

■ Razvoj modela sistemske dinamike investiranja in donosnosti kapitala v organizaciji in realizacija v obliki spletne aplikacije

¹Damijan Kozina, ²Davorin Kofjač, ³Andrej Škraba

¹UniCredit banka Slovenije, d. d., Tržaška c. 19, 1000 Ljubljana

^{2,3}Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva cesta 55a, 4000 Kranj

Izvleček

Prispevek obravnava vpliv stopnje investiranja in zadolževanja posamezne organizacije na njeno finančno stanje s pomočjo simulacijskega modela, razvitega v jeziku javascript. Ustrezno razmerje med investiranjem in zadolženostjo pomembno prispeva k trajnostnemu razvoju organizacije in poslovnega okolja. Obravnavanih je več možnih simulacijskih scenarijev. Prevelika zadolženost zavira gospodarsko rast, po drugi strani pa premajhna stopnja investiranja tudi ne zagotavlja ustreznega napredka. Z razvitim modelom lahko kvantitativno podpremo strategijo organizacije za uspešno delovanje na dolgi rok. Razvit je bil delujoč simulacijski model, ki upošteva stopnjo investiranja in zadolževanja v obravnavani organizaciji in prikaže rezultate simulacije. Opredeljeni so ustrezni vhodni parametri modela, ki zagotavljajo kar najboljši rezultat za posamezno organizacijo. Uporabljena je metodologija sistemske dinamike z obravnavo ključnih povratnih zank. Izdelan je simulacijski model, podprt z aplikacijo, ki je testirana z uporabo testnih primerov in vključenimi različnimi scenariji. Simulacijski model je izdelan z orodjem Powersim ter realiziran s programskim jezikom javascript/ECMAScript; dostopen je na svetovnem spletu.

Ključne besede: sistemska dinamika, model dinamike razvoja, JavaScript, ECMAScript, spletna simulacija.

Abstract

Development of System Dynamics Model of Investment and Return on Equity in Organizations and Realization of Web Simulation Application

This paper describes the relation between investments and debt and its influence on the financial state of an organization. The simulation model was developed and realized in JavaScript. The suitable ratio between the investment and debt contributes to the sustainable development of an organization and the business environment. Several simulation scenarios are considered. High debt hinders company growth; however, insufficient investments cannot guarantee proper progress. Via the developed model, a particular strategy could be quantitatively determined for long-term sustainable organizational progress. A simulation model was developed, which considers the investments and debt and provides for the analysis of results. Input parameters of the model were determined, which provide the best result for individual organizations. The System Dynamics method was applied, taking into account major feedback loops. The simulation model was developed using a web user interface which was tested by stating several simulation scenarios. The simulation model was first developed in Powersim and then migrated to JavaScript/ECMAScript. The model can be accessed via World Wide Web.

Keywords: System Dynamics, JavaScript, ECMAScript, web simulation.

1 UVOD

Pomen ustreznega razmerja med zadolženostjo in kapitalom je v zadnjem času precej pomemben ne le na ravni organizacij, temveč tudi na ravni nacionalnih ekonomij, v katerih se srečamo z dolžniškimi krizami (Islandija, Grčija idr.).

Prispevek obravnava vpliv stopnje investiranja in zadolževanja za obravnavani poslovni subjekt, ki je lahko podjetje, posameznik ali država (narodno gospodarstvo).

S pomočjo sistemske dinamike želimo razviti model, ki bo omogočal analizo interakcij ključnih pozitivnih povratnih zank in vpliv neustreznega vlaganja v kapitalne investicije, ki ima lahko vzrok v korupciji, na učinkovitost celotnega sistema. Poleg tega želimo model razviti s pomočjo spletnih tehnologij, da bi bilo moč zagotoviti dostopnost za potrebe informiranosti in izobraževanja.

Pomembno je, da določimo ustrezno kombinacijo med investiranjem v nove projekte in zadolževanjem. Pri tem predpostavljamo, da je z ustreznim modelom mogoče ugotoviti tako razmerje med investiranjem in zadolževanjem v posamezni organizaciji, ki zagotavlja stabilno finančno stanje in rast. Z modelom podpremo strategijo podjetja pri investiranju v nove projekte in zagotavljamo večjo uspešnost načrtanega plana ter uspešno delovanje organizacije na dolgi rok. Razviti model je uporaben za vsak subjekt, tako za posameznika, malo ali veliko podjetje kot za državo. Pereč problem pri investicijah je korupcija, ki jo prav tako obravnava razviti model.

Z modelom in pristopom želimo predvsem opisati interakcijo med pozitivnima zankama investicij in zadolževanja ter izpostaviti pomembnost vzdrževanja občutljivega razmerja med količniki, ki vplivajo na odziv celotnega sistema.

Razviti model predstavlja poenostavljeno strukturo investicij in zadolževanja. Pri tem upoštevamo le ključne dejavnike, tako npr. ni vključen mehanizem inflacije. Model vsebuje količnik korupcije, s katerim bomo predpostavili, da se denar prek korupcije nikoli ne vrne v sistem v obliki sistemskega kapitala, čeprav se ta denar vseeno porabi morda kje drugje na svetu (Panama Papers, 2016). Pri tem lahko korupcija privede do kolapsa tudi globalni finančni sistem (ne le posamezno podjetje ali državo).

Pomembno je, da so tovrstni modeli splošno dostopni, kakor tudi razumevanje strukture in interakcije ključnih povratnih zank v sistemu, zato smo se odločili za realizacijo modela in uporabniškega vmesnika s programskim jezikom javascript in označevalnim jezikom HTML.

2 METODE DELA

Pri razvoju modela smo uporabili metodologijo sistemske dinamike (Forrester, 1958; Sterman, 2000; Rahmandad in Sterman, 2012). Obravnavani model vsebuje tako negativne kakor tudi pozitivne povratne zanke. Pozitivna povratna zanka povzroči eksponen-

tno rast tako na strani premoženja kot zadolženosti. Negativna povratna zanka stabilizira stanje, v našem primeru gre pri tem za odplačilo dolga in za odpis vrednosti premoženja. V krogu povratne zanke neparno število negativnih predznakov v posamezni zanki pomeni, da je zanka negativna. Parno število negativnih predznakov v posamezni zanki pomeni, da je zanka pozitivno povratna. Povratno zvezo, ki povečuje vpliv vhodne spremenljivke na izhodno spremenljivko sistema, imenujemo pozitivna, tisto, ki zmanjšuje ta vpliv, pa negativna. Pozitivno povratno zanko v ekonomiji lahko srečamo kot npr. obrestovanje bančne vloge. Negativno povratno zanko srečamo, kjer želimo ohraniti obstoječe stanje oziroma zmanjšati vpliv okolja na obravnavani sistem (Kljajić, 1994). Rahmandad in Sterman (2012) predlagata standardizacijo izvedbe simulacijskih študij v okviru družboslovnih raziskav z osnovnimi gradniki:

