	3D animacija
Bassic Process	Decide	"Podjela klijenata"	If grananje	Postavljanje uvjeta	2D simulacija
Bassic Process	Assign	"Klijent"	Varijable,atributi	Prikaz entita	3D animacija
Bassic Process	Assign	"Klijent 2"	Varijable,atributi	Prikaz entita	3D animacija
Bassic Process	Assign	"Klijent 3"	Varijable,atributi	Prikaz entita	3D animacija
Bassic Process	Assign	"Klijent 4"	Varijable,atributi	Prikaz entita	3D animacija

Slika 21. Popis korištenih modula (Klijenti)

Nakon što su u poštanskom uredu zaprimljeni paketi od klijenata, potrebno je incijalizirati vrijednosti atributa i varijabli. Varijabli „Dostavna vozila“ pridružuje se atribut „Bez greške“ te se njezina vrijednost nakon svake iteracije uvećava za jedan. Atribut „Bez greške“ poprima vrijednost ukupne količine paketa s ispravnim podacima o primatelju, koja se zatim pridružuje varijabli „Dostavna vozila“, označavajući tako količinu paketa s ispravnim podacima o primatelju koja se prevozi u sortirnicu.

Slijedeći modul do „Assign“ modula je modul route naziva „Start Route“. Ovaj modul u kombinaciji sa modulom naziva „Poštanski uredi“ omogućava kretanje kamiona između lokacija poštanskih ureda, što čini okosnicu cjelokupnog modela prikupljanja paketa. Modul „Station“ naziva „Poštanski uredi“ čini set „Station“ modula koji se nalaze na lokacijama poštanskih ureda, ukupno njih 74.

Prije nego započne proces prikupljanja paketa potrebno je definirati dvije vrste paketa, pakete s ispravnim podacima, te pakete s ne ispravnim podacima o primatelju. Navedeni podaci predstavljaju uvjet grananja u „if“ petlji odnosno uvjet grananja „Decide“ modula. Paketi se dostavnim vozilima prevoze u sortirnicu gdje se paketi sortiraju prema adresi primatelja. Tako sortirani paketi se ukrcavaju u dostavno vozilo koje je zaduženo za dostavu paketa na području poštanskog ureda primatelja. Glavni dio simulacijskog modela prikazan je slikom 22. Popis modula korištenih pri izradi simulacijskog modela prikazan je slikom 23.



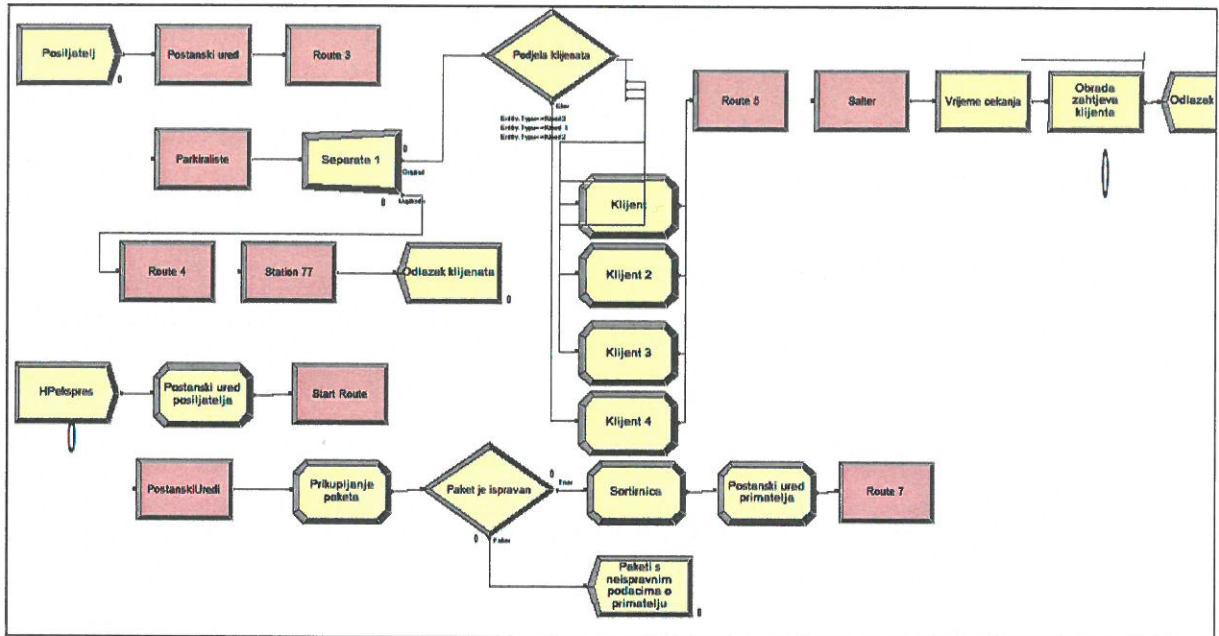
Slika 22. Proces dostave paketa u sortirnicu

