

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
EKONOMSKI FAKULTET**

Mr.sc. Maja Ćukušić

**PROCESNA ORGANIZACIJA I USPJEŠNOST
VISOKIH UČILIŠTA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: prof.dr.sc. Željko Garača

Split, 2011.

hoc test upućuje na to da su rezultati prvog kolokvija u prvoj godini uvođenja testova za samoprocjenu (2009) značajno bolji ($8,25 \pm 2,84$ bodova, $P=0,003$), isto kao i u drugoj (2010) ($8,33 \pm 2,91$ bodova, $P=0,001$) u usporedbi s godinom bez testova za samoprocjenu (2008) ($7,62 \pm 2,89$ bodova). Za drugi kolokvij vrijedi slično: rezultati (2009) su značajno bolji ($9,25 \pm 3,84$ bodova, $P=0,010$), isto kao i u 2010. ($10,11 \pm 3,3$ bodova, $P=0,000$) u usporedbi s godinom bez testova za samoprocjenu (2008) ($8,47 \pm 3,72$ bodova).

- › Kontrola rezultata analizom varijance prolaznosti tri različite generacije kolegija Informatičkih tehnologija, Matematike, Poslovnog engleskog jezika 1 i Statistike ukazuje na to da postoji statistički značajna razlika (odbacuje se nul-hipoteza) između prolaznosti u protekle tri akademske godine. Post-hoc test upućuje na to da je prolaznost Informatičkih tehnologija u prvoj godini uvođenja testova za samoprocjenu (2009) značajno bolja ($20\% \pm 0,41$, $P=0,000$), isto kao i u drugoj (2010) ($18\% \pm 0,38$, $P=0,049$) u usporedbi s godinom bez testova za samoprocjenu (2008) ($13\% \pm 0,33$). U istom razdoblju kada je prolaznost na Informatičkim tehnologijama rasla, na Matematici nema značajne razlike u pogledu prolaznosti ($P = 0,999$), odnosno značajno je lošija u 2010-oj ($7\% \pm 0,25$). U isto vrijeme kada su uvedeni online testovi prolaznost na Statistici je značajno lošija ($30\% \pm 0,46$, $P = 0,000$). To se može protumačiti na sljedeći način: da je razina inputa ostala ista, mogla bi se očekivati ista prolaznost na kontrolnoj skupini, ali zbog evidentnog pada kvalitete inputa, pad prolaznosti na Informatičkim tehnologijama je znatno manji zbog dodatnog povećanja rada na testovima za samoprocjenu.

Dakle, s obzirom na povezanost varijabli koje karakteriziraju informatičku podršku dijela obrazovnog procesa s uspjehom na kolokvijima i ispitima te analizom varijanci prolaznosti, hipoteza se može smatrati dokazanom, odnosno kako je i prikazano: *Informatička podrška obrazovnim procesima pozitivno utječe na uspješnost procesno organiziranih visokih učilišta iskazanu relevantnom skupinom pokazatelja.*

5.3. Simulacijski model obrazovnih procesa visokog učilišta

Posljednji dio istraživanja naslanja se na rezultate prethodna dva dijela izradom simulacijskog modela koji omogućava optimizaciju ključnih pokazatelja uspješnosti obrazovnih procesa.

5.3.1. Simulacijsko modeliranje poslovnih procesa

Simulacijsko modeliranje je troškovno učinkovita metoda istraživanja „što-ako“ scenarija i pronalaženja rješenja ili boljeg razumijevanja problema (Bosilj Vukšić et al., 2002).

Simulacijski modeli čine posebnu kategoriju simboličkih modela odnosno modela iskazanih različitim simboličkim jezicima (bilo matematičkim, grafičkim ili programskim) (Garača, 2009b). Bitno obilježje simulacije je mogućnost ponavljanja izvođenja simulacije uz mijenjanje ulaznih parametara i praćenje utjecaja promjena na izlazne rezultate (Bosilj Vukšić i Kovačić, 2004).

Nekoliko je karakteristika koje simulacije čine pogodnim za modeliranje poslovnih procesa (Hlupic i Robinson, 1998): Proces se u terminologiji simulacijskog modeliranja odnosi na vremenski uredan slijed međusobno povezanih događaja koji opisuju stanja entiteta koji prolazi kroz sustav, što je usporedivo s protokom entiteta kroz poslovne procese. Nadalje, simulacijski modeli mogu „uhvatiti“ ponašanje i ljudskih i tehničkih resursa u sustavu. Osim toga, simulacijski model se lako

može prilagoditi kako bi pratio promjene u realnom sustavu i kao takvog ga se može koristiti kao alat za podršku odlučivanju u svrhu kontinuiranog poboljšanja procesa.

Simulacija poslovnih procesa je poseban oblik simulacijskog modeliranja koji omogućava (Garača, 2009b): razumijevanje, uspoređivanje, predviđanje ponašanja i učinaka potencijalnih promjena poslovnih procesa ili različitih scenarija njihovog upravljanja kao i upravljanja poslovnim sustavom u cjelini bez interveniranja u realne poslovne procese i remećenja njihovog redovitog, operativnog odvijanja. Ovo posebno područje (engl. *business process simulation*, BPS) može pružiti podršku menadžerskom pristupu promjeni usmjerenoj procesima budući je istaknuta upotreba simulacija ne samo u dizajniranju „to-be“ modela, već i u izgradnji „as-is“ stanja u cilju razumijevanja procesa i mjerenja varijacija pokazatelja performansi (Greasley, 2003).

Simulacija poslovnih procesa omogućava sljedeće tipove analiza (IDS Scheer, 2011): provjeru izvodivosti procesa, procjenu propusnosti procesa uz zadane resurse, procjenu vremena čekanja u procesu, identifikaciju i lokaciju slabih točaka procesa, izračun stupnja iskorištenosti resursa, praćenje kvalitete procesa, lociranje uskih grla, usporedbu varijanti procesa (*benchmark*), otkrivanje potencijala za optimizaciju i sl.

Simulacijsko modeliranje poslovnih procesa realizira se kroz alate za diskretnu simulaciju koja opisuje promjene stanja koje se zbivaju diskontinuirano u vremenu (Bosilj Vukšić i Kovačić, 2004). Većina alata za simulacije diskretnih događaja omogućava modeliranje pomoću grafičkog korisničkog sučelja i to korištenjem ikona za izradu modela (Greasley, 2003).

Hlupic i Robinson (1998) proces razvoja simulacijskih modela poslovnih procesa dijele u nekoliko karakterističnih koraka:

- › Prvi korak „definiranje ciljeva modeliranja“ odnosi se na određivanje ishoda modeliranja i informacija koje model treba dati. Na primjer, cilj može biti procijeniti učinak smanjenja ili izdvajanja određenih zadataka različitim zaposlenicima.
- › U drugom koraku, „odlučivanje o granicama modela“ treba odlučiti koji se procesi (ili dijelovi velikih procesa) trebaju ugraditi u model. To se određuje na temelju važnosti određenih procesa ili potrebe za redizajnom neučinkovitih procesa, te prikladnosti pojedinih postupaka za simuliranje.
- › U fazi „prikupljanja podataka i analize“ treba prikupiti određenu količinu važnih podataka o procesima, obično kroz razgovore sa stručnjacima i osobito s ljudima koji su uključeni u procese, te kroz promatranje i proučavanje dokumentacije o procesima. Prikupljeni podaci se analiziraju primjenom standardnih statističkih postupaka kao što je prilagodba distribucije (engl. *distribution fit*).
- › Naredni korak, „razvoj modela simulacije poslovnog procesa“ se odnosi na razvoj simulacijskog modela pomoću simulacijskog programskog paketa što bi trebalo napraviti kroz iterativni postupak.
- › U fazi „testiranje modela“, nakon svakog iterativnog koraka u razvoju modela, trenutni model treba temeljito testirati korištenjem što više tehnika za verifikaciju i validaciju modela.
- › Nakon otklanjanja značajnih problema počinje faza „eksperimentiranja“. Općenito, u ovoj fazi broj slučajnih pogrešaka treba smanjiti; eksperimenti trebaju uključivati široki spektar alternativa, ali bi trebali biti jednostavni i bez nereálnih pretpostavki; te se treba primijeniti čvrsta statistička analiza.