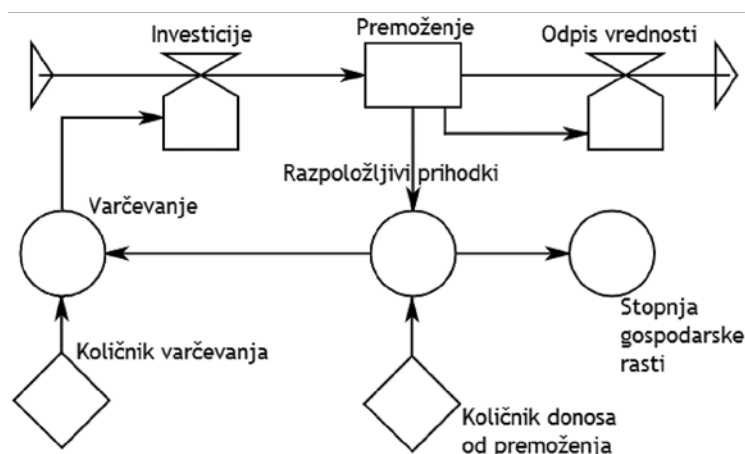
- model: matematični prikaz sistema, ki ga simuliramo, da bi pridobili številske izražene rezultate;
- vhodni parametri oz. podatki;
- simulacijski tek: posamezna simulacija je sestavljena iz več računskih operacij, ki na podlagi modela generirajo številske rezultate. Različne simulacijske teke razlikujemo med seboj: a) glede na posamezne ponovitve simulacije in b) na simulacijske teke, ki uporabljajo iste parametre in vhodne vrednosti spremenljivk, vendar se razlikujejo zaradi upoštevanja verjetnostnih porazdelitev vrednosti parametrov;
- načrtovanje poizkusov: načrtovanje simulacijskih tekov glede na simulacijske scenarije in število ponovitev simulacijskih tekov, vezano na simulacijske in optimizacijske poizkuse;
- simulacijski poizkus: niz več simulacijskih tekov, ki so bili izvajani in na podlagi katerih smo pridobili rezultate;
- optimizacija poizkusov: kombiniranje rezultatov več simulacij, pri čemer z ustreznim algoritmom poiščemo optimalne vrednosti vhodnih parametrov, ki nam dajo najboljši rezultat. (Rahmandad, Sterman, 2012)

Razviti model smo testirali na različnih scenarijih, ki predstavljajo različne strategije, ki jih načrtuje posamezna organizacija. Vhodni parametri modela so podrobno analizirani. Simulacijski model je bil razvit z orodjem Powersim in nato sprogramiran v obliki spletne aplikacije. Spletna aplikacija je prosto dostopna javnosti (Odprta koda, 2015) na spletnem mestu <http://kozina.eu/fov/model/> (Kozina, 2013–2015).

2.1 Razvoj modela

Pomembnejši prispevek k sodobnim teorijam gospodarske rasti sta dodala R. Harrod ter E. Domar. Njuni teoriji o uravnoteženi in eksponentni rasti sta razloženi tako s strani povpraševanja (Harrod) kot ponudbe (Domar), zato večkrat govorimo kar o Har-

rod-Domarjevem modelu. Osnovni princip modela z vidika vrednosti premoženja je prikazan na sliki 1. Avtorja sta izhajala iz različnih domnev, vseeno pa sta ugotovila, da je stopnja rasti odvisna od razmerja med stopnjo varčevanja in učinkovitostjo gospodarstva (Sušjan, 2002, str. 5–6).



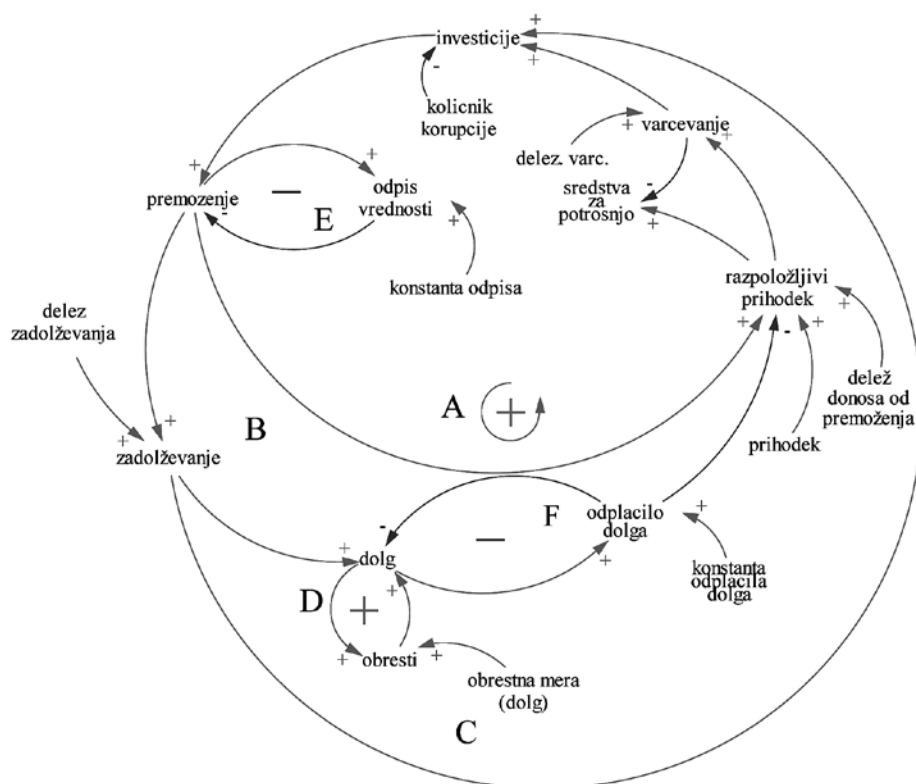
Slika 1: **Harrod-Domarjev model ekonomske rasti na strani premoženja (Mojtahedzadeh, 2015)**

Model omogoča, da s poizkušanjem najdemo ustrezne vhodne parametre, ki nam omogočajo dober finančni izid. Z modelom sistemske dinamike zmanjšujemo možna tveganja, ker se lahko odločimo na podlagi bolj točnih kvantitativnih meril ob predpostavki, da model vsebuje vse potrebne parametre in da so ocenjeni posamezni parametri točni. Zmanjševanje tveganja v segmentu kreditiranja, ki ga zajema model, mora biti v interesu kreditodajalca kot tudi kreditjemalca.

Celoten model upošteva premoženje, prihodek in zadolževanje. Premoženje povečamo z investicijami, npr. v nepremičnine, z varčevanjem in zadolževanjem, kar poveča obseg našega premoženja. Obseg varčevanja je določen z razpoložljivim prihodkom, ki je odvisen od prihodkov (npr. prihodki od prodaje), količnika donosa od premoženja, obsega premoženja ter odplačila dolga. Koliko sredstev bomo namenili varčevanju, je odvisno od količnika varčevanja. Vrednost premoženja se zmanjšuje z odpisom vrednosti, ki je odvisen od količnika odpisa vrednosti premoženja. Zadolževanje je odvisno od obsega našega premoženja in deleža, za katerega smo se pripravljene zadolžiti, tj. količnika zadolževanja. Zadolževanje prispeva k investicijam in poveča

vrednost našega premoženja. Dolg se povečuje glede na obrestno mero. Odplačilo dolga vpliva na razpoložljivi prihodek. Razlika med razpoložljivim prihodkom in varčevanjem predstavlja sredstva, ki jih lahko potrošimo oz. so na voljo za porabo.

Ključna elementa v vzročno-posledičnem diagramu na sliki 2 sta premoženje, ki ga razumemo kot kapital in dolg. Premoženje povečamo z investicijami, z varčevanjem in zadolževanjem. Obseg varčevanja je določen z razpoložljivim prihodkom, ki je odvisen od plače oz. prihodkov, količnika donosa od premoženja, obsega premoženja ter odplačila dolga. Koliko sredstev bomo namenili varčevanju, je odvisno od količnika varčevanja. Vrednost premoženja se zmanjšuje z odpisom vrednosti, ki je odvisen od količnika odpisa vrednosti premoženja. Zadolževanje je odvisno od obsega našega premoženja in količnika, za katerega smo se pripravljene zadolžiti. Dolg se povečuje glede na obrestno mero, po kateri smo najeli kredit. Odplačilo dolga vpliva na razpoložljivi prihodek. Razlika med razpoložljivim prihodkom in varčevanjem so sredstva, ki jih lahko v obravnavanem časovnem intervalu porabimo za potrošnjo. Količnik korupcije zmanjšuje maso denarja za investicije in s tem moč pozitivne povratne zanke kapitala.



Slika 2: Vzročno-posledični diagram

Ključni del sistema sta pozitivni povratni zanki D in A; pri tem moramo zagotoviti dominanco zanke A, sicer dominanca zanke D vodi v finančni zlom.

2.2 Primer Slovenije

V času gospodarske rasti (»obdobje debelih krav«) nismo zmanjšali zadolženosti. Pred uvedbo Družbe za upravljanje terjatev bank (DUTB), tako imenovane »slabe banke«, smo se precej zadolžili po visoki obrestni meri, vendar smo to potrebovali, da je obrestna mera padla.

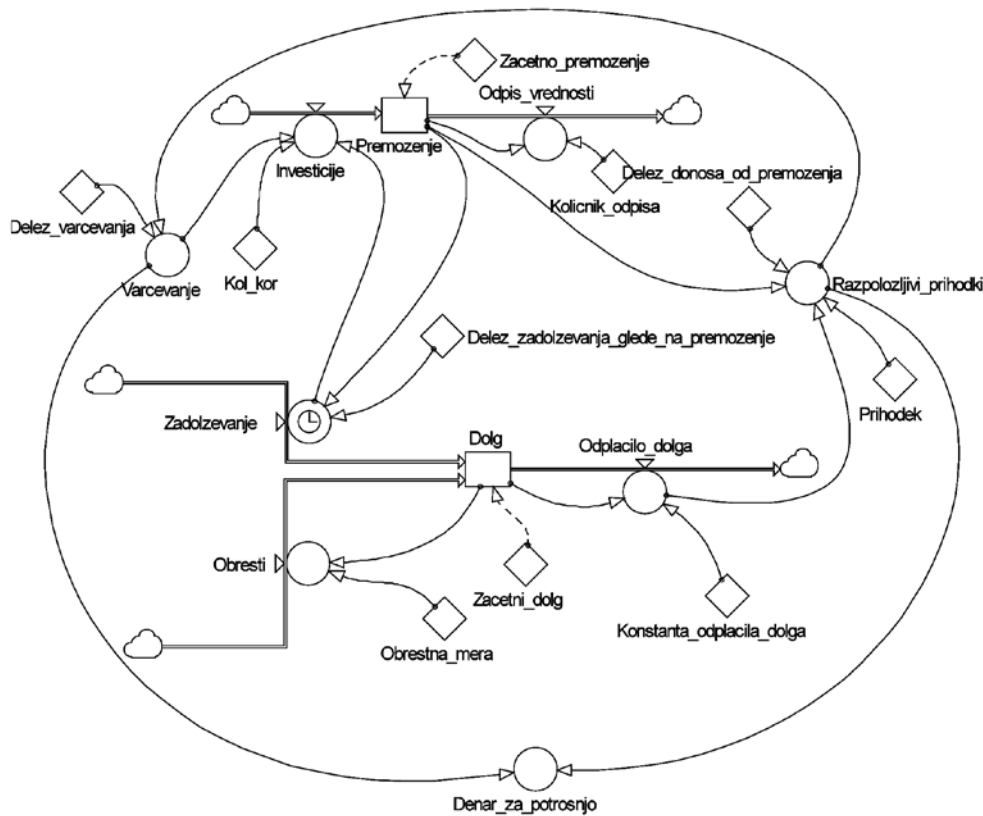
Slovenija se je v letih 2013 in 2014 veliko dodatno zadolževala. Izjave pristojnih leta 2014: »Sedaj se moramo dodatno zadolžiti, da lahko izvedemo reforme, ki nam bodo pomagale pri izhodu iz krize« (V pričakovanju nove zadolžitve, 2014), »Slovenski dolg je bil leta 2014 cca 30 milijard evrov« (Statistični urad, 2015), »Zahtevana donosnost desetletnih slovenskih državnih obveznic je novembra 2011 preseгла 7 odstotkov« (Ali so zahtevane donosnosti, 2015), »Če bi bila obrestna mera za izdane obveznice skozi daljše obdobje 7-odstotna, bi bila Slovenija v veliko težji situaciji, kot je bila nato leta 2015, ko se je stanje

izboljšalo. Uvedba DUTB je eden od razlogov, da je obrestna mera močno upadla. Zahtevana donosnost desetletnih slovenskih državnih obveznic je marca 2015 znašala 0,92 odstotkov« (Rekordno: zahtevani donos, 2015). Zaradi nihanja obrestne mere za najem kredita (izdaje obveznic) je priporočljivo uporabiti scenarij, po katerem se obrestna mera skozi čas spreminja. Tako dobimo bolj realen primer.

Razviti model tako omogoča analizo interakcij med ključnima povratnima zankama premoženja ter zadolženosti in izpostavi pomembnost zagotavljanja ustreznega obsega kapitala in nizkih obrestnih mer pri zadolževanju. Prav tako je moč analizirati vplive korupcije, ki imajo za posledico zmanjšanje obsega premoženja in s tem donosov.

3 REŠITEV, RAZVITA Z ORODJEM POWERSIM CONSTRUCTOR

Slika 3 prikazuje simulacijski model, izdelan z orodjem Powersim Constructor. Model vsebuje stanji, ki predstavljata vrednost premoženja in obseg zadolženosti.



Slika 3: **Model, izdelan z orodjem Powersim**

4 MODEL KOT SPLETNA APLIKACIJA

Model je implementiran kot spletna aplikacija, ki je prosto dostopna na svetovnem spletu in omogoča vizualizacijo rezultatov s pomočjo izrisane grafov in podatkov, izpisanih v obliki tabele. Delujoča spletna aplikacija je dostopna na spletnem mestu <http://kozina.eu/fov/model/>.

Tehnološko gledano je aplikacija zasnovana s tehnologijo HTML, predlogo CSS, skriptnim jezikom javascript (knjižnice jQuery, jQuery Mobile, jsCharts) ter vektorsko grafiko SVG za izris modela (knjižnica SVG.JS).

Slogovni jezik CSS je bil uporabljen za oblikovanje predstavitev spletnih strani (CSS, 2015), javascript za realizacijo simulacijskih modelov, SVG za prikaz modela v vektorski grafiki, jQuery in jQuery mobile za vnos parametrov oz. uporabniški vmesnik; uporabniški vmesnik je bil oblikovno prilagojen za uporabo na napravah z zaslonom, občutljivim na dotik (jQuery Mobile, 2015), jsCharts pa je bil uporabljen za izris grafov (JS Charts, 2015). Za prikaz strukture modela v vektorski grafiki smo uporabili programsko knjižnico Svg.js, ki omogoča izdelavo statičnih

in dinamičnih elementov SVG. Knjižnica omogoča, da na preprost in minimalističen način izrišemo na ekran vektorske grafične elemente SVG (A lightweight library, 2015). Aplikacijo je moč uporabiti na delovni postaji, tablici ali pametnem telefonu.

Celotna spletna aplikacija je sestavljena iz štirih datotek, v katerih je okvirno tisoč vrstic programske kode.

4.1 Javascript

Javascript je objektni skriptni programski jezik, ki ga je razvil Netscape, da bi spletnim programerjem pomagal pri ustvarjanju interaktivnih spletnih strani. Jezik je bil razvit neodvisno od jave, vendar si z njo deli številne lastnosti in strukture. Javascript lahko sodeluje s kodo HTML in s tem poživi stran z dinamičnim izvajanjem, v zadnjem času pa omogoča tudi upravljanje strojne opreme, tj. kiberfizičnih sistemov in interneta stvari (Škraba idr., 2015). Javascript podpirajo velika programska podjetja in kot odprti jezik ga lahko uporablja vsakdo, ne da bi za to potreboval licenco. Podpirajo ga vsi novejši spletni brskalniki. Sintaksa jezika javascript ohlapno sledi programskemu jeziku

C (javascript). V našem primeru se je jezik izkazal kot primeren za realizacijo simulacijskih modelov, razvitih po principu sistemske dinamike.

Uporabniški vmesnik omogoča vnos vhodnih parametrov v spletne aplikacije in izris rezultatov v treh oblikah:

- izris modela v vektorski grafiki SVG,
- izris grafov,
- izris podatkov v tabelarni obliki.

4.2 Vnos vhodnih parametrov v model

Model vsebuje enajst vhodnih parametrov, ki jih lahko razdelimo na:

- sedem vhodnih parametrov v obliki količnika,
- tri vhodne parametre v denarni enoti (privzeta denarna enota je evro),
- enoto časa za vnos trajanja simulacije (privzeta enota časa je leto).

Vhodni parametri modela so:

- Čas simulacije je število časovnih ponovitev/intervalov. V našem primeru je možen vnos časa simulacije do največ 600 let, ker je tako nastavljena zgornja omejitev glede možnosti vnosa parametrov preko naprav, občutljivih na dotik s pomočjo drsnikov.
- Količnik varčevanja pove, koliko želimo na leto privarčevati glede na razpoložljivi dohodek. Razpon vrednosti je od 0,000 do 1,000.
- Količnik odpisa nam pove delež denarja, ki ga ne moremo izterjati od dolžnika in ga moramo posledično odpisati. Razpon vrednosti je od 0,000 do 1,000.
- Količnik letne obrestne mere je obrestna mera, po kateri se zadolžimo z najemom kredita ali izdaje obveznic v primeru države. Razpon vrednosti je od 0,000 do 1,000.

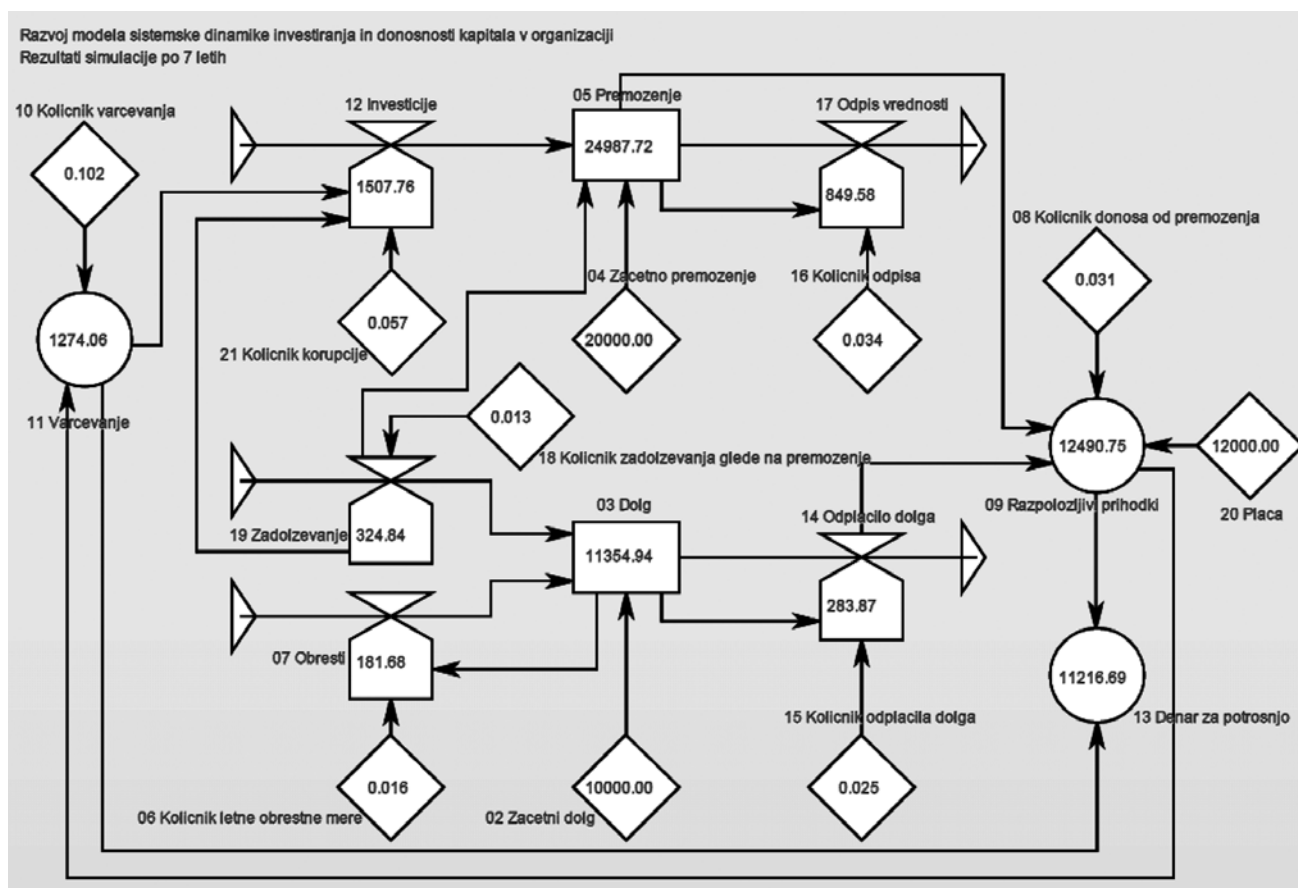
- Začetni dolg je znesek kreditov ali izdanih obveznic pred začetkom opazovanega časovnega intervala. Razpon vrednosti je od 0 do 300.000 denarnih enot.
- Količnik korupcije ima negativen predznak – višja kot je korupcija, manjše so investicije. Razpon vrednosti je od 0,000 do 1,000.
- Količnik donosa od premoženja, ki ga vložimo v depozit ali drug produkt, v katerega vložimo denar in na podlagi vložka prejmemo obresti ali dobiček. Razpon vrednosti je od 0,000 do 1,000.
- Količnik zadolževanja glede na premoženje je delež, za koliko se zadolžimo glede na trenutno premoženje. Razpon vrednosti je od 0,000 do 1,000.
- Količnik odplačila dolga je delež vračila v eni enoti časa glede na celotni dolg obravnavanega subjekta. Razpon vrednosti je od 0,000 do 1,000.
- Plača (oz. prihodek) je letni prihodek glede na to, da v uporabljenih scenarijih za časovni interval privzeto uporabljamo enoto leto. Razpon vrednosti je od 0 do 60.000 denarnih enot.
- Začetno premoženje je znesek privarčevanega denarja na začetku opazovanega obdobja. Razpon vrednosti je od 0 do 300.000 denarnih enot.

Podatke lahko vnesemo na tipkovnici z vpisom številke ali z drsnikom (z računalniško miško ali s prstom pri napravah, občutljivih na dotik). Uporabniški vmesnik za vnos vhodnih parametrov modela vidimo na sliki 4. Na sliki 5 je prikazan model v vektorski grafiki SVG.

4.3 Izris grafov

Za izris grafov smo uporabili knjižnico jsCharts, ki je razvita s pomočjo tehnologije JavaScript in omogoča preprost izris grafov. V knjižnici jsCharts podamo podatke za izris grafa v obliki XML, JSON ali polju

Slika 4: Uporabniški vmesnik za vnos vhodnih parametrov modela



Slika 5: Izris rezultatov v modelu SVG (Kozina, 2013–2015)

JavaScript (Array). Kreiranje grafov različnih oblik omogoča jsCharts (JS Charts, 2015).

Tabela 2 prikazuje vse vhodne parametre in vse izračunane vrednosti. Vsaka vrstica predstavlja časovni interval. V tabeli so prikazane izračunane vrednosti simulacije od prvega do N-tega časovnega koraka (glede na podani končni čas). Če npr. želimo narediti izračun za tri leta, se izpišejo štiri vrstice, ki predstavljajo začetno (podatki pred prvim letom), prvo, drugo in tretje leto.

4.4 Scenarij začasne spremembe obrestne mere s povrnitvijo v prvotno stanje

Scenarij prikaže vpliv spremembe obrestne mere za najem kredita oz. izdajo obveznic in kako to vpliva na dolgi rok na primeru Republike Slovenije. V času gospodarske rasti (»debelih krav«) v Sloveniji nismo zmanjšali zadolženosti. Pred uvedbo Družbe

za upravljanje terjatev bank (DUTB), t. i. slabe banke, smo se precej zadolžili po visoki obrestni meri, vendar smo to potrebovali, da je obrestna mera padla. Torej je bila odločitev pravilna.

Zaradi nihanja obrestne mere za najem kredita (izdaje obveznic) je priporočljivo uporabiti scenarij, po katerem se obrestna mera skozi čas spreminja. Tako dobimo bolj realen primer, ker se model prilagaja spremembi parametrov.

Obrestna mera za desetletne obveznice Republike Slovenije je za krajši čas zelo zrasla. Najvišja obrestna mera je bila več kot 7 odstotkov, sledil pa je padec pod 1 odstotek. Scenarij prikaže, kako sprememba obrestne mere vpliva na najem kredita/izdajo obveznic in kako se to odraža na dolgi rok. Količnik letne obrestne mere se skozi čas spreminja in na obravnavanem scenariju prikazujemo, kako ta sprememba vpliva na rezultate. Vsa nadaljnja leta po drugem letu (tj. tretje in naslednja leta) je čutiti vpliv začasnega dviga

Tabela 2: **Izpis rezultatov obravnavanega modela v tabelarni obliki**

Čas simulacije (leta)	Začetni dolg	Dolg	Začetno premoženje	Premoženje	Količnik letne obrestne mere	Obresti	Količnik donosa od premoženja	Razpoložljivi prihodki	Količnik varčevanja	Varčevanje	Investicije	Denar za potrosnjo	Odplacilo dolga	Količnik odplacila dolga	Količnik odpisa	Odpi s vrednosti	Količnik zadolževanja glede na premoženje	Zadolževanje	Plača	Količnik korupcije
0	10000	10000	20000	20000	0,016	160	0,031	12370	0,102	1262	1435	11108	250	0,025	0,034	680	0,013	260	12000	0,057
1	10000	10170	20000	20755	0,016	163	0,031	12389	0,102	1264	1446	11125	254	0,025	0,034	706	0,013	270	12000	0,057
2	10000	10348	20000	21495	0,016	166	0,031	12408	0,102	1266	1457	11142	259	0,025	0,034	731	0,013	279	12000	0,057
3	10000	10535	20000	22222	0,016	169	0,031	12426	0,102	1267	1468	11158	263	0,025	0,034	756	0,013	289	12000	0,057
4	10000	10729	20000	22934	0,016	172	0,031	12443	0,102	1269	1478	11174	268	0,025	0,034	780	0,013	298	12000	0,057
5	10000	10930	20000	23632	0,016	175	0,031	12459	0,102	1271	1488	11188	273	0,025	0,034	803	0,013	307	12000	0,057
6	10000	11139	20000	24316	0,016	178	0,031	12475	0,102	1272	1498	11203	278	0,025	0,034	827	0,013	316	12000	0,057
7	10000	11355	20000	24988	0,016	182	0,031	12491	0,102	1274	1508	11217	284	0,025	0,034	850	0,013	325	12000	0,057

Op.: Podatki v belih poljih so vhodni parametri, podatki v sivih poljih so izračunani rezultati.

obrestne mere v drugem letu. Primer velikega nihanja obrestne mere se je zgodil v Sloveniji leta 2011. Uporabimo spletno aplikacijo, v katero trikrat vnesemo parametre. Po koncu vsake stopnje/stopničke rezultat vnesemo kot vhodni parameter v naslednjo stopnjo.

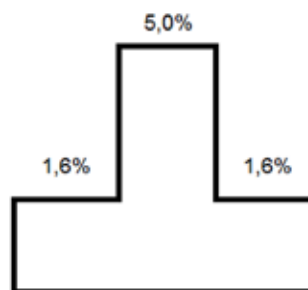
Slika 6 prikazuje primer scenarija, po katerem se skozi tri časovne enote spreminja obrestna mera (stopničasta obrestna mera). V tabeli 3 so podani rezultati scenarija z nespremenljivo kreditno obrestno mero skozi tri časovne intervale (tri leta) in scenarij s stopničasto obrestno mero, po katerem je bila drugo leto obrestna mera višja (5 odstotkov), tretje leto pa se izenači s prvim letom (1,6 odstotka). Iz rezultatov je razvidno, da ima začasno enoletno povišanje obrestne mere v drugem letu posledice tudi v tretjem letu.

4.5 Scenariji z upoštevanjem stopnje korupcije

V tem primeru želimo na modelu prikazati, kakšen je dolgoročni vpliv korupcije na finančno stanje države, podjetja ali posameznika. V primeru korupcije se zmanjša količina oz. obseg sredstev za investicije, kar negativno vpliva na razvoj. Na dolgi rok se učinek korupcije poveča zaradi učinka pozitivne povratne zanke. Izhajali smo iz več virov o stopnji korupcije v Sloveniji. Na podlagi teh ocen je izdelanih več scenarijev. Rezultat je izračun vpliva korupcije na narodno gospodarstvo Slovenije po desetih letih. V našem modelu bomo korupcijo merili s količnikom korupcije, ki zmanjšuje maso denarja, namenjenega za investicije. Denar za investicije pridobimo iz privarčevanih sredstev in z zadolževanjem (kredit).

Primer: če je količnik korupcije 0,1 in namenimo za investicije 100 denarnih enot, je investicija dejansko samo 90 denarnih enot ($100 * (1 - 0,10) = 90$).

Korupcija je še vedno med glavnimi težavami v državah Evropske unije (Panama Papers, 2016), v zadnjih treh letih pa naj bi se njena raven celo povišala, kaže raziskava Eurobarometra, ki jo je objavila Evropska komisija. Korupcija znižuje raven naložb, ovira delovanje notranjega trga in negativno vpliva na javne finance. Gospodarski stroški korupcije v EU so ocenjeni na približno 120 milijard evrov na leto. Kot resno težavo jo v svoji državi najpogosteje zaznavajo Grki (98 odstotkov), najmanj pa je po mnenju vprašanih na Danskem (19 odstotkov). V Sloveniji 95 odstotkov vprašanih meni, da korupcija v naši državi pomeni resno težavo, kar 74 odstotkov pa jih tudi meni, da se je v zadnjih treh letih še povečala (Strošek korupcije v EU je 120 milijard evrov, 2012). V Evropski uniji živi približno 500 milijonov ljudi. Preračunano je torej strošek korupcije v Sloveniji ocenjen na 500 milijonov evrov na leto. Gospodarstvenik Bine Kordež je leta 2015 ocenil, da je v zgodovini samostojne Slovenije izginilo skozi koruptivna dejanja



Slika 6: **Sprememba obrestne mere po letih**

Tabela 3: **Rezultati scenarijev obrestnih mer**

Parameter	Scenarij z nespremenljivo kreditno obrestno mero			Scenarij s stopničasto obrestno mero, po katerem je bila drugo leto obrestna mera višja in se tretje leto izenači s prvim letom		
	1	2	3	1	2	3
Čas simulacije (leta)						
Začetni dolg	10.000	10.170	10.348	10.000	10.170	10.694
Dolg	10.170	10.348	10.535	10.170	10.694	10.877
Začetno premoženje	20.000	20.755	21.495	20.000	20.755	21.495
Premoženje	20.755	21.495	22.222	20.755	21.495	22.220
Količnik letne obrestne mere	0,016	0,016	0,016	0,016	0,050	0,016
Obresti	163	166	169	163	535	174
Količnik donosa od premoženja	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
Razpoložljivi prihodki	12.389	12.408	12.426	12.389	12.399	12.417
Količnik varčevanja	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102
Varčevanje	1.264	1.266	1.267	1.264	1.265	1.267
Investicije	1.446	1.457	1.468	1.446	1.456	1.467
Denar za potrošnjo	11.126	11.142	11.158	11.126	11.134	11.150
Odplačilo dolga	254	259	263	254	267	272
Količnik odplačila dolga	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Količnik odpisa	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
Odpis vrednosti	706	731	756	706	731	755
Količnik zadolževanja glede na premoženje	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Zadolževanje	270	279	289	270	279	289
Plača	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Količnik korupcije	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057

10 milijard evrov (Bine Kordež ve, kam je izginilo deset milijard, 2015). Marca 2015 Miha Mazzini navaja, da v Sloveniji po njegovi oceni v korupciji izgine vsaj 30 odstotkov denarja od investicij (Čisto preprosta odločitev, 2015). Vrednost investicij v osnovna sredstva v Sloveniji je letu 2014 znašala 4.990 milijonov evrov (Vrednost investicij, 2015).

Iz podatka o vrednosti investicij v osnovna sredstva v Sloveniji in podatka o znesku korupcije lahko izpeljemo te količnike korupcije:

- Eurobarometer (stopnja korupcije skladna s povprečjem EU), 500 milijonov evrov na leto v Sloveniji. Količnik korupcije v tem primeru je 0,10.
- Kordež, 10 milijard v 20 letih je 500 milijonov evrov na leto, vendar obseg ni enakomeren skozi leta, zato postavimo scenarij na 1 milijardo evrov letno. Količnik korupcije je 0,20.

- Mazzini, 30 odstotnih točk stopnje korupcije od investicij. Torej je po Mazzinijevem scenariju strošek korupcije 1,5 milijarde evrov letno. Količnik korupcije je 0,30.

Strošek zadolževanja, to je plačila obresti od najetih kreditov in izdanih obveznic države, znaša milijardo evrov na leto. Torej obstaja verjetnost, da je strošek korupcije v Sloveniji višji od stroška zadolževanja. Preko obrestnoobrestnega računa pa se skozi daljše obdobje zelo občuti nazadovanje gospodarstva, družbe in države zaradi zmanjšane gospodarske aktivnosti ter rasti in moči gospodarstva. Slovenija ustvari letno 37,303 milijarde evrov bruto družbenega proizvoda (Slovenija, 2015). Uporabimo štiri različne scenarije, s katerimi prikazemo vpliv korupcije na narodno gospodarstvo Slovenije.

V spletno aplikacijo tako lahko vnesemo naslednje parametre:

▪ Čas simulacije (v letih)	10 let
▪ Količnik donosa od premoženja	0,01
▪ Količnik varčevanja	0,05
▪ Količnik zadolževanja glede na premoženje	0,50
▪ Količnik odpisa	0,05
▪ Količnik odplačila dolga	0,20
▪ Količnik letne obrestne mere	0,02
▪ Letna neto plača oz. prihodki v SLO v letu 2014	17 milijard EUR (Stat. urad, 2015)
▪ Začetni dolg (v EUR)	30 milijard EUR (Stat. urad, 2015)
▪ Začetno premoženje (v EUR)	41 milijard EUR

Koliko ima država premoženja? $37.303 \text{ milijonov EUR (BDP)} \times 1,1$
 (bruto premoženje države = 110 % BDP) = 41.033 mio EUR (Kordež, 2014)

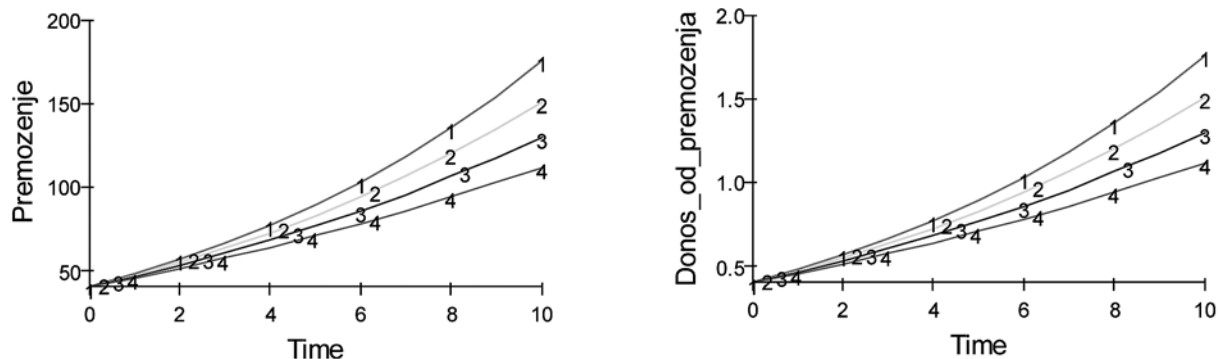
- Za količnik korupcije uporabimo štiri scenarije:
- Brez korupcije: 0 odstotkov,
 - Eurobarometer: 10 odstotkov (500 milijonov EUR od 5 milijard EUR investicij),
 - Kordež: 20 odstotkov (1 milijarda od 5 milijard EUR),
 - Mazzini: 30 odstotkov.
- Rezultati so prikazani v tabeli 4.

Tabela 4: **Scenariji stopnje korupcije**

Parameter	Scenarij korupcija 0 %	Scenarij korupcija 10 %	Scenarij korupcija 20 %	Scenarij korupcija 30 %
01 Čas simulacije (leta)	10	10	10	10
02 Začetni dolg	30,000	30,000	30,000	30,000
03 Dolg	149,130	134,850	122,040	110,560
04 Začetno premoženje	41,000	41,000	41,000	41,000
05 Premoženje	177,930	149,050	124,410	103,440
06 Količnik letne obrestne mere	0,020	0,020	0,020	0,020
07 Obresti	2,980	2,700	2,440	2,210
08 Količnik donosa od premoženja	0,010	0,010	0,010	0,010
09 Razpoložljivi prihodki	3,870	5,010	6,040	6,980
10 Količnik varčevanja	0,050	0,050	0,050	0,050
11 Varčevanje	0,190	0,250	0,300	0,350
12 Investicije	35,780	27,050	20,150	14,730
13 Denar za potrošnjo	3,670	4,760	5,740	6,630
14 Odplačilo dolga	14,910	13,480	12,200	11,060
15 Količnik odplačila dolga	0,100	0,100	0,100	0,100
16 Količnik odpisa	0,050	0,050	0,050	0,050
17 Odpis vrednosti	8,900	7,450	6,220	5,170
18 Količnik zadolževanja glede na premoženje	0,200	0,200	0,200	0,200
19 Zadolževanje	35,590	29,810	24,880	20,690
20 Plača	17,000	17,000	17,000	17,000
21 Količnik korupcije	0,000	0,100	0,200	0,300

Slika 7 prikazuje odziv sistema ob upoštevanju scenarijev 1–4. Predvidevamo, da višja stopnja korupcije prispeva k zmanjšanju vrednosti premoženja

in donosov. Pri tem velja izpostaviti eksponentno rast pri odzivu, kar pomeni, da se na daljši rok negativni učinki vedno večji.



Slika 7: Odziv sistema; vrednost premoženja (levo) in donos od premoženja (desno)

5 UGOTOVITVE

S pomočjo modela sistemske dinamike in razvite predstavljene tehnološke rešitve lahko podpremo zagotavljanje ravnovesja, ki je potrebno za trajnostno delovanje in razvoj. Ugotavljamo, da obstajata v obravnavanem modelu dve ključni povratni zanki – pozitivna povratna zanka rasti sistemskega kapitala in pozitivna povratna zanka zadolževanja. Sistem mora biti trajnostno stabilen, kar je moč doseči z uravnoteženjem vpliva omenjenih pozitivnih povratnih zank. V primeru, da sistem ni stabilen, to vodi v stečaj/propad. Z razvitim modelom je moč preveriti, ali je opazovani scenarij stabilen na dolgi rok. Namen prispevka je predvsem pokazati na povezavo med strukturo, povratnimi zankami ter odzivom sistema ter možnost uporabe modela prek svetovnega spleta za izboljšanje strateških odločitev ter razumevanja ključnih zakonitosti. Premoženje vpliva na prihodek od kapitala. Posledično to vpliva na obseg varčevanja, stopnjo investicij in povečanje premoženja. Delež donosa od premoženja tvori pozitivno povratno zanko (Čdobra« zanka). Na drugi strani imamo zadolževanje s pozitivno povratno zanko, ki je delno nezaželena (Čslaba« zanka). Večji kot je dolg, višje so obresti. Ta zanka je odvisna od obrestne mere. Obe zanki sta v idealnem primeru v medsebojnem ravnovesju; zaželeno je, da je pozitivna povratna zanka investicij oz. rasti sistemskega kapitala dominantna. Na sicer občutljivo ravnotežje zank negativno vpliva

količnik korupcije, ki zmanjša moč kapitala podjetja/gospodarstva. Kljub temu ima sistem z ustrezno stopnjo zadolževanja prednosti, saj se v primeru, da se zadolžimo in sredstva vložimo v smislu kapitala, hitreje razvijamo, če je dodana vrednost, ki jo ustvarimo, višja od stroška kredita, ki smo ga najeli za investiranje v razvoj/proizvodnjo. Na dolgi rok ima pravilna odločitev, sprejeta na podlagi izračunov modela, znatne pozitivne učinke. Uporaba modela lahko prepreči bankrot narodnega gospodarstva države in v primeru posameznika ali podjetja prepreči stečaj, ker z modelom poskrbimo za ravnovesje pri investiranju in zadolževanju obravnavanega subjekta. Kljub temu nam v primeru večjih težav bankrot/stečaj omogoča, da smo na dolgi rok uspešni. Izdelani model pomaga odločevalcu, da sprejme odločitve, ki so glede na natančne preračune v tem trenutku optimalni. V primeru, da se čez čas izkaže, da strategija ni več optimalna zaradi sprememb v okolju, je mogoče v nekaterih primerih spremeniti strategijo, in zopet lahko uporabimo izdelani model, s katerim izračunamo nov, potencialno optimalen rezultat glede na nove vhodne parametre. Pogosto se odločamo subjektivno; model nam tako omogoča, da uporabimo argumente, ki so ključni za uspešno odločanje. Pogoji za uvedbo rešitve so usposobljeni kadri in tehnična ter finančna sredstva za nadaljnji razvoj. Kadre je treba ustrezno izšolati za uporabo obravnavanega spletnega orodja. Za uporabo modela moramo zagotoviti le gostovanje spletne

aplikacije v oblaku. V okviru nadaljnjega razvoja bi za več manjših nadgradenj morali vložiti štiri človek-mesece dela. V razvoj profesionalnih orodij bi morali vložiti skupno vsaj tri človek-leta (priporočena vključitev dodatnih specialistov za posamezna področja).

5.1 Pogoji za uvedbo

Pogoji za uvedbo rešitve so:

- kadri, ki jim moramo izšolati za uporabo modela;
- tehnična sredstva, ki vključujejo spletni strežnik za objavo spletne aplikacije in delovne postaje za uporabo aplikacije; aplikacija je lahko nameščena tudi lokalno na računalniku, tablici ali pametnem telefonu in tako ne potrebujemo strežnika in dostopa do svetovnega spleta;
- finančna sredstva za nadaljnji razvoj, pri čemer bi za več manjših nadgradenj potrebovali vložiti štiri človek-mesece enote dela. Za razvoj profesionalnih orodij bi morali vložiti razvoj v obsegu vsaj pet človek-let (priporočena vključitev dodatnih specialistov za posamezna področja).

5.2 Možnosti nadaljnjega razvoja

Nadaljnji razvoj je možen v več smeri:

- vključitev količnika inflacije v model;
- nadgradnja orodja, razvitega v jeziku javascript, z namenom boljše uporabniške izkušnje;
- uvedba dodatnih parametrov, da bi dobili še bolj realen model;
- uvedba sistema v odločitveni model finančnih ustanov pri presoji kreditnega tveganja (ocena tveganosti stranke);
- uvedba več stopenj scenarija (stopničasti scenarij), da bi model omogočal npr. 100 stopenj ali več, ki bi jih podali kot funkcijo ali kot razpon vrednosti od do z možnostjo različnega koraka od 1;
- razširitev raziskave s časovno daljšimi poskusi;
- vključitev več obravnavanih subjektov (fizičnih oseb, podjetij, neprofitnih organizacij, držav ter drugih vrst skupnosti) za namen validacije modela.

6 LITERATURA

- [1] Panama Papers (2016). <https://panamapapers.icij.org/> Dostop 17. 6. 2016.
- [2] A lightweight library for manipulating and animating SVG. (2015). Dostopno na <http://svgjs.com/>.
- [3] Ali so zahtevane donosnosti na slovenske obveznice previsoke? (2015). Banka Slovenije. Dostopno na <https://www.bsi.si/library/includes/datoteka.asp?Datotekald=4589>.
- [4] Bine Kordež ve, kam je izginilo deset milijard. (2015). Dostopno na http://www.siol.net/novice/slovenija/2015/06/bine_kordez_kam_je_izginilo_deset_milijard_knjiga.aspx.
- [5] Bruto domači proizvod in gospodarska rast. (2015). Statistični urad RS. Dostopno na <http://www.stat.si/statweb/pre-gled-podrocja?idp=29&headerbar=0>.
- [6] Čisto preprosta odločitev. (2015). Dostopno na http://www.siol.net/priloge/kolumne/miha_mazzini/2015/03/cisto_preprosta_odlocitev.aspx.
- [7] Damijan, J. P. (2014). Kako varčevanje ni delovalo v Grčiji. Dostopno na <http://damijan.org/2014/02/04/kako-varcevanje-ni-delovalo-v-grciji/>.
- [8] Evroskupina načeloma odobrila pomoč Grčiji. (2015). Dostopno na http://www.siol.net/novice/svet/2015/07/grcija_reforme_potrditev.aspx.
- [9] BBC. (2015). Greece debt crisis. Dostopno na http://www.bbc.com/news/world-europe-33325886?ocid=global_bbc-com_email_30062015_top+news+stories.
- [10] Integriteta in etika. (2015). Komisija za preprečevanje korupcije. Dostopno na <https://www.kpk-rs.si/sl/korupcija-integriteta-in-etika/integriteta-in-etika>.
- [11] Iz te doline solz nas bo potegnili le gospodarska rast. (2013). Sobotna priloga. 5. 10. 2013.
- [12] jQuery Mobile. (2015). Preneseno s strani <https://jquerymobile.com/>.
- [13] JS Charts. (2015). jsCharts – Free JavaScript charts. Preneseno s strani <http://www.jscharts.com/>.
- [14] Kaj je NIS (2015). NIS – Nacionalni Sistem Integritete. Dostopno na <http://nis.integriteta.si/nacionalni-sistem-integritete/kaj-je-nis>.
- [15] Khalid, S., Škraba, A. (2006). Modeling and experimental analysis of complex systems. Predavanja in rešitve. Worcester: Worcester Politehnika.
- [16] Kljajić, M. (1994). Teorija sistemov. Kranj: Moderna organizacija.
- [17] Kordež, B. (2014). Premoženjska slika Slovenije glede na druge države. Dostopno na <http://kordez.blog.drugisvet.com/2014/09/01/premozenjska-slika-slovenije-glede-na-druge-drzave/>.
- [18] Korupcija je. (2015). Komisija za preprečevanje korupcije. Dostopno na <https://www.kpk-rs.si/sl/korupcija-integriteta-in-etika/korupcija-je>.
- [19] Kozina, D. (2013–2015). Razvoj modela sistemske dinamike investiranja in donosnosti kapitala v organizaciji. JavaScript spletna aplikacija. Dostopno na <http://kozina.eu/fov/>.
- [20] Kozina, D., Škraba, A. (2016). Razvoj modela sistemske dinamike investiranja in donosnosti kapitala v organizaciji. Referat na 35. mednarodni konferenci o razvoju organizacijskih znanih, Portorož 2016. Dostopno na http://kozina.eu/fov/doc/Referat-Portoroz-2016-Damijan-Kozina_20160211.doc.
- [21] Kurdija, S. (2009). Stališča o korupciji 2009, raziskava, str. 4. Komisija za preprečevanje korupcije Republike Slovenije, Fakulteta za družbene vede – Inštitut za družbene vede, Center za raziskovanje javnega mnenja in množičnih komunikacij.
- [22] Mojtahedzadeh, M. (2015). Understanding Economic Dynamics. Dostopno na http://www.iseesystems.com/community/connector/Zine/may-june_2003/economicdynamics.html.
- [23] Powersim Software AS. (2015). Uradna spletna stran podjetja. Dostopno na <http://www.powersim.com/>.
- [24] Rahmandad, H., Sterman, J. (2012). Reporting guidelines for simulation-based research in social sciences. Syst. dyn. rev., Vol. 28, No. 4, str. 396–411.

- [25] Rekordno: zahtevani donos na slovenske obveznice pod enim odstotkom. (2015). RTV Slovenija. Dostopno na <https://www.rtvsllo.si/gospodarstvo/rekordno-zahtevani-donos-na-slovenske-obveznice-pod-enim-odstotkom/359864>.
- [26] siol.net. (2015). Tuji lastniki in oživitvev STO rešitev za slovenski turizem. Dostopno na http://www.siol.net/novice/gospodarstvo/2013/11/zadolzenost_slo_turizma.aspx.
- [27] Slovarji Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. (2015). Dostopno na <http://fran.si/>.
- [28] Slovenski turizem duši odplačevanje posojil. (2015). Dostopno na http://www.siol.net/novice/gospodarstvo/2013/10/studija_slovenski_turizem_posojilo.aspx.
- [29] Stališča do pojava korupcije v Sloveniji. (2015). Komisija za preprečevanje korupcije. Dostopno na <https://www.kpk-rs.si/sl/korupcija-integriteta-in-etika/analize-raziskave-in-statistika/raziskave-in-statistika/>.
- [30] Statistični urad. (2015). Neto posojanje/neto izposojanje in konsolidirani bruto dolg sektorja država, Slovenija, letno. Statistični urad RS. Dostopno na http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0314905S&ti=&path=../Database/Ekonomsko/03_nacionalni_racuni/25_03149_racuni_drzave/&lang=2.
- [31] Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill/Irwin: Boston, MA.
- [32] Strošek korupcije v EU je 120 milijard evrov. (2012). Časnik Finance, 032/2012, 16. 2. 2012. Dostopno na <http://www.finance.si/340607/Stro%C5%A1ek-korupcije-v-EU-je-120-milijard-evrov>.
- [33] Sušjan, A. (2002). *Teorija ekonomske rasti*. Klasična, neoklasična, keynesianska. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
- [34] Škraba, A., Kljajić, M., Leskovic, R. (2003). Group exploration of system dynamics models - is there a place for a feedback loop in the decision process?. *Syst. dyn. rev.*, Vol. 19, No. 3, str. 243–263.
- [35] Škraba, A., Stojanović, R., Zupan, A., Koložvari, A., Kofjač, D. (2015). Speech-controlled cloud-based wheelchair platform for disabled person. *Microprocessors and Microsystems*, Vol. 39/8, str. 819–828.
- [36] Teorija iger in grško-evropska praksa. (2015). Dostopno na http://www.siol.net/priloge/kolumne/ziga_turk/2015/07/teorija_iger_in_grsko_evropska_praksa.aspx.
- [37] Trgovec Franc Jager: Kako sem prišel do 35 milijonov evrov. (2014). Dostopno na http://www.siol.net/novice/rubrikon/siolov_intervju/2014/01/intervju_franc_jager.aspx.
- [38] V pričakovanju nove zadolžitve. (2014). Radio Slovenija 1. Studio ob 17:00. 31. 1. 2014.
- [39] Vizualno modeliranje. (2012). Kranj: Fakulteta za organizacijske vede. Laboratorij za kibernetiko in sisteme za podporo odločanju. Dostopno na <http://kibernetika.fov.uni-mb.si/vim/>.
- [40] Vrednost investicij (2015). Statistični urad RS. Dostopno na <http://www.stat.si/StatWeb/prikazi-novico?id=5658&idp=16&headerbar=14>.
- [41] Zadolženost Slovenije 1993–2014. (2015). Dostopno na <https://twitter.com/kricac/status/433218030621827074/>, 11. 2. 2014, Denis Oštir.

Damijan Kozina je magistriral na področju informacijskih sistemov na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Zaposlen je v UniCredit Banki Slovenije kot razvijalec in skrbnik programske opreme in podatkovnih zbirk ter analitik kakovosti podatkovnih zbirk.

Davorin Kofjač je docent za področje informacijskih sistemov na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru v Laboratoriju za kibernetiko in sisteme za podporo odločanju. Njegova področja raziskovanja obsegajo modeliranje in simulacijo sistemov, sisteme za podporo odločanju, operacijske raziskave in umetno inteligenco. Sodeloval je v raznih mednarodnih in nacionalnih projektih. Rezultate raziskovalnega dela objavlja v uglednih znanstvenih revijah, monografijah in na konferencah. Je član društev ACM, INFORMS in SLOSIM.

Andrej Škraba je izredni profesor za področje teorije sistemov ter modeliranja in simulacije na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru v Laboratoriju za kibernetiko in sisteme za podporo odločanju. Področja njegovega dela so sistemska dinamika, kibernetika, sistemi za podporo odločanju ter kiberfizični sistemi. Je član DSI, SLOSIM in System Dynamics Society (SDS).