Za izradu simulacijskog modela korišteni su moduli iz raznih kategorija kao što su „Basic Process“, „Advanced Process i „Advanced Transfer“. Popis modula i njihove funkcije prikazane su slikom 22. Konačni izgled simulacijskog modela prikazan je slikom 24.

Grupa	Vrsta modula	Naziv modula	Parametri modula	Funkcija modula	Primjena modula
Basic Process	Create	"Hpekspress"	Medudolazno vrijeme	Generiranje entiteta	2D simulacija
Basic Process	Assign	"Postanski ured posiljatelja"	Varijable,atributi	Razdioba	2D simulacija
Advanced Transfer	Route	"Start Route"	Trajanje putovanja	Transfer entiteta	3D animacija
Advanced Transfer	Station	"PostanskiUredi"	Lokacija A	Set lokacija poštanskih ureda	3D animacija
Basic Process	Decide	"Paket je ispravan?"	If grananje	Uvjet	2D simulacija
Basic Process	Assign	"Sortirnica"	Varijable,atributi	Atribut	2D simulacija
Basic Process	Assign	"Postanski ured primatelja"	Varijable,atributi	Atribut	2D simulacija
Advanced Transfer	Route	"Route 7"	Lokacija B	Transfer entiteta	3D animacija
Basic Process	Dispose	"Paketi s neispravnim podacima o primatelju"	Ime modula	Završetak modela	2D simulacija

Slika 23. Popis korištenih modula (Prikupljanje paketa)





Slika 24. Simulacijski model procesa prikupljanja paketa u Areni

## 5. ANALIZA REZULTATA SIMULACIJE

U ovom poglavlju ukratko je opisan proces prikupljanja hpekspres paketa kroz stvarne podatke kojima se prikazuje složenost i obim navedenog procesa. Naposljetku je napravljena analiza rezultata dobivenih izvođenjem simulacijskih eksperimenata te je iznesen kratki zaključak.

### 5.1. Proces prikupljanja paketa u realnom sustavu

Procesom prikupljanja paketa obuhvaćene su dvije vrste paketa, obične i prioritetne odnosno hpekspres pakete. Prioritetni paketi se ubrajaju u kategoriju hpekspres paketa jer se dostavljaju u roku jednog radnog dana. U tablici 2 prikazana je količina pojedinih vrsta paketa po mjesecima, za 2017. godinu. Grafikonima 1, 2 i 3 prikazuje se trend potražnje za uslugama slanja običnih i hpekspres paketa, tijekom 2017. godine te se daje kratki osvrt na svaki od tih triju grafikona.

**Tablica 2.** Količina zaprimljenih paketa na mjesečnoj bazi za 2017. godinu, na području Grada Zagreba te udio hpekspres paketa u ukupnom broju zaprimljenih paketa

Mjesec/2017	HP ekspres	Obični paketi	Ukupno	Udio HP ekspres paketa u ukupnom broju paketa
Siječanj	37.715,00	57.899,00	95.614,00	2,75
Veljača	36.933,00	57.400,00	94.333,00	2,69
Travanj	41.849,00	65.144,00	106.993,00	3,05
Ožujak	36.297,00	67.140,00	103.437,00	2,65
Svibanj	42.020,00	66.503,00	108.523,00	3,06
Lipanj	40.358,00	63.260,00	103.618,00	2,94
Srpanj	45.849,00	63.676,00	109.525,00	3,34
Kolovoz	40.135,00	65.395,00	105.530,00	2,93
Rujan	42.333,00	90.735,00	133.068,00	3,09
Listopad	45.410,00	100.362,00	145.772,00	3,31
Studeni	43.213,00	94.468,00	137.681,00	3,15
Prosinac	39.694,00	87.344,00	127.038,00	2,89
<b>Ukupno</b>	<b>491.806,00</b>	<b>879.326,00</b>	<b>1.371.132,00</b>	
Udio/obični paketi				64,13
Udio/hpekspress paketi				35,87

Izvor: Izradio autor

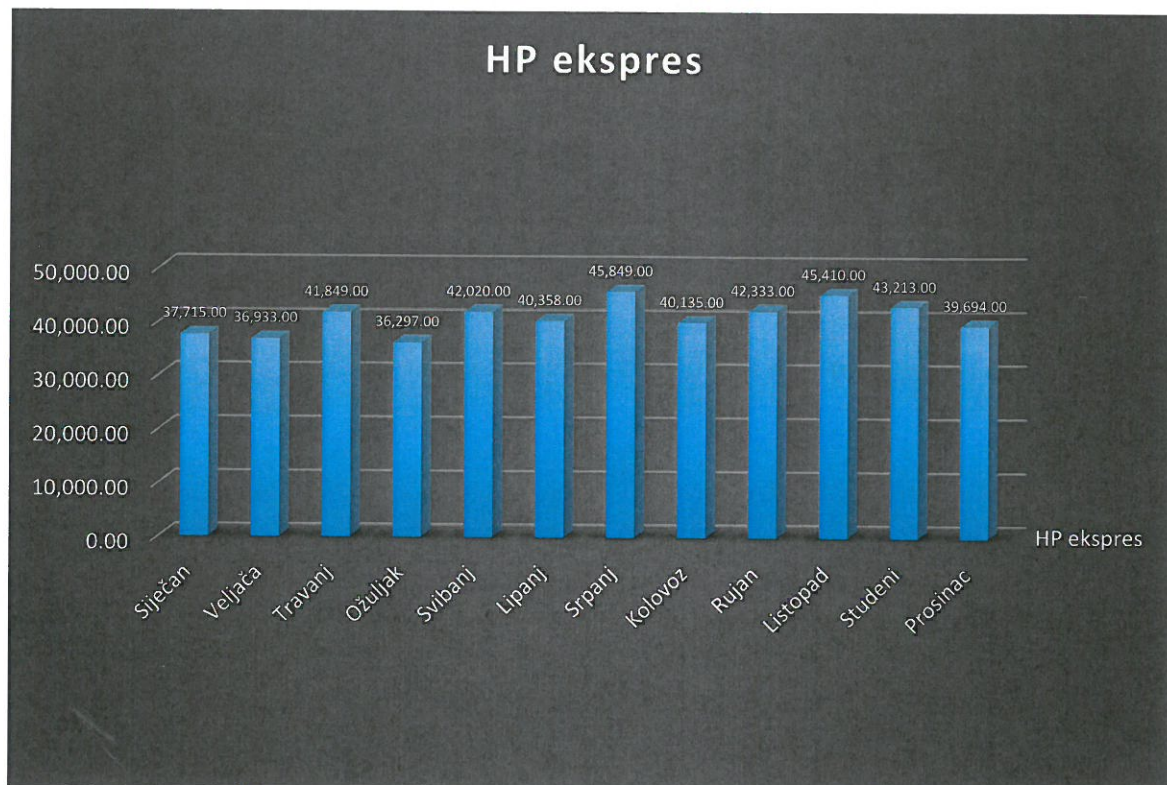
Iz tablice se može zaključiti da je na godišnjoj razini, na području Grada Zagreba prikupljeno 1.371.132,00 paketnih pošiljka, od toga je prikupljeno 879.326,00 običnih paketa te 491.806,00 paketa hpekspresa. Potrebno je naglasiti kako se u grupu hpekspresa ubrajaju i prioritetni paketi. Također iz tablice se može zaključiti da udio hpekspres paketa u ukupnom broju paketa iznosi 35,87 %. Radi jednostavnijeg prikaza i bolje vizualizacije navedeni podaci prikazani su i grafički. Grafikonima (1,2,3) je prikazana količina običnih i hpekspres paketa te udio hpekspres paketa u ukupnoj količini prikupljenih paketa.



**Grafikon 1.** Broj prikupljenih običnih paketa kroz 2017. godinu

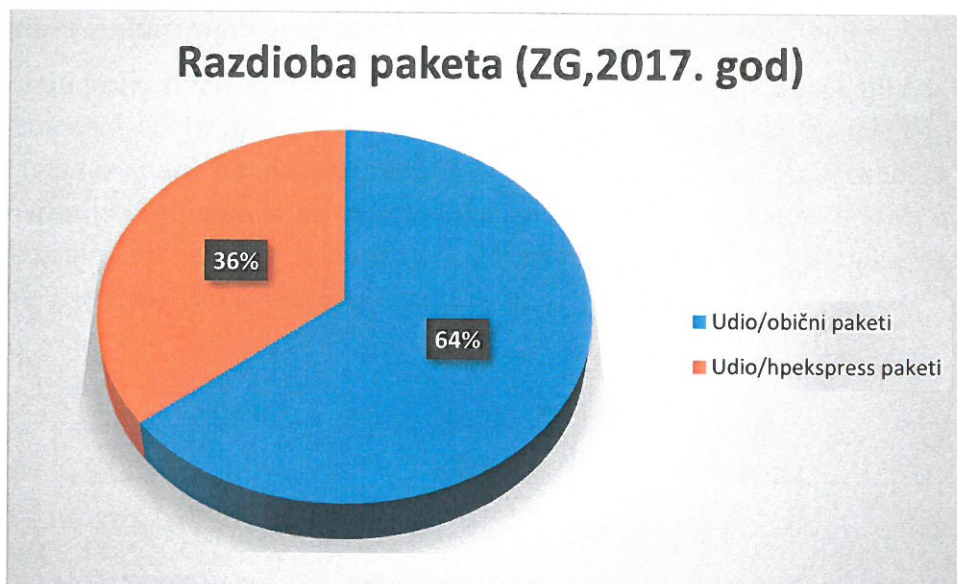
Iz grafikona 1. može se zaključiti kako broj prikupljenih običnih paketa raste u zadnja četiri mjeseca 2017 godine. Snažan porast prikupljenog broja običnih paketa je najveći u mjesecu listopadu, gdje je broj običnih paketa porastao za vrtoglavih 73,39 % u odnosu na mjesec siječanj. Slična je situacija prilikom usporedbe zadnja četiri mjeseca s ostalim mjesecima tijekom godine. Uzrok naglog, pa čak i senzacionalnog porasta običnih paketa je intenzivno korištenje internet prodaje od strane sve većeg broja korisnika. Također na porast prikupljenih običnih paketa utjecaj imaju i blagdani te „crni petak“<sup>1</sup>, kada je većina robe na tržištu na sniženjima.

<sup>1</sup> Crni petak-neformalno ime za dan nakon Dana zahvalnosti u Sjedinjenim Američkim Državama, najčešće je to četvrti petak u mjesecu studenom. Zadnji petak u mjesecu studenom označava početak božićne shopping groznice. U Sjedinjenim Američkim Državama „Crni petak“ je uveden davne 1952. godine. Na „Crni petak“ većina trgovačkih centara nudi popuste na svoj asortiman od 20 do 70%.



**Grafikon 2.** Broj prikupljenih hpekspres paketa kroz 2017. godinu

Iz grafikona 2 može se zaključiti kako broj prikupljenih paketa hpekspresa ne prati isti trend kao i obični paketi, već se porast broja prikupljenih hpekspres paketa aplicira u točno određenim razdobljima u 2017. godini.



**Grafikon 3. Prikaz razdiobe udjela običnih i hpekspress paketa u ukupnome broju prikupljenih paketa.**

Grafikon 3 prikazuje udio običnih i hpekspres paketa u ukupnom broju prikupljenih paketa s napomenom da u grupu hpekspres paketa ulaze i prioritetni paketi. Udio hpekspres paketa u ukupnom broju prikupljenih paketa iznosi 36% ( 35,87%) a udio običnih paketa u ukupnom broju prikupljenih paketa iznosi 64 % (63,13%).

## 5.2. Simulacijski model prikupljanja paketa

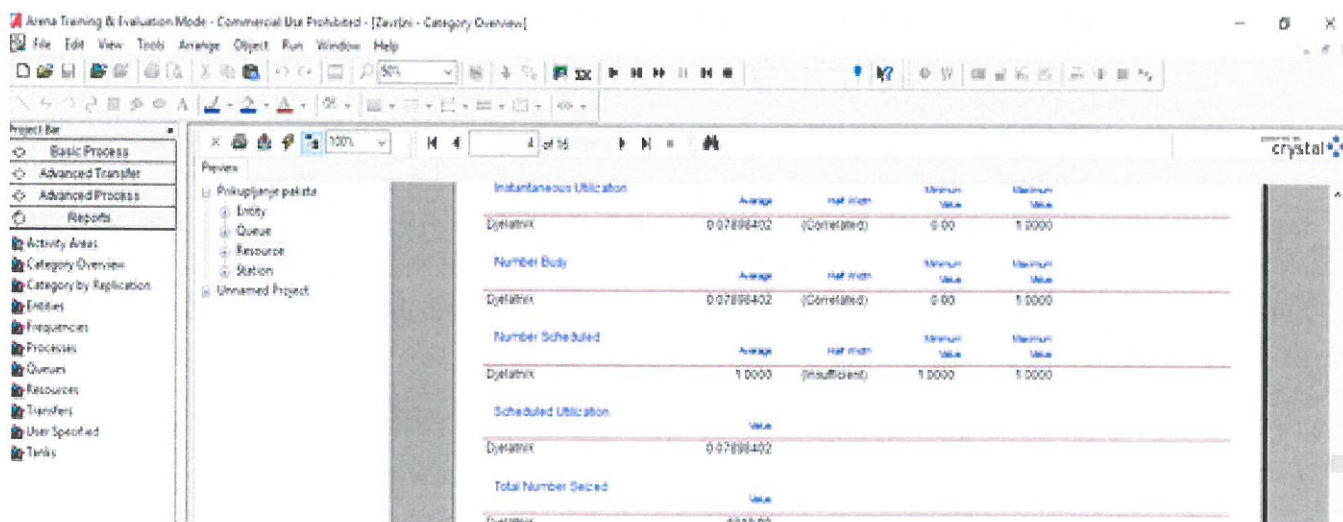
Proces prikupljanja paketa je u direktnoj korelaciji s brojem zahtjeva klijenata za hpekspres uslugom. Klijenti zahtjev i paket predaju u poštanskom uredu. Klijenti dolaze u poštanski ured jedan po jedan. Međudolazno vrijeme klijenata u poštanski ured, koje iznosi 50 minuta i 32 sekunde. Obrada zahtjeva prosječno traje 4 minute, a klijenti na uslugu čekaju između 10 i 15 minuta. Radno vrijeme poštanskog ureda ovisi o frekventnosti lokacije na kojoj se poštanski ured nalazi. Za radno vrijeme poštanskog ureda uzima se radno vrijeme većine poštanskih ureda, većina poštanskih ureda otvorena je od 7-20 h, radnim danom i subotom od 8-13 h. Paketi se prikupljaju dostavnim vozilima Hrvatske pošte, za proces prikupljanja paketa osigurano je 34 dostavna vozila. Prikupljanje paketa određen je „Redom prijevoza“ i „Pregledom kartiranja“, odvija se dva- tri puta ovisno o tome kako je definirano.

## 5.2.Inicijalni rezultati simulacije

Nakon validacije simulacijskog modela, provedena je simulacija u trajanju od 365 dana sa radnim vremenom od 16 sati. Da bi analiza rezultata simulacije bila što točnija potrebno je barem tri puta startati simulacijski model u istim postavkama. Kao osnovni parametar simulacije uzet je broj entiteta na izlazu (*Number Out*), kao što prikazuje slika 25. Nadalje, drugi parametar koji je uzet u obzir je iskorištenost kapaciteta djelatnika na šalteru, u poštanskom uredu, kao što je prikazano na slici 26.

	Number In	Number Out
Klijent 1	0	0
Klijent2	0	0
Klijent3	0	0
Klijenti	6,931	6,919
Total	6,931	6,919

Slika 25.Broj entiteta na izlazu(*Number out*)



Slika 26. Iskorištenost kapaciteta resursa

Opterećenje djelatnika na šalteru, uzrokovano klijentima koji zatraže uslugu slanja paketa hpekspresom je 7,98%. Klijent u redu čekanja na posluživanje provede 10 minuta, a najduže zabilježeno vrijeme koje klijent provede u redu čekanja na posluživanje iznosi 26 minuta i 55 sekundi, kao što je prikazano na slici 27.

### Prikupljanje paketa

Replications: 1      Time Units: Minutes

### Entity

#### Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Klijenti	4.0000	0,000000000	4.0000	4.0000
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Klijenti	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Klijenti	10.0005	0,111233685	0.00	26.9160

Slika 27. Vrijeme čekanja klijenata na posluživanje

### 5.3. Izvođenje simulacijskih eksperimenata

Nakon provedbe inicijalne simulacije i rezultata koji odgovaraju realnom sustavu napravljene su promjene u ulaznim parametrima. Promjenom ulaznih parametara želi se vidjeti utjecaj povećanja intenziteta izvođenja aktivnosti, uzrokovana promjenom međudolaznih vremena klijenata u poštanski ured. U ovom slučaju simulacija je izvođena 365 dana, kao i dosad ali je međudolazno vrijeme klijenata u poštanski ured, promijenjeno je sa 50 minuta i 32 sekunde na 40 minuta. Drugim riječima, povećan je intenzitet dolazaka klijenata. Na slici 28 i slici 29 prikazana je promjena parametara, odnosno međudolaznog vremena klijenata u poštanski ured. Promjenom međudolaznog vremena klijenata želi se vidjeti ujecaj promjena intenziteta dolazaka korisnika na opterećenje djelatnik odnosno procesa prikupljanja paketa.

**Create** ? X

Name: Posiljatelj      Entity Type: Klijenti

Time Between Arrivals

Type: Constant      Value: 50.56      Units: Minutes

Entities per Arrival: 1      Max Arrivals: Infinite      First Creation: 0.0

OK      Cancel      Help

Slika 28. Postavke „Create“ modula (inicijalna verzija)

Slika 29. Postavke „Create“ modula (promjena parametara)

### 5.3.1. Rezultati simulacijskog eksperimenta

Nakon promjene međudolaznoga vremena klijenata u poštanski ured, vidljiv je blagi rast entiteta na izlazu, kao što je prikazano na slici 30. To je posljedica promjene međudolaznoga vremena klijenata sa 50 minuta i 32 sekunde na 40 minuta.

	Number In	Number Out
Klijent 1	0	0
Klijent2	0	0
Klijent3	0	0
Klijenti	8,761	8,745
<b>Total</b>	<b>8,761</b>	<b>8,745</b>

Slika 30. Broj entiteta na izlazu nakon promjene parametara

Također, s rastom broja izlaznih entiteta, raste i opterećenje djelatnika na šalteru, u poštanskom uredu, kako je prikazano slikom 31. Opterećenje djelatnika na šalteru, promjenom međudolaznog vremena klijenta je povećano i ono sada iznosi 10 %.

#### Usage

	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
Djelatnik	0,10	0,10	1,00	8.745,00	0,10

Slika 31. Iskorištenost resursa nakon promjene parametara



Nakon provedene promjene parametara, prosječno vrijeme čekanja klijenta na posluživanje je 12 minuta i 30 sekundi, a najduže vrijeme čekanja klijenata na posluživanje je 15 minuta.

### ***5.3.2. Usporedba rezultata simulacijskih eksperimenata***

Poštanski uredi osim zaprimanja paketa, bave se i inim drugim poslovima. Ono što je prikazano izvođenjem simulacije prema prikupljenim podacima ukazuje da je opterećenje djelatnika na šalterima poštanskih ureda u gradu Zagrebu na aktivnostima zaprimanja paketa iznosi 7,89% njihovog radnog vremena.

S obzirom na trendove rasta Internet trgovine i procjenama povećanja paketnog prometa, testirano je opterećenje djelatnika u slučaju kada bi zahtjev za slanjem paketa stizao svakih 40 minuta. U tom slučaju ukupno bi bilo obrađeno 8.745 klijenta, što predstavlja opterećenje oko 10 % radnog vremena djelatnika. Vrijednost inicijalnih ulaza iznosi 6.931, a vrijednost inicijalnih izlaza iznosi 6.919 klijenata. Nakon promjene parametara vrijednost inicijalnih ulaza iznosi 8.761 a inicijalna vrijednost izlaza iznosi 8.745 klijenata, što predstavlja povećanje za oko 26,40%.

Vrijednost inicijalnih ulaza iznosi 6.931 paketa, a vrijednost inicijalnih izlaza iznosi 6.931 paketa. Promjenom parametara vrijednost ulaza iznosi 8.761 paketa, a inicijalna vrijednost izlaza iznosi 6.931 paketa, što predstavlja povećanje u iznosu od 26,40 %.

## 6. ZAKLJUČAK

U zadnjem desetljeću dolazi do ubrzanog razvoja računalne tehnologije, koja danas čini sastavni dio ljudske svakodnevnice i života općenito. Usporedno sa razvojem računala razvijali su se i programi koji će ljudima olakšati određene poslove ili će ih u potpunosti obavljati sami na temelju naredbi ili programskog koda kojeg unese odnosno napiše čovjek. Na taj način razvijeno je i pregršt simulacijskih programa, koji se u sve većoj mjeri koriste za rješavanje problema unutar nekog realnog sustava, izvođenjem simulacijskih eksperimenata. Budući da se količina procesa ubrzano povećava te se realni sustavi sve više šire i granaju u više smjerova povezujući tako različite djelatnosti odnosno sustave, potpuno je logična i shvatljiva današnja situacija odnosno ubrzani rast korištenja simulacijskih alata za provođenje simulacijskih eksperimenata na logističkim procesima odnosno sustavima.

Područje logistike se nalazi u fazi konstantne promjene i pritisaka od strane krajnjih potrošača. Logistika je jedna od najbrže rastućih grana odnosno djelatnosti koje nisu isključivo vezane za vojsku, industriju ili proizvodnju već se logistika odnosno njezine temeljne zakonitosti primjenjuju u širokom spektru djelatnosti. Tako je logistika postala sastavni dio procesa prikupljanja poštanskih pošiljaka, te je predmetom logistike odnosno logističkog odlučivanja postala i radna snaga, konkretno uz pomoć logističkih zakonitosti potrebno je donijeti odluku treba li unajmiti radnu snagu preko agencija iz Hrvatske ili „uvesti“ radnike iz Srbije. Logistika je djelatnost koja se bavi istraživanjem, analizom sustava i njegovih procesa, planiranjem, optimiziranjem i racionalizacijom troškova tih istih procesa. Uza sve to logistika se bavi i održavanjem organizacijske strukture sustava i njegovih veza unutar samog sustava i izvan njega. Ključan dio ili entitet logistike, koji uz pravovaljanu fluidnost kroz sve slojeve sustava uvelike utječe na položaj gospodarskog subjekata te ostvarivanje konkurentnosti, su informacije. Uspoređujući informacije s na primjer s dizelom ili benzinom, koji su derivati bez kojih današnji svijet ne bi bio ovakav kakvog ga danas poznajemo, informacije predstavljaju „gorivo“ bez kojeg bi se svaki logistički proces pa tako sustav s vremenom deformirao, uništio i nakraju nestao.

Uz pomoć simulacija oponaša se ponašanje nekog sustava odnosno pojave koja je predmet interesa. Simulacija je u stvari vodič kroz procese odnosno simulacija je realni sustav koji usmjerava cjelokupan sustav ka postavljenom cilju. Ako simulaciju usporedimo primjerice sa prometom odnosno izvođenjem radova na prometnoj infrastrukturi te sustavom vođenja prometa koji je u tom slučaju organiziran s nizom svjetlosne signalizacije, onda se može reći da je simulacija sustav vođenja procesa odnosno sustava prema cilju kojeg je poduzeće odlučilo provesti sukladno uvjetima na tržištu.

Simulacijski model izvodi se sekvencijalno, prema striktno utvrđenim koracima odnosno fazama. Proces izrade simulacijskog modela provodi se u šest faza koje se mogu primijeniti neovisno o tome o kojem je simulacijskom alatu riječ. Ispravnost postupka izrade simulacijskog modela ponajprije ovisi o preciznosti, odnosno točnosti ulaznih podataka. te o logici osobe koja izrađuje konceptualni odnosno računalni model.

Postoji puno različitih inačica od različitih proizvođača simulacijskih programa ali cilj im je uvijek isti, oponašanjem realnog sustava, definirati, pronaći, optimizirati ili zamijeniti onaj dio realnog sustava koji izaziva nepravilnosti. Zahvaljujući ponajprije razvoju računala, poduzeća mogu koristiti simulacijske programe za rješavanje problema u stvarnom sustavu bez opasnosti i uz male troškove. Zbog navedenih razloga simulacijski programi postali su dio podrške poslovanju poduzeća i sve više poduzeća se odlučuje na ovakvu vrstu investicije.

U završnom radu detaljno je opisan proces prikupljanja hpekspres paketa, na području Grada Zagreba te je izrađen simulacijski model za navedeni proces. Detaljno je opisana izrada simulacijskog modela kroz jasno utvrđene korake te je ista prikazana i objašnjena nizom slika. Izradom simulacijskog modela prikazuje se, a samim time i utvrđuje odnosno spoznaje ponašanje sustava u realnim uvjetima.

Simulacijski eksperiment izvodio se za razdoblje od godinu dana te je postupkom verifikacije i validacije modela utvrđeno da simulacijski model u dovoljnoj mjeri i s visokom razinom preciznosti oponaša promatrani realni sustav. Nakon izvođenja simulacije utvrđene su performanse procesa, gdje je promatran broj uspješno obrađenih paketa i opterećenje djelatnika poštanskih ureda na aktivnostima obrade paketa u hpekspress kanalu (7, 89 % radnog vremena djelatnika). Sam proces prikupljanja paketa po poštanskim uredima na zadovoljavajućoj je razini kvalitete, prosječno vrijeme obrade paketa kreće se od 3 sekunde do 2,5 minute, ovisno o tome radi li se o automatskoj ili ručnoj obradi paketa, prijevoz paketa do sortirnice prosječno traje 1 h i 17 minuta.

## LITERATURA

- [1] URL: <http://www.logistika.blogger.index.hr>(pristupljeno 15.06.2018)
- [2] Zekić.Z. ,Logistika kao integrativna upravljачka funkcija- fokus suvremenog menadžmenta, Ekonomski fakultet u Rijeci, znanstveni rad, 2017
- [3] Zajec. T , Utjecaj razvoja logistike na intermodalni transport, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, završni rad, 2015
- [4] Zekić.Z ,Logistički model dinamičke optimizacije poslovanja poduzeća, Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet u Rijeci, znanstveni rad,2001
- [5] Zelenika.R, Pupavac. D., Simulacija skladišnog i distribucijskog sustava, Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet u Rijeci, znanstveni rad, 2005
- [6] Čerić, V.: Simulacijsko modeliranje, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- [7] Magdić, D: Nastavni materijali, Katedra za modeliranje, optimiranje i automatizaciju, Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2011. (pristupljeno 13.05.2018)
- [8] Stanković. R: Nastavni materijali, Kolegij: Osnove simulacija u prometu i logistici, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; 2016 (citirano lipanj, 2018)
- [9] Božić.D:Labaratorijske vježbe, Kolegij: Osnove simulacija u prometu i logistici, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb,2015
- [10] Opći uvjeti za obavljanje ostalih poštanskih usluga, Zakon o poštanskim uslugama, 1.siječnja. 2018
- [11] <https://repozitorij.efst.unist.hr/islandora/object/efst:1345/preview>(pristupljeno 15.06.2018)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Promjena stanja determinističkog modela [5]	5
Slika 2. Promjena stanja stohastičkog modela [5]	6
Slika 3. Dijagram toka procesa izrade simulacijskog modela[']	8
Slika 4. Ustrojstvo Hrvatske pošte d.d.	10
Slika 6. Shema procesa prikupljanja paketa	13
Slika 7. Početak modela („Create“ modul )	15
Slika 8. <i>Station</i> „Poštanski uredi“	16
Slika 9. Modul „ <i>Separate</i> “	16
Slika 10. Vrijeme čekanja	17
Slika 11. Obrada zahtjeva	17
Slika. 12.Modul „ <i>Create</i> “(Pošiljatelji)	20
Slika13. Poštanski ured(modul „ <i>Station</i> “)	20
Slika 14. Modul „ <i>Route</i> “(„Route 3“)	21
Slika 15. Modul „ <i>Separate</i> “	21
Slika 16. Grananje modula „ <i>Separate</i> “	22
Slika 17. „ <i>Assign</i> “ moduli klijenti	23
Slika 18. Završetak simulacijskog modela	23
Slika 19. Postavke „ <i>Delay</i> “ modul	24
Slika 20. Obrada zahtjeva klijenata	24
Slika 21. Popis korištenih modula (Klijenti)	25
Slika 22. Proces dostave paketa u sortirnicu	26
Slika 23. Popis korištenih modula (Prikupljanje paketa)	26
Slika 24. Simulacijski model procesa prikupljanja paketa u Areni	27
Slika 25.Broj entiteta na izlazu( <i>Number out</i> )	32
Slika 26. Iskorištenost kapaciteta resursa	32
Slika 28. Postavke „ <i>Create</i> “ modula (inicijalna verzija)	33
Slika 29. Postavke „ <i>Create</i> “ modula (promjena parametara)	34
Slika 30. Broj entiteta na izlazu nakon promjene parametara	34
Slika 31. Iskorištenost resursa nakon promjene parametara	34

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Popis modula korištenih prilikom izrade simulacijskog modela
---

Tablica 2. Količina zaprimljenih paketa na mjesečnoj bazi za 2017. godinu, na području Grada Zagreba te udio hpekspress paketa u ukupnom broju zaprimljenih
---

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Broj prikupljenih običnih paketa kroz 2017. godinu	35
Grafikon 2. Broj prikupljenih hpekspress paketa kroz 2017. godinu	36
Grafikon 3. Prikaz razdiobe udjela običnih i hpekspress paketa u ukupnome broju prikupljenih paketa	31



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.


Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **SIMULACIJSKI MODEL PROCESA PRIKUPLJANJA PAKETA**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 5.9.2018

Student/ica:

  
(potpis)