- › Sljedeći korak odnosi se na „analizu outputa“. Izlazne rezultate dobivene tijekom eksperimentiranja treba analizirati pomoću standardnih statističkih tehnika za procjenu vrijednosti izlaznih varijabli.
- › Konačno, u fazi „preporuke za promjenu poslovnih procesa“ kao osnova za izradu preporuka o promjeni poslovnog procesa koristi se analiza outputa.

5.3.2. Izgradnja simulacijskog modela obrazovnih procesa

Uvažavajući specifičnosti vrste simulacijskog modeliranja, mogućnosti suvremenih simulacijskih alata i postojanje više različitih pravila i preporuka u pogledu koraka simulacije, proces simulacijskog modeliranja Garača (2009b) dijeli na slijedeće faze:

- › planiranje simulacijskog procesa,
- › prikupljanje i analiza podataka,
- › izgradnja simulacijskog modela,
- › verifikacija i ocjena validnosti modela,
- › provođenje eksperimenata,
- › analiza rezultata i donošenje zaključaka.

Kroz navedene korake se predstavlja simulacijski model obrazovnog procesa visokog učilišta u nastavku.

5.3.2.1. Planiranje simulacijskog procesa

Prema Garači (2009b), faza planiranja simulacijskog procesa uključuje tri bitne aktivnosti kojima se određuju njegovi: ciljevi, ograničenja, okvir.

Cilj konkretnog simulacijskog procesa je izraditi model koji će omogućiti izmjeru utjecaja povećanja prolaznosti na pojedinim kolegijima na ključne pokazatelje uspješnosti obrazovnih procesa (stopu odustajanja od studija i rok dovršavanja). U tom smislu može se reći da se radi o analizi potencijalnih mogućnosti.

Namjena simulacijskog modela je višekratna što-ako analiza budući se model, ukoliko dovoljno vjerodostojno prikazuje realni sustav, može koristiti u različitim situacijama na visokom učilištu (kao potpora pri donošenju strateških odluka, simuliranju budućeg sustava, provjeri scenarija i sličnim situacijama).

Bitnih ograničenja u smislu troškova, raspoloživih resursa i tehnologije nema budući je za izradu modela zatražen i odobren *research grant* od proizvođača jednog od najboljih alata za simulacije (ExtendSim 8). Isto tako, nema ograničenja u smislu prikupljanja potrebnih podataka budući se transakcijski podaci o studentima pohranjuju u informacijski sustav visokog učilišta iz kojeg se mogu relativno jednostavno izvesti upitima na bazu podataka.

No, kako bi se model izradio i testirao u realnom roku, ipak je potrebno odrediti okvir odnosno opseg modela u vidu granice modela, razine detaljnosti modela, tipa eksperimenta, sadržaja i forme rezultata.

Određivanje granica modela predstavlja određivanje komponenti, početka i kraja simuliranog procesa, te njegovih veza s okolinom. Model koncipiran prema pravilima studiranja (EFST, 2007) svakako treba sadržavati logiku upisa kolegija prema ECTS bodovima, zatim slušanje nastave (predavanja i vježbi) i polaganje ispita odslušanih kolegija. Sam upis studenata na visoko učilište nije

predmetom izučavanja pa kao komponenta nije ni uključen u model. Promatra se jedna generacija preddiplomskog studija kroz 5 godina koja treba upisati i položiti 180 ECTS bodova (redoviti studenti u svakoj akademskoj godini upisuju 60 ECTS bodova). Ispit iz istog predmeta može se polagati najviše četiri puta. Student koji četvrti put nije položio ispit iz istog predmeta obavezan je u idućoj godini ponovno upisati taj predmet. Ako ispit ne položi do upisa naredne akademske godine gubi pravo studiranja na preddiplomskom studiju. Ponovljene predmete student može upisati samo jednom.

Izlaz iz sustava može biti dvojak - dovršavanje studija odnosno ispunjavanje uvjeta ili ispisivanje odnosno odustajanje (engl. *drop out*) ukoliko određeni kolegij nije položen u dvije akademske godine. Isto tako, redoviti student koji upisuje ponovljene predmete treba dovršiti preddiplomski studij u roku od pet godina, a ukoliko ne završi studij u tom roku, prestaje mu status studenta na Fakultetu.

Dakle, u obzir se uzimaju samo one komponente koje su neposredno u funkciji ostvarivanja cilja simuliranog procesa (upis kolegija, slušanje nastave i polaganje ispita), čime su posredno određene granice modela.

Razina detaljnosti određuje i veličinu i složenost modela. Određeni elementi procesa su apstrahirani pa tako modelom nije predviđeno evidentiranje potpisa kojim se evidentira izvršavanje svih obaveza predviđenih izvedbenim planom pojedinog kolegija. Isto tako, neće se modelirati veza između određenih kolegija prema kojoj studenti nemaju pravo polagati određene kolegije ukoliko prethodno nisu položili s njima povezane iz ranijih godina. Model ne uključuje prijavu/odjavu ispita ni ocjene postignute na ispitima već evidentira samo polaganje – pad ili prolaz ispita (prema dostupnim podacima o prolaznosti). Zbog jednostavnosti i univerzalnosti, kolegiji su nazvani generičkim imenima (Predmet 01 do Predmet 30) i svi nose po 6 ECTS bodova. Previše detalja može model učiniti pretjerano kompleksnim i teškim za modeliranje.

Tip eksperimenta određuje se preko broja i prirode alternativa koje treba istražiti. Alternativa verificiranom simulacijskom modelu će se tražiti prema gore postavljenom cilju - prema atributima prolaznosti na ispitima pa u tu svrhu ne treba inzistirati na izgradnji što fleksibilnijeg modela za zahtjevnije promjene u modelu.

Rezultati simulacijskog modeliranja su u pravilu statističke prirode, pa tako i u ovom slučaju, a razlikuju se po stupnju detaljnosti odnosno agregiranosti. Kako se podaci o prolaznosti na nivou visokog učilišta uglavnom gledaju u postocima tako će prikladna forma rezultata biti upravo agregirana vrijednost kakve daje većina simulacijskih alata, a prikladna je konkretnoj namjeni simulacijskog modela.

5.3.2.2. Prikupljanje i analiza podataka

Prikupljanje podataka je orijentirano ciljevima simulacijskog procesa pa se stoga informacijski zahtjevi odnose na transakcijske podatke o studentima odnosno prolaznosti ispita, stopi dovršavanja i odustajanja od studija, koji su pohranjeni u Informacijskom Sustavu Ekonomskog Fakulteta (ISEF-a) i to samostalnom podsustavu ISEF_SS (studentska služba). Radi se o aplikativnom softveru koji podatke sprema u Sybase bazu podataka. Ključna tablica za provođenje analize je tablica ISPIT koja sadrži podatke o polaganju ispita, a iz koje su podaci dohvaćeni direktnim upitom.

Podaci vezani za vrijeme odnosno mogući rok trajanja studija, ECTS bodove i slični prikupljeni su prema dostupnim pravilnicima o preddiplomskom studiju. Razlučene su ulazne i izlazne varijable

koje se uglavnom odnose na prolaznost na ispitima, a koristit će se u samom modelu, ali i za validaciju modela.

Ulazne varijable određuju kako model funkcionira i u središtu su pozornosti prikupljanja podataka (uprosječeni podaci o prolaznosti po godinama studija) dok izlazne varijable opisuju kako sustav reagira na određeni skup ulaznih varijabli i predstavljaju rezultat simulacije koji se uspoređuje s podacima iz realnog sustava.

5.3.2.3. Izgradnja simulacijskog modela

U prvoj fazi stvaranja simulacijskog modela izrađen je mentalni model koji ustvari predstavlja model vrlo visokog stupnja apstrakcije, male detaljnosti i formaliziranosti. Ta skica je predstavljala osnovnu ideju odnosno osnovne elemente budućeg simulacijskog modela i približni redosljed izvođenja kako je predstavljeno ranije u poglavlju o planiranju simulacijskog procesa.

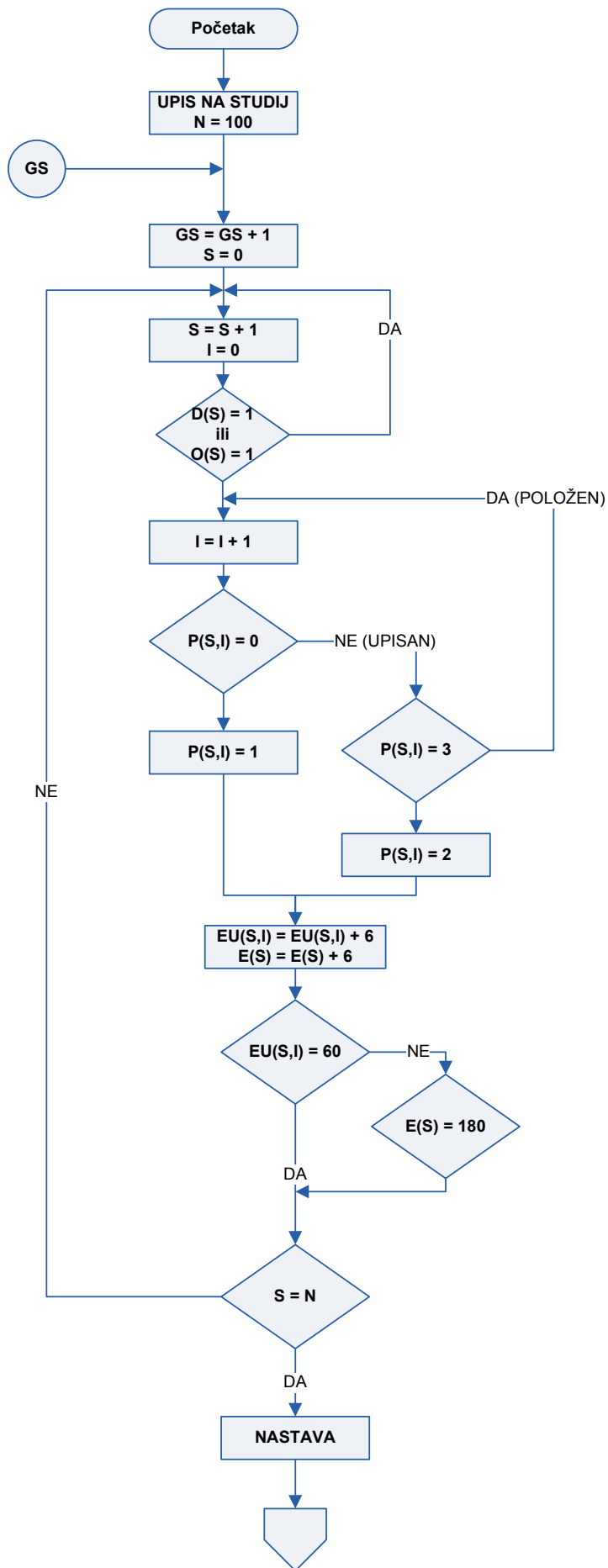
Potom se pristupilo izradi pomoćnog odnosno konceptualnog modela čiji je smisao iskazati simulacijski model kako bi se provjerila njegova logička ispravnost i pripremila olakšana izrada računalnog modela. Model prikazuje Slika 71.

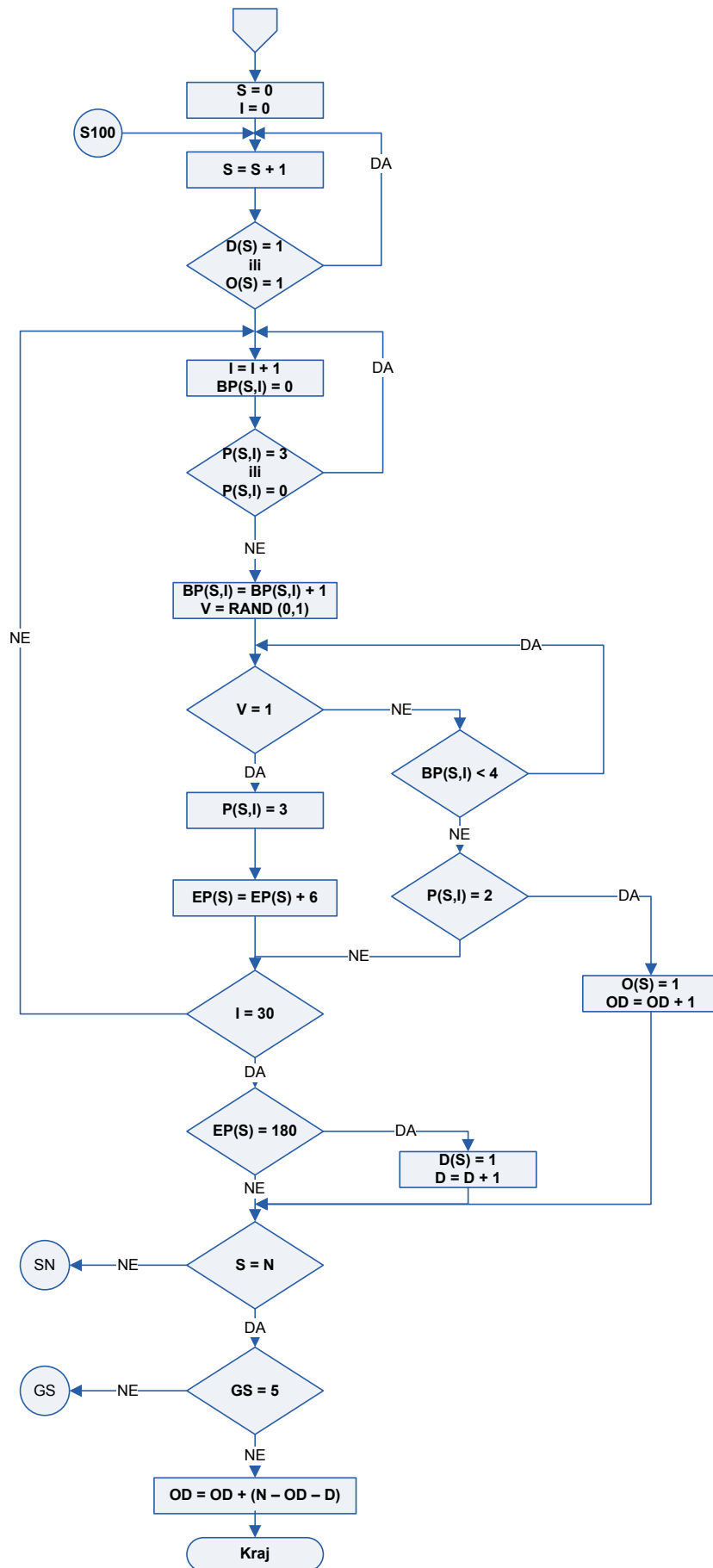
Prema konceptualnom modelu izrađen je računalni simulacijski model odnosno računalni program koji omogućava provođenje simulacije na ExtendSim 8 platformi. Izgradnja simulacijskog modela je po sebi iterativan proces - model ne mora u samom početku uključivati sve detalje, već se oni mogu uključivati u model ovisno o stupnju gotovosti modela (Garača, 2009b).

Radi lakšeg uočavanja i ispravljanja pogrešaka, najprije je izrađen model s ograničenim setom blokova (upis 10 kolegija i polaganje pripadajućih ispita) koji je postupno nadograđen na konačnih 30 kolegija i složenijom logikom modela.

Za izradu modela korišteno je 15 različitih blokova ExtendSim 8 alata (Tablica 72). Pored blokova *create* i *exit* te onih koji postavljaju vrijednosti atributa, kontroliraju status ili predstavljaju red čekanja korišteni su i moduli koji daju output odnosno numeričke ili grafičke informacije (prikazani narančastim rubom) koje mogu služiti za verifikaciju modela i predstavljaju rezultat simulacije.








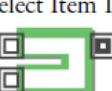


Konačan računalni simulacijski model čini nešto više od 1200 blokova.





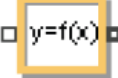





Slika 71. Konceptualni model kao osnov za izgradnju simulacijskog modela

Tablica 72. Prikaz korištenih blokova ExtendSim 8 platforme (prema: ExtendSim 8, 2010)

Ikona bloka	Opis bloka
<p>Executive</p> 	<p>Ovaj blok treba biti postavljen na početku i to lijevo od ostalih blokova u modelima diskretne simulacije. Radi raspoređivanja događaja i omogućava kontrolu simulacije, alokaciju stavki (predmeta simulacije), upravljanje atributima i drugim postavkama modela diskretnih simulacija.</p>
<p>Create</p> 	<p>Blok osigurava stavke ili vrijednosti za simulacije diskretnih događaja prema podešenim intervalima i količinama. Moguće je odabrati distribuciju ili određeni raspored za dolazak/kreiranje stavki ili vrijednosti u modelu.</p>
<p>Exit</p> 	<p>Prosljeđuje stavke iz simulacije. Ukupan broj stavki koje "prolaze" odnosno koje apsorbira ovaj blok je prikazan kroz dijalog bloka i dostupan kroz priključak koji daje vrijednosti izlaza.</p>
<p>Get</p> 	<p>Blok prikazuje i kao izlaz daje neko(a) svojstva stavki koje kroz njega prolaze. Vrijednost svojstva odnosno atributa je prikazana kroz dijalog bloka i dostupna kroz priključak koji daje vrijednosti izlaza. Može se odrediti više različitih atributa i više izlaznih priključaka.</p>
<p>Set</p> 	<p>Postavlja attribute za svaku stavku koja prolazi kroz blok bez obzira dolaze li stavke s određenom vrijednosti kroz ulazne priključke, ili se vrijednost postavlja kroz dijalog ili prema podacima u bazama podataka.</p>
<p>Queue</p> 	<p>Ovaj blok drži stavke u redu i propušta ih prema odabranom algoritmu kao što je vrijednost atributa, <i>First in first out</i>, <i>Last in first out</i> ili neka prioriteta vrijednost. Opcije uključuju i postavljanje vremena čekanja (međe biti bilo koja nenegativna vrijednost, uključujući i nulu).</p>
<p>Activity</p> 	<p>Drži jednu ili više stavki i prosljeđuje ih na osnovu vremena obrade i vremena dolaska za svaku stavku.</p>
<p>Select Item In</p> 	<p>Odabire stavke iz jednog ulaza koji postaje izlaz temeljem odluke.</p>
<p>Select Item Out</p> 	<p>Odabire na koji se izlazni priključak prosljeđuje koja stavka na osnovu odluke ili vrijednosti atributa.</p>
<p>History</p> 	<p>Prati i prikazuje informacije o stavkama koje prolaze kroz njega. Može se odrediti koja svojstva odnosno atributi će se prikazati o stavkama. Svojstva mogu biti atributi stavki, vrijednosti prioriteta ili druge skrivene vrijednosti koje su dostupne o stavkama.</p>

	<p>Throw Item</p> <p>Ovaj blok "baca" stavke bloku <i>Catch</i> bez upotrebe veza (iscrtanih pomoću linija). Više blokova može slati stavke istom <i>Catch</i> bloku. Može se koristiti i umjesto <i>Combine</i> blokova, čak i ako blokovi nisu unutar istog hijerarhijskog bloka.</p>
	<p>Catch Item</p> <p>Ovaj blok "hvata" stavke koje šalje(u) <i>Throw</i> blok(ovi) bez korištenja iscrtanih veza.</p>
	<p>Random Number</p> <p>Slučajno generira cijele ili realne brojeve na temelju odabrane distribucije. Može se odabrati tip distribucije ili koristiti tablicu za definiranje empirijski ustanovljene distribucije. Empirijska raspodjela koristi tablice za generiranje diskretnih, nizanih ili interpoliranih distribucija.</p>
	<p>Decision</p> <p>Blok donosi odluku i kao izlaz daje TRUE ili FALSE vrijednosti na temelju ulaza i definirane logike. Dijalog omogućuje obavljanje sljedećih testova u odnosu na varijablu B: veće od, veće ili jednako od, jednako, manje od, manje ili jednako od, te nije jednako.</p>
	<p>Equation</p> <p>Kao output daje rezultat jednadžbe izrađene i prikazane u dijalogu. Mogu se koristiti ugrađeni operatori, funkcije, te neke ili sve ulazne vrijednosti kao dio jednadžbi. Jednadžbe mogu imati bilo koji broj ulaza i bilo koji broj izlaza.</p>
	<p>Plotter, Discrete Event</p> <p>Blok daje grafičke prikaze i tablice podataka za do četiri vrijednosti inputa u modelima diskretnih simulacija. U tablici i na dijagramu se bilježe vrijednosti i vrijeme kada je vrijednost zabilježena. U dijaloškom okviru se može odrediti hoće li se na dijagramu prikazati sve vrijednosti ili samo kada se mijenjaju.</p>

Izgled računalnog simulacijskog modela opisan je i prikazan je u nastavku. Model je izrađen u tri hijerarhijske razine. Osnovni model prikazuje Slika 72. Drugi nivo čine hijerarhijski blokovi Upis predmeta (Slika 73) i Polaganje ispita (Slika 74), svaki s po 30 kolegija. Treću razinu predstavljaju modeli upisa i ispita po predmetu (ukupno 60 modela).

Svaki upis kolegija odvija se istom logikom (Slika 75), isto kao i polaganje ispita (Slika 76) pa se prikazuje samo po jedan (prvi) model treće hijerarhijske razine za prikaz logike upisa i ispita. Prema terminima ExtendSim-a, stavka modela (engl. *item*) je student.

Po „kreiranju“ stavke u početnom trenutku simulacije, studentu se prema empirijskoj distribuciji dodjeljuje rang (1, 2 ili 3) kako bi se simulirale različite kategorije uspješnosti studenata koji realno imaju različite vjerojatnosti prolaska na ispitu.

Aktivnosti modela se nastavljaju postavljanjem atributa Godina studija, Broj upisanih ECTS kredita i ECTS u godini na vrijednost 0. Potom se Godina studija inkrementira za 1 prije upisa predmeta kako bi se označio početak akademske godine.

U ovisnosti o Godini studija student se upućuje na upis predmeta koje smije upisati - u prve dvije godine to su predmeti prve i druge godine studija, u trećoj godini studija predmeti prve, druge i treće, u četvrtoj druge i treće, a u petoj i šestoj treće godine studija.

Unutar bloka Upis predmeta, studentu se u svakom pojedinom bloku koji predstavlja predmet (od P01 do P30) najprije dohvaća vrijednost atributa koji označava status predmeta. Status može biti:

- > 0 – predmet nije upisan,

- > 1 – predmet je upisan,
- > 2 – student ponavlja predmet i
- > 3 – predmet je položen.

Blok Kontrola statusa predmeta prosljeđuje studenta prema upisu 6 ECTS bodova u slučaju da kolegij nije upisan ili se ponavlja i to dodavanjem na postojeći broj upisanih ECTS bodova. Ukoliko je upisano dovoljno ECTS kredita (60), a to se provjerava u bloku Kontrola ECTS-a, student se prosljeđuje na izlaz iz hijerarhijskog bloka Upis predmeta.

U slučaju da je student položio kolegij prosljeđuje se na upis odnosno provjeru upisa drugog kolegija, a ako je student dva puta upisao kolegij, a nije ga položio prosljeđuje ga se na Ispis odnosno Odustajanje od studija.

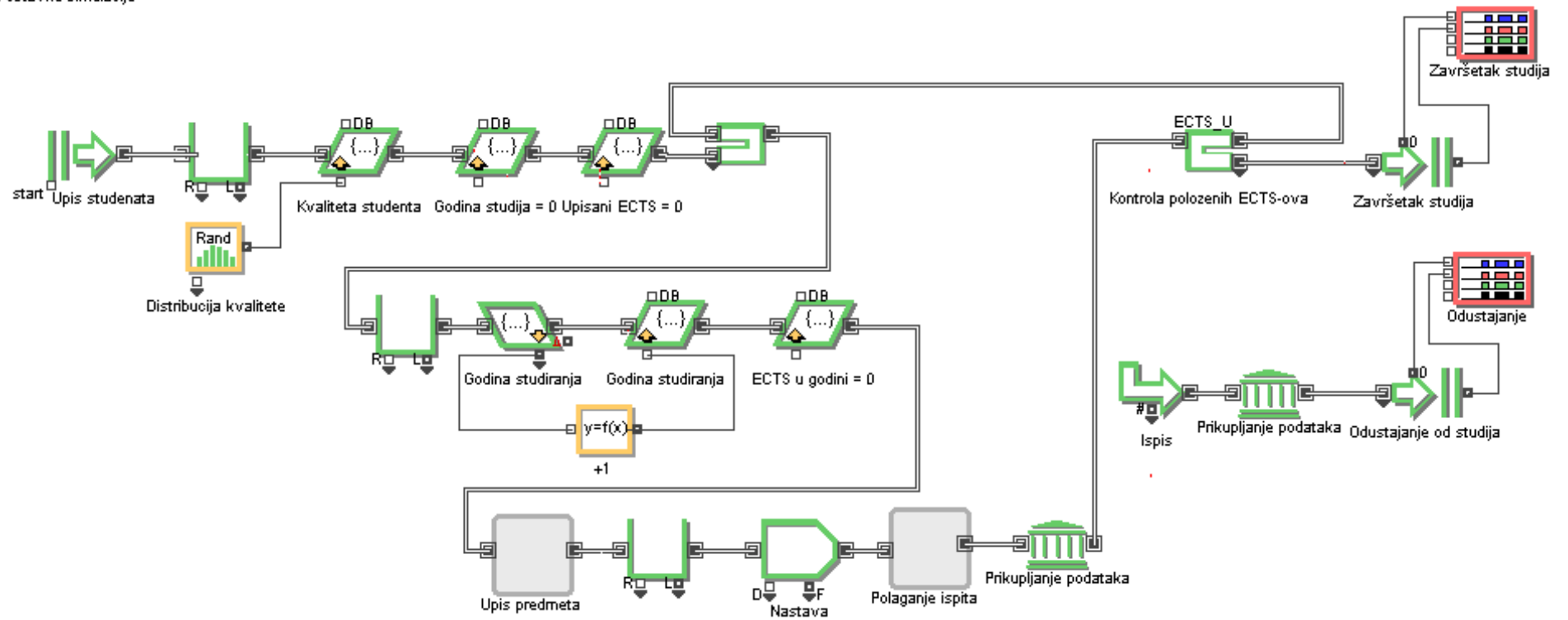
Po izlasku iz hijerarhijskog bloka Upis predmeta, student čeka godinu dana (engl. *delay*) u bloku Nastava, a zatim se prosljeđuje u hijerarhijski blok Ispiti.

Svaki od 30 kolegija započinje kontrolom godine studija i statusa kolegija (realizirano na način predstavljen gore). Ako predmet nije upisan ili je položen student nastavlja dalje prema ostalim blokovima koji predstavljaju ispite. Ako je predmet upisan (bez obzira prvi ili drugi put) prema vjerojatnosti prolaska, a ovisno o kvaliteti studenta, studentu se postavlja atribut koji označava predmet (npr. P1_01) na vrijednost 3 što predstavlja prolaz na ispitu. Isto tako, vrijednost položenih ECTS-ova se povećava za 6. No u slučaju da student ne položi ispit inkrementira se atribut Broj polaganja, a tada se vraća još jedan, dva ili tri puta na blok Prolaznost čime se predstavlja polaganje u četiri roka. Ukoliko student nije položio ispit na 4 roka, a oznaka statusa predmeta je 2, to jest ponavlja isti predmet drugu godinu, prosljeđuje ga se na Ispis odnosno Odustajanje od studija.

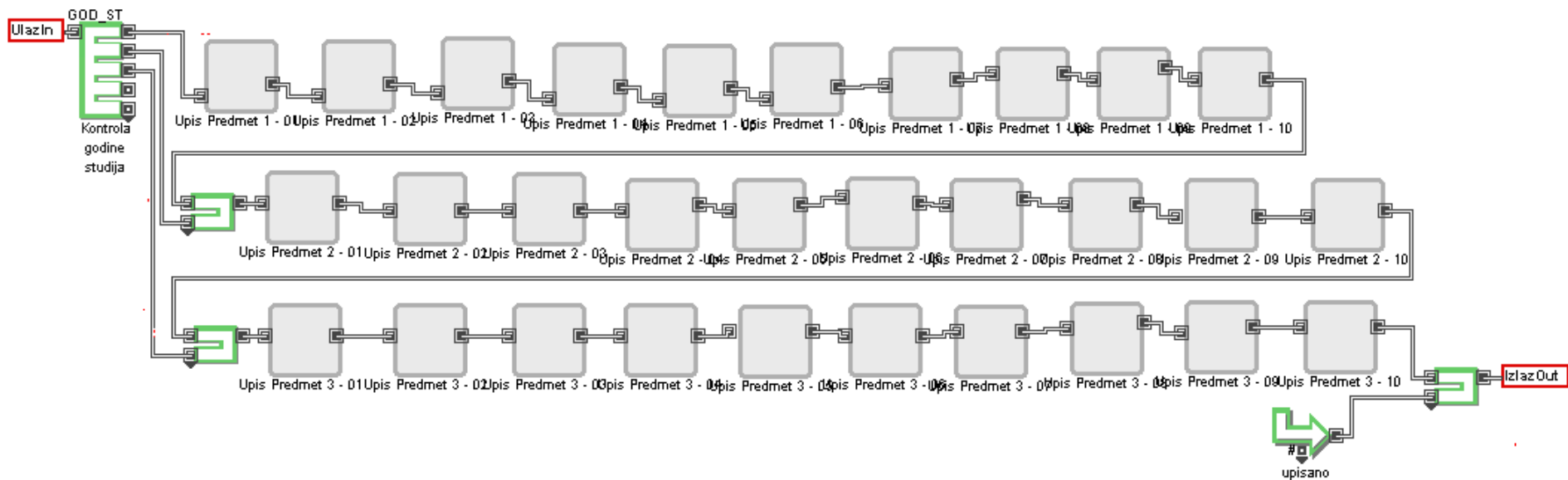
Studentima koji su ispit pali, a imaju pravo ponavljanja i onima koji su ga prošli, izlaskom iz bloka Ispiti provjeravaju se položeni ECTS-ovi. Ako je taj broj 180 student izlazi iz sustava kroz blok Završetak studija, a ako je manji od 180 povećava mu se godina studija i ponavlja upis i polaganje predmeta kako je gore opisano.



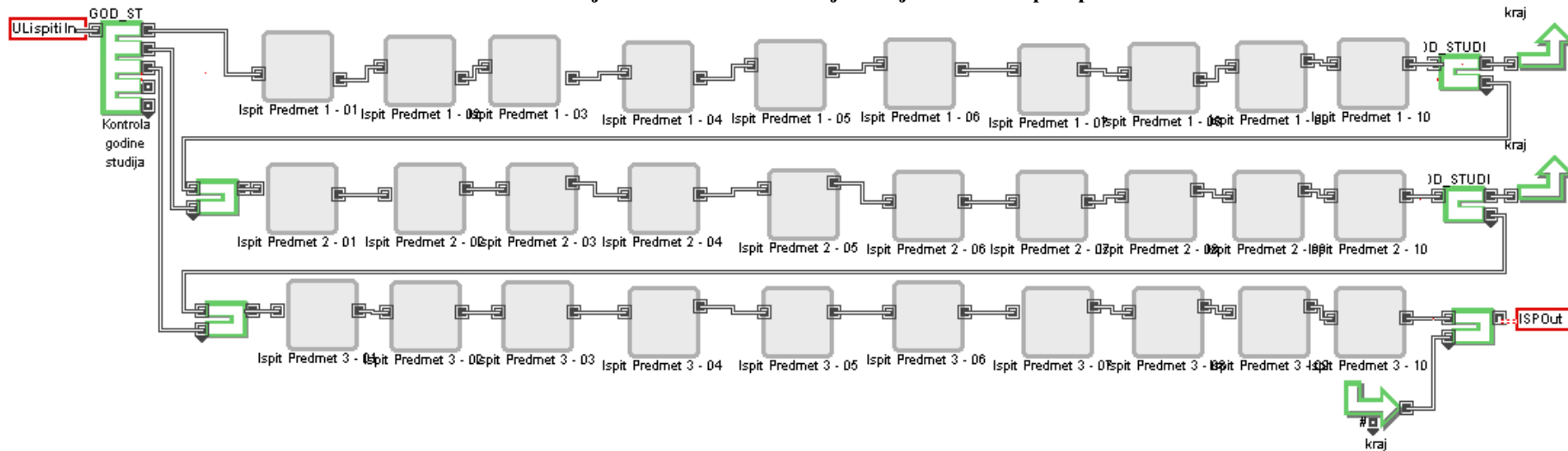
Postavke simulacije



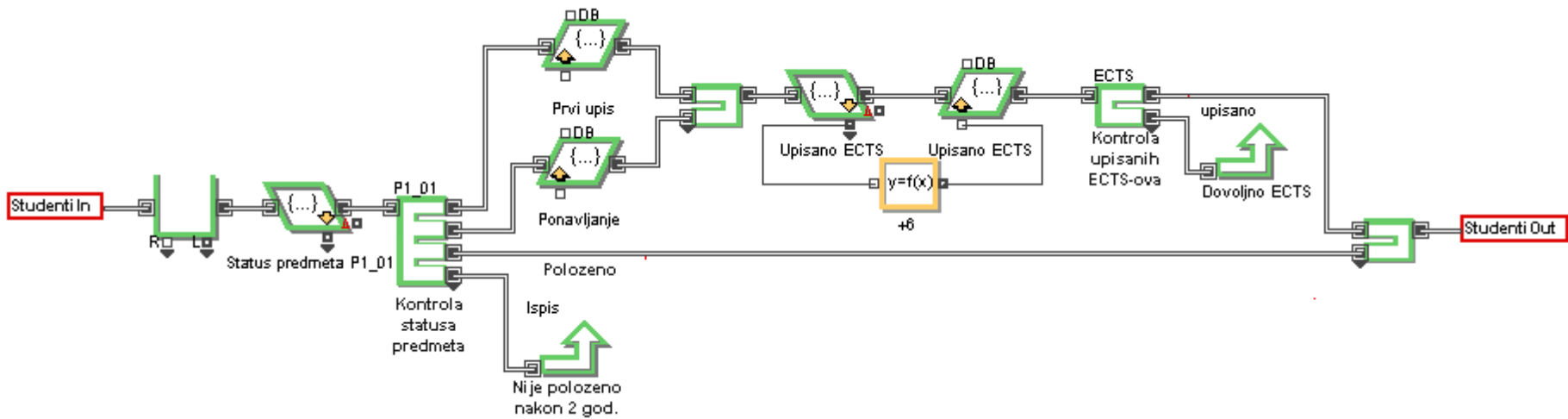
Slika 72. Simulacijski model - Razina 1: osnovni model



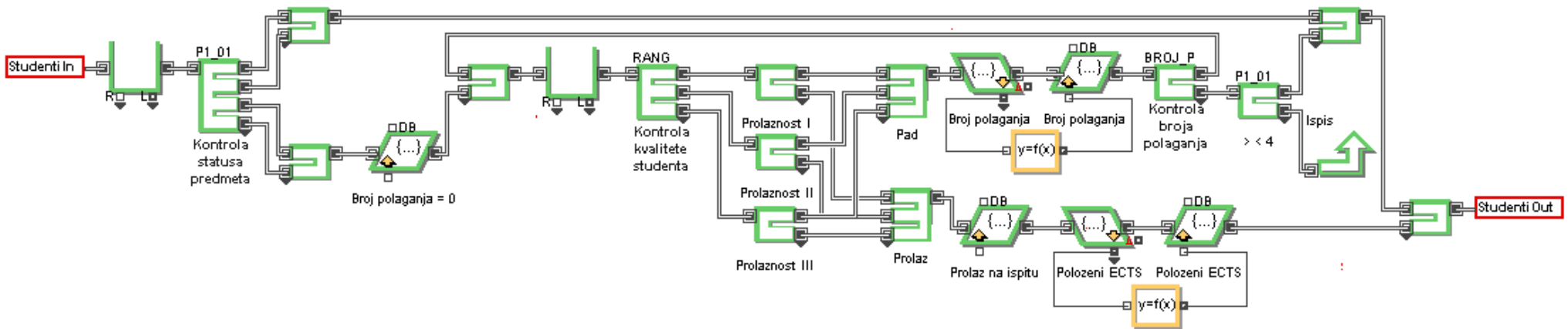
Slika 73. Simulacijski model - Razina 2: hijerarhijski blokovi upisa predmeta



Slika 74. Simulacijski model - Razina 2: hijerarhijski blokovi ispita



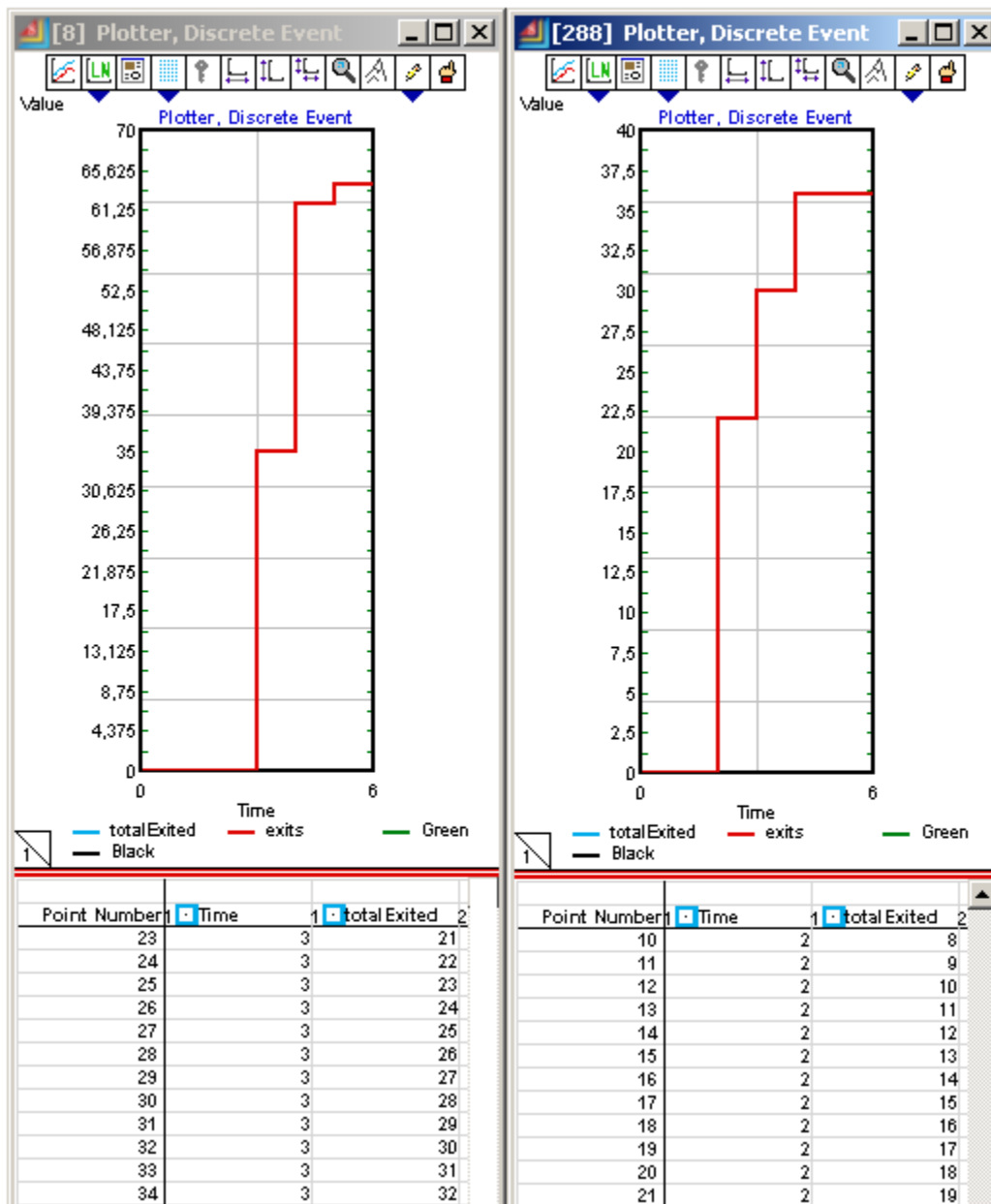
Slika 75. Simulacijski model - Razina 3: model upisa predmeta



Slika 76. Simulacijski model - Razina 3: model ispita

5.3.2.4. Verifikacija i ocjena validnosti modela

Verifikacija simulacijskog modela je postupak u kome se utvrđuje ponaša li se simulacijski model onako kako je očekivano (Garača, 2009b). Verifikacija je rađena iterativno, po svakom pokretanju simulacije provjeravao se rezultat odnosno output simulacije. Rezultat simulacijskog procesa iscrtava se kroz blok Plotter, a primjer rezultata jednog simulacijskog eksperimenta za 100 studenata prikazuje Slika 77. S lijeve strane se nalaze podaci o završavanju studija, a s desne o odustajanju od studija u pojedinim vremenskim točkama (po godinama) kumulativno.



Slika 77. Rezultat simulacijskog eksperimenta iscrtan pomoću bloka Plotter

Vrlo korisna je ugrađena mogućnost programa ExtendSim 8 prikaza animacije za trajanja simulacije. Na taj način omogućeno je provjeravanje ispravnosti tijekom simulacije (polaže li student možda predmet koji nije upisao, polaže li ga više puta nego što bi trebao i slična pitanja). U sličnu svrhu poslužio je blok History koji omogućuje pregled vrijednosti postavljenih atributa (Godina

studija, Položeni ECTS, statusi predmeta...) za svakog pojedinog studenta. Model je verificiran i prema gore opisanom postupku i podacima o prolaznosti simulira pravila preddiplomskog studija Ekonomskog fakulteta u Splitu.

Osim verifikacije, model treba i validirati odnosno provjeriti (ibid): vjernost kojom model odražava simulirani sustav; kvalitetu izgleda modela; zadovoljenje planirane uporabe modela i upotrebu rezultata simulacije. Provjera upotrebljivosti modela odnosno usporedba simuliranih rezultata s rezultatima stvarnog sustava napravljena je po dovršetku i provjeri ispravnosti modela. Stvarni podaci su prikupljeni iz ISEF sustava za akademsku godinu 2006/2007 (Tablica 73) budući ove akademske godine studij završavaju ili od njega odustaju studenti za koje je moguće pratiti podatke za svih pet akademskih godina od godine upisa.

Tablica 73. Podaci korišteni za validaciju rezultata simulacijskog modela

Generacija 2006/2007		Završili studij		Odustali od studija	
Akadska godina	Upisali godinu	Broj	Postotak	Broj	Postotak
2006/2007 (1. upis)	510				
2007/2008	468			160	31,37%
2008/2009	331	171	33,53%	39	7,65%
2009/2010	144	100	19,61%	28	5,49%
2010/2011	12	12	2,35%		
Ukupno		283	55,49%	227	44,51%

Budući simulacijski model sadrži niz uprosječenih parametara (vjerojatnost prolaska na ispitima određene godine studija je ista za sve kolegije te godine, ali se razlikuje za tri tipa studenata), moguće je odstupanje u rezultatima simulacije. Stoga su prije usporedbe pokrenute tri simulacije (rezultate simulacija prikazuje Tablica 74), od kojih svaka simulira period od šest godina za 100 studenata prema istim vjerojatnostima prolaska ispita na sva četiri ispitna roka i to za:

- > Studente tipa A (30% populacije) – 1. godina 60%, 2. godina 70% i 3. godina 80%;
- > Studente tipa B (60% populacije) – 1. godina 29%, 2. godina 31% i 3. godina 38%;
- > Studente tipa C (10% populacije) – 1. godina 5%, 2. godina 5% i 3. godina 5%.

Tablica 74. Rezultati tri simulacije korišteni za usporedbu s realnim podacima

	Završavanje studija (na 100 studenata)			Odustajanje od studija (na 100 studenata)		
	nakon 3. god	nakon 4. god	nakon 5. god	nakon 2. god	nakon 3. god	nakon 4. god
1. simulacija	34	15	5	29	11	6
2. simulacija	32	17	7	36	3	5
3. simulacija	31	20	2	29	10	8

Prema podacima sve tri simulacije izrađena je projekcija za 300 studenata ekvivalentna prikazu koji daje Tablica 73. Prema projiciranim podacima (Tablica 75), postotak studenata koji završavaju studij (54,33%) je gotovo identičan stvarnim podacima (55,49%), i ekvivalentno - onih koji od studija odustanu (45,67% u odnosu na 44,51%). Prema tome, može se tvrditi da model vjerno odražava simulirani sustav i slijedno tome, model se može koristiti u svrhu simulacijskog eksperimentiranja.

Tablica 75. Projekcija podataka o završavanju i odustajanju od studija prema simulacijskim podacima

Akademska godina	Upisali godinu	Završili studij		Odustali od studija	
		Broj	Postotak	Broj	Postotak
X (1.upis)	300				
X+1				94	31,33%
X+2		97	32,33%	24	8,00%
X+3		52	17,33%	19	6,33%
X+4		14	4,67%		
Ukupno		163	54,33%	137	45,67%

5.3.3. Provođenje simulacijskog eksperimenta

Provođenje eksperimenata je suština primjene simulacijskog modeliranja s ciljem dobivanja potrebnih informacija o relevantnim i najčešće dinamičkim karakteristikama modeliranog sustava (Garača, 2009b) i to kako bi se utvrdio utjecaj pojedinačnih faktora i njihovih kombinacija na ponašanje modeliranog sustava. Ti faktori mogu biti ulazne veličine sustava ili struktura samog sustava.

Scenarij predstavljen u nastavku djeluje samo na veličine sustava, a ne i na samu strukturu.

5.3.3.1. Scenarij povećanja prolaznosti na ispitima

U poglavlju 5.2 Povezanost informatičke podrške i uspješnosti obrazovnih procesa utvrđena je povezanost podržanosti obrazovnih procesa informatičkom tehnologijom. Ukoliko bi se slični efekti postigli i na ostalim kolegijima pretpostavka je da bi se prolaznost na ispitima povećala i samim time bi od studija odustao manji broj studenata. Simulacijski model omogućava provjeru ove teze.

Kako na svim kolegijima nije moguće relativno jednostavno implementirati testove za samoprocjenu znanja u simulacijski eksperiment se ide s pretpostavkom da je to moguće za polovicu predmeta. Isto tako, realno je očekivati da se prolaznost "dobrih" studenata (30% populacije) i onih "loših" (10% populacije) neće značajno promijeniti. Tako ima smisla testirati što bi za cjelokupni sustav značilo relativno malo povećanje prolaznosti (3%) na polovici predmeta i to za najveći dio populacije koje bi se potaklo na učenje testovima za samoprocjenu.

Pokrenute su tri simulacije prema ovim ulaznim podacima (rezultate simulacija prikazuje Tablica 74), od kojih svaka simulira period od šest godina za 100 studenata prema vjerojatnostima prolaska ispita na sva četiri ispitna roka i to za:

- > Studente tipa A (30% populacije) – 1. godina 60%, 2. godina 70% i 3. godina 80%;

- > Studente tipa B (60% populacije; 15 predmeta) – 1. godina 29%, 2. godina 31% i 3. godina 38%;
- > Studente tipa B (60% populacije; 15 predmeta) – 1. godina 32%, 2. godina 34% i 3. godina 41% i
- > Studente tipa C (10% populacije) – 1. godina 5%, 2. godina 5% i 3. godina 5%.

Tablica 76. Rezultati tri simulacije korišteni za usporedbu s realnim podacima

	Završavanje studija (na 100 studenata)			Odustajanje od studija (na 100 studenata)		
	nakon 3. god	nakon 4. god	nakon 5. god	nakon 2. god	nakon 3. god	nakon 4. god
1. simulacija	38	23	4	24	5	6
2. simulacija	39	19	6	21	7	8
3. simulacija	37	24	2	28	5	4

Prema podacima sve tri simulacije izrađena je projekcija za 300 studenata ekvivalentna prikazu koji daje Tablica 73. Prema projiciranim podacima (Tablica 75), postotak studenata koji završavaju studij (64,00%) je bitno bolji od trenutnih podataka (55,49% realno, 54,33% simulirano) i ekvivalentno - bitno je manji broj onih koji od studija odustaju (36,00% u odnosu na 44,51% realno i 45,67% simulirano).

Tablica 77. Projekcija podataka o završavanju i odustajanju od studija prema simulacijskim podacima

		Završili studij		Odustali od studija	
Akadska godina	Upisali godinu	Broj	Postotak	Broj	Postotak
X (1.upis)	300				
X+1				73	24,33%
X+2		114	38,00%	17	5,67%
X+3		66	22,00%	18	6,00%
X+4		12	4,00%		
Ukupno		192	64,00%	108	36,00%

5.3.3.2. Analiza rezultata simulacijskog eksperimenta

Analiza rezultata simulacijskog modeliranja je način donošenja zaključaka o simuliranom sustavu (Garača, 2009b). Rezultati simulacije koji uključuju slučajne varijable imaju rezultati koji imaju svojstvo slučajnih varijabli i predstavljaju samo neke od mogućih vrijednosti. Stoga je bitno obaviti više simulacijskih eksperimenata, a dobivene rezultate statistički obraditi da bi bili valjana osnova za donošenje zaključaka.

Ranije je prikazano kako je model verificiran i prema opisanom postupku i podacima o prolaznosti simulira pravila preddiplomskog studija Ekonomskog fakulteta u Splitu. Isto tako rezultati

simulacija ukazuju na to da model vjerno odražava simulirani sustav i slijedno tome, ga se može koristiti u svrhu simulacijskog eksperimentiranja.

Prema ranijim podacima o vezi informatičke tehnologije i procjene znanja testovima za samoprocjenu kroz sustav za e-učenje i uspješnosti obrazovnih procesa, simulacijski eksperiment istražuje efekt povećanja prolaznosti studija. Kako se ne može očekivati implementacija testova za samoprocjenu znanja na svim kolegijima simulacijski eksperiment istražuje efekt povećanja prolaznosti na polovici predmeta i to za najveću skupinu studenata. Za cjelokupni sustav relativno malo povećanje prolaznosti (3%) na polovici predmeta za 60% populacije ipak ima snažan efekt - prema projiciranim podacima postotak studenata koji završavaju studij (64,00%) je bitno bolji od trenutnih podataka (55,49% realno, 54,33% simulirano) i ekvivalentno - bitno je manji broj onih koji od studija odustaju (36,00% u odnosu na 44,51% realno i 45,67% simulirano).