

Брано Маркић¹
Сања Бијакшић²
Арнела Беванда³

Модел структурних једначина утицаја економије знања на раст бруто друштвеног производа

Model of structural equation of influence knowledge economy on growth of gross domestic product

Резиме

Савремено доба често се описује синџирицама информационо друштво, њосиндустријско друштво, економија знања, електронска култура. Свака од тих синџирица наглашава неки од елемената савремености и резултат је многих комерцијализованих технолошких најредака у функцији укућној економској и друштвеној развоја. Објект њормјена је организацијски систем, њредузеће, корпорација, технологија, њсловни њроцес, али и човјек. У исходишту свега се налази човјекова њприродна њежња да развија и мијења себе и своју околину, а све друге њормјене су рефлексивна њакве њприродне њежње човјека за њормјенама. Стога човјек социјално изражује и генерише нова рјешења у њпроизводњи, услугама, организацији и у ланцу вриједности континуирано додаје вриједности служећи се новим знањима. У вриједности њпроизвода све већи њондер имају знања аналитичке њприроде, дизајна, њројектовања, нових материјала и технолошких њосиујака. Развива се

¹ Свеучилиште у Мостару, Економски факултет, branom@sve-mo.ba

² Свеучилиште у Мостару, Економски факултет

³ Свеучилиште у Мостару, Економски факултет

економија чија је база знања, а раст друштвеног производа директно под утицајем знања инкорпориран у његову производњу. Економском анализом може се идентификовати узрочно-посљедични низ који почиње са сталном побрдом раста компетитивности, наставља се са инвестицијама и технолошким напретком, а они резултирају већом компетитивношћу. Такав процес, вођен економском логицом и стриктним критеријима, континуиран је и наставља се на већем технолошким нивоу, бољим организацијским перформансама, бољим квалитетом производа и услуга и већем нивоу компетитивности. Наставља се логично питање: је ли могуће издвојити знања у један посебан подсистем и мјерити његов утицај на раст друштвеног производа. Рад полази од хипотезе да је могуће изградити модел структурних једначина помоћу којих је могуће описати и мјерити утицај економије знања и миграција на раст друштвеног производа. Осим теоријске компетенције, рад валидира такав теоријски модел структурних једначина емпијским исцртавањем.

Кључне ријечи: економија знања, модел структурних једначина, репресивни модел, индекс економије знања.

Summary

The modern age is often described using the terms information society, post-industrial society, knowledge economy, e-culture. Each of these phrases stresses some of the components of our modernity and is the result of many commercialized technological progress in relation to the overall economic and social development. The object of changes is the organizational system, company, corporation, technology, business process and also a man. The origin of all is man's natural tendency to develop and change themselves, their environment and any other changes are a reflection of such natural human aspirations for change. Therefore, man is constantly researching and generating new solutions in manufacturing, services, organization and in value chain continuously adds value using new knowledge. In the value of products increasing weight has the analytical knowledge, design, engineering, new materials, technological procedures. A new economy is developing whose base is knowledge and GDP growth directly influenced by knowledge incorporated in its production. Economic analysis can identify the sequence of causes and effects that begins with the constant need to increase competitiveness, continues with investments and technological progress and they result in greater competitiveness. Such a process is guided by economic logic and market criteria is continues, constantly produces higher technological level, better organizational performance, better quality products and service and a greater level of competitiveness. Is it possible to extract knowledge in

a particular subsystem and measure its impact on GDP growth? The paper is based on the hypothesis that it is possible to build a model of structural equations by which it is possible to describe and measure the impact of the knowledge economy and migration on GDP growth. In addition to the theoretical components article validate such theoretical model of structural equation by empirical research.

Keywords: knowledge economy, structural equations model, regression model, index of the knowledge economy.

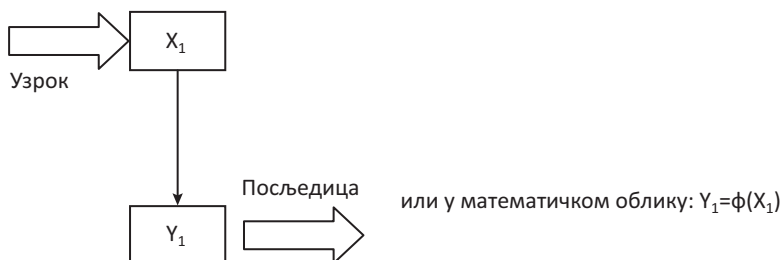
1. Увод

Свјетска банка је истраживала економију знања и изградила систем индикатора који је назвала индекс економије знања (енг. *knowledge economy index*). Индекс се заснива на четири главна стуба: иновативност, ефикасан правни систем, информацио- комуникационе технологије и образовање. Та четири стуба кључна су за учествовање у друштву знања. образовање се односи на сваки степен - од основног, средњег до високог образовања. Наравно, посебну улогу и важност у друштву знања има високо образовање, али се не смију потпуно занемарити ни остали стубови образовања. образовање је претпоставка брзог развијања нових технологија, њихова усвајања и увођења у производни процес. Тиме се крећемо ка другом стубу економије знања, иновацијама. Иновацијску снагу чине мреже институција које могу иницирати, модификовати и имплементирати нове технологије. То су мреже у чијем се саставу налазе истраживачки центри, лабораторије, приватна предузећа, институти и универзитети. Трећи стуб чини информацио-комуникациона технологија. Њена доступност (рачунари, комуникацијски уређаји, софтвери) битна је за изградњу економије и друштва знања. Може се разумјети као кичма укупног економског напретка, широк друштвених промјена и трансформација. Четврти стуб је правни и економски систем који олакшава дисеминацију и употребу знања, потиче цијеложивотно образовање и сарадњу образовних институција. Институт Свјетске банке је обликовао методолошки поступак и одговарајуће индикаторе који мјере напредак према економији знања. Та методологија је названа *The Knowledge Assessment Methodology* (КАМ). Служећи се том методологијом, могуће је пронаћи мјесто сваке земље с обзиром на развијеност економије знања. Објављени су резултати за 146 земаља, а Босна и Херцеговина се на том попису налази на 70 мјесту (Извор: КАМ 2012 www.worldbank.org/kam). У раду се не посматра само статички аспект односа између економије знања и друштвеног бруто производа земље. Служећи се моделом структурних једначина, анализира се веза између индикатора економије знања,

миграција и промјена у бруто друштвеном производу. Међутим, у анализи нису укључени сви индикатори према методологији Свјетске банке, него само они најважнији за које је било могуће прикупити податке из различитих извора.

2. Модел структурних једначина и регресијска анализа

Модел структурних једначина је научни оквир, методологија за провјеру хипотеза о узрочно-последичним односима међу варијаблима. Служи се математичком логиком и принципима у описивању односа међу варијаблима неког система. Он је истовремено и шири оквир за моделирање односа у неком систему и не може се само редуковати на неку статистичку технику анализе корелације или коваријансе. За модел структурних једначина систем је скуп узрочно-последичних веза. Приказ мреже односа је најприхватљивији начин анализе и разумијевања односа између варијабли. Модел структурних једначина је облик графичког моделирања:

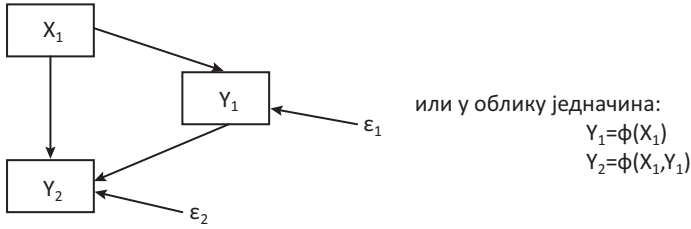


Слика 1. Графички приказ односа у моделу структурних једначина
Извор: Аутори

Структурна једначина настоји процијенити узрочно-последичне ефекте. Концепт каузалитета значи да је X_1 узрок а Y_1 посљедица ако промјене X_1 имплицирају одговор Y_1 . Ако варијације варијабле X_1 производе одговарајуће варијације варијабле Y_1 , онда је варијабла X_1 узрок, тј. независна варијабла (егзогена). Практично, систем структурних једначина је метода истраживања која омогућује тестирање хипотеза као разумних претпоставки о односима међу варијаблима. Мора постојати једна једначина за сваку зависну (ендогену) варијаблу.

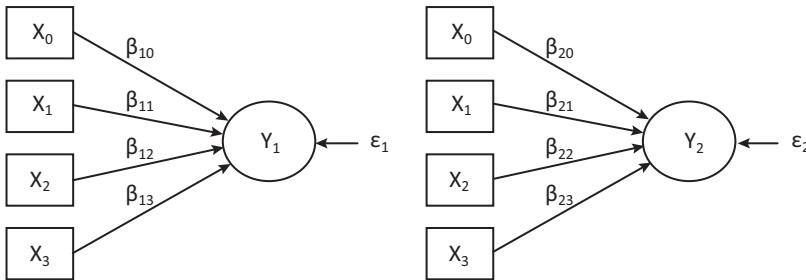
Претходна знања потребна за моделирање структурних једначина су вишеструка регресија и конфирматорна факторска анализа. Вишеструка регресија омогућује графички приказ (енгл. path model) односа међу варијаблима, а конфирматорна факторска анализа вриједности варијабле изражава се помоћу одговарајућих фактора.

Брано Маркић и др.



Слика 2. Путни дијаграм (енгл. path model) односа у моделу структурних једначина
Извор: Аутори

Модел вишеструке регресије утицаја варијабли X_0, X_1, X_2, X_3 на варијабле Y_1 и Y_2 приказује следећа слика:

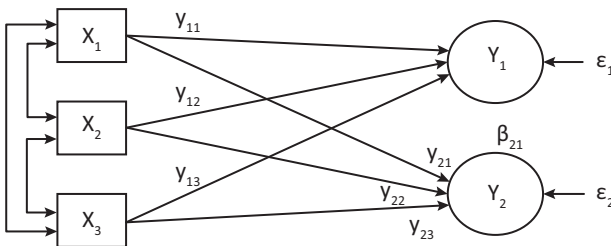


Слика 3. Вишеструка регресија у моделу структурних једначина

У моделу структурних једначина могуће је приказати и анализирати односе који постоје између независних (егзогених) варијабли и зависних (ендогених) варијабли. Наиме, варијабла Y_1 може бити независна (егзогена), а варијабла Y_2 зависна (ендогена).

Модел структурних једначина на темељу неке унапријед познате теорије може реално приказати односе између варијабли у неком систему. Управо је та чињеница главна предност модела структурних једначина у односу на регресијски модел.

Примјер графичког приказа или путног модела структурних једначина (path model) приказује следећа слика:



Слика 4. Путни модел структурних једначина (path model)

На слици су егзогене (манифестне) варијабле приказане у облику правоугаоника, а ендogene (латентне) варијабле у облику круга.

У аналитичком облику модел структурних једначина се може приказати тако што се за независне варијабле X_1 , X_2 и X_3 креира матрица корелација. Та матрица је симетрична и облика:

$$\begin{matrix} & X_1 & X_2 & X_3 \\ \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \varphi_{11} & - & - \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & - \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Између егзогенних и ендогених варијабли се успоставља пресликавање које се може изразити у облику матричних једначина. Наиме, егзогене варијабле су X_1 , X_2 и X_3 , док су ендogene варијабле Y_1 и Y_2 .

Табела 1.

Односи између латентних, манифестних варијабли и грешака процијене латентних варијабли у моделу структурних једначина

| | Латентне варијабле | | Манифестне варијабле | | | Грешка | |
|---------------------|--------------------|--------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | Y_1 | Y_2 | X_1 | X_2 | X_3 | E | |
| Независне варијабле | Y_1 | 0 | 0 | γ_{11} | γ_{12} | γ_{13} | ϵ_1 |
| | Y_2 | β_{21} | 0 | γ_{21} | γ_{22} | γ_{23} | ϵ_2 |

Извор: Аутори

Односи приказани у табели 1 могу се изразити и помоћу матрица:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Претходна матрична једначина (1) се може једноставније записати:

$$Y = \beta^* Y + \Gamma^* X + E \quad (2)$$

$$(1 - \beta)^* Y = \Gamma^* X + E$$

$$(1 - \beta) - 1^* (1 - \beta)^* Y = (1 - \beta) - 1^* [\Gamma^* X + E]$$

$$Y = (1 - \beta) - 1^* [\Gamma^* X + E] \quad (3)$$

Матрична једначина (3) је рјешење приказаног модела структурних једначина.

3. Утицај економије знања на бруто друштвени производ

Мјерење утицаја појединих фактора на промјене бруто друштвеног производа одавно је објект занимања великог броја научника али и практичара. Наиме, једно од најважнијих теоријских питања али и практичних изазова економије је идентификација и објашњење детерминанти раста и развоја економског система. „Први модели привредног развоја повезује се с Адамом Смитом (енгл. Adam Smith) на крају 19. стољећа, а потом Харод (енгл. Harrod) и Домар (енгл. Domar) у првој половини, те Солоу (енгл. Solow) и Ероу (енгл. Arrow) у другој половини 20. стољећа дају значајне доприносе у објашњење феномена економског раста. Идентифицирање фактора економског раста, осим теоријског изазова, има велику прагматичну вриједност за избор инструмената и дефинирање мјера економске политике која ће у датим условима за конкретни економски сустав убрзати његов економски раст и укупан друштвени развој. Посљедице „исправних” мјера економске политике економски систем рефлектира у облику раста животног стандарда. Стога се интерес савремених економиста усмјерава к анализи и управљању економским системом који ће резултирати што је могуће бржом стопом раста његова бруто друштвеног производа. Конвенционални приступ економском расту декомпонује факторе раста у три категорије рад, капитал и технички прогрес. Ти фактори детерминирају понуду. Наиме, конвенционални приступ развоју базира се на претпоставци да је могуће израчунати и квантитативно изразити допринос сваке компоненте економском расту. Тако се у моделу Солова дио раста домаћег производа придружује расту капитала, дио раста раду, а један дио се не може приписати ни расту рада, нити расту капитала. Та се компонента назива резидуал Солова, или стопа раста укупне продуктивности фактора” (Маркић ет ал, 2015).

Николас Калдор (енгл. Nicholas Kaldor) је у економском расту и развоју сектору индустрије придружио атрибут „покретача раста” (енгл. engine of growth), а за то постоје два кључна разлога. Први је већи приноси улагања у индустрији у односу на друге секторе. Други разлог је што повећање аупута индустријске производње распостире свој позитивни економски утицај на цијели економски систем. Насупрот конвенционалном приступу економском расту, Калдоров модел посматра технолошки напредак као резултат вањских (егзогених) фактора.

Повећање потражње за производима и услугама индустријског сектора активира механизам повећања инвестиција, а нове инвестиције увијек, што је логично, имплементирају најбоље, најсавременије технологије. Другим ријечима, тај механизам се може објаснити низом: повећање потражње \Rightarrow нове инвестиције \Rightarrow технолошка модернизација. Коначни резултат таквог

економског механизма је технолошки напредак и раст бруто друштвеног производа.

Једно од битних обиљежја савремене економије, новог економског и друштвеног модела јесте зависност производње и конкурентности од знања, технологија и информација. Економије постају глобалне баш као и знања, технологије и информације. Истовремено се обликује нова организациона структура умреженог предузећа, али умреженог не само у смислу унутрашње организације, него и веза с релевантном околином (различити модели електронског пословања као што су B2B – *Business to Business*, или B2A – *Business to Administration*). Управо информациона технологија, као спој компјутерске технологије (технологије обраде података) и телекомуникацијске технологије (технологије преноса података и информација на неограничене удаљености) произвела је материјалну основу новог типа економије, информатички умрежене економије, економије знања.

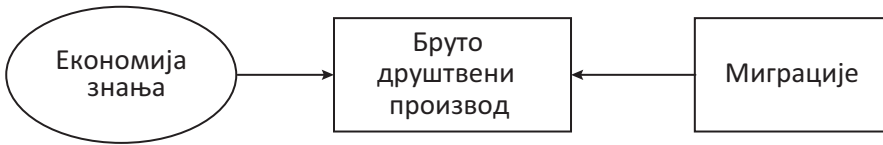
Свјетска банка је битне индикаторе економије знања груписала у четири компоненте (стуба): образовање, иновације, информационо-комуникацијске технологије, правни и економски оквир.

Циљ рада је емпиријски провјерити и тестирати допринос и утицај на друштвени бруто производ прве три компоненте као главне саставнице економије знања (образовања, информационо-комуникацијских технологија и образовања) на промјене друштвеног производа. У раду ће се истражити и квантификовати коваријанса између миграција (нето одлива радне снаге) и бруто друштвеног производа. Прикупљени подаци се односе на одговарајуће статистичке извјештаје Агенције за статистику БиХ. Полазна хипотеза је да образовање, иновативност и информационо-комуникацијске технологије, тј. економија знања, позитивно утичу на промјене друштвеног производа, а да одлив радне снаге (миграције) негативно утичу на бруто друштвени производ. У раду се за тестирање хипотеза обликује моде структурних једначина унутар кога се налазе манифестне варијабле, латентне варијабле и вишеструка регресија.

4. Истраживачка методологија и резултати истраживања

Циљ истраживања је провјерити хипотезу да образовање, иновативност и информационо-комуникацијске технологије (економија знања) имају позитиван утицај на промјене друштвеног бруто производа. Је ли веза између тих главних компоненти економије знања и економског раста мит или стварност? Утиче ли раст бруто друштвеног производа на повећање нивоа образовања, развој информационо- комуникацијских технологија и иновативности? Први корак у истраживању јесте да се на основу теоријских

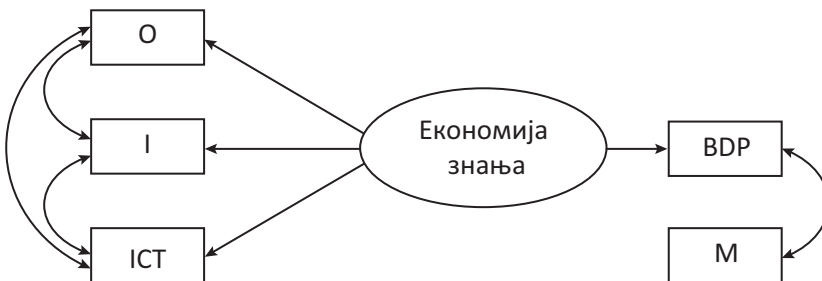
спознаја истраживања и информација обликује теоријски модел. У моделу структурних једначина ти елементи резултирају одређивањем релација између релевантних варијабли а које описују истраживачки проблем.



Слика 5. Односи између латентних и манифестних варијабли
Извор: Аутори

На слици је латентна (теоријска) варијабла економија знања и манифестне варијабле бруто друштвени производ и миграције (приказане у облику правокутника).

У истраживању се претпоставља да је економија знања одређена индикаторима који се могу мјерити или, другим ријечима, квантитативно изразити. Број таквих индикатора је ограничен, између осталог и подацима који се могу прикупити за одређени период. Служећи се методологијом Свјетске банке, индекс знања се у раду посматра помоћу три главна индикатора: броја студената (особа које ће бити потенцијално високообразоване), броја патената који одражавају иновацијску способност или иновацијску активност те броја корисника интернета као индикатора развијености и ширине имплементације информационо-комуникацијских технологија. У истраживању је развијен следећи, прелиминарни модел структурних једначина приказан следећим путним моделом (path model):



Слика 6. Модел егзогених и ендогених варијабли утицаја економије знања и миграција на БДП (BDP)
Извор: Аутори

На претходној слици је приказан модел који визуализира интеракције и односе између индекса знања (О – образовање, I- иновативност, ICT – информационо-комуникацијске технологије), промјена бруто друштвеног производа и миграција (M).

У моделу структурних једначина процијењени параметри су функција коваријанси варијабли тако да се систем посматра као скуп једначина чије су непознанице параметри. Ако систем има јединствено рјешење (број непознаница је једнак броју једначина и детерминанта система није једнака нули), онда се каже да је модел идентификован. Матрица коваријанси даје довољно информација за израчунавање параметра модела. Потребан услов је да се може процијенити најмање $p(p+1)/2$ параметра гдје је p број манифестних варијабли, тј. димензија матрице коваријанси.

Битан методолошки корак је и процјена модела. Нека је матрица коваријанси манифестних варијабли C , а матрица коваријанси као функција параметара модела E . Циљ је процјене параметара минимизирати разлику између матрица E и C , или теоријску матрицу коваријанси E што је могуће више приближити емпиријској матрици коваријанси C .

Након процјене параметара модела, слиједи његово тестирање. Тестирати значи утврдити колико се добро модел прилагођава емпиријским подацима, или колико је теоријски модел „подржан” емпиријским подацима. Прилагођеност модела емпиријским подацима се тестира хи-квадрат тестом, а сигнификантност појединих параметара се процјењује т-тестом.

Подаци за изградњу модела структурних једначина темеље се на статистичким извјештајима Агенције за статистику БиХ. Прикупљени подаци су похрањени у облику дата сета чији су ступци варијабле модела структурних једначина. Приказује их сљедећа табела:

Табела 2.

Датта сета за анализу моделом структурних једначина⁴

| Година | Број студената | Миграције (одлив) | Број корисника интернета | Број патената | Бруто друштвени производ |
|--------|----------------|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| 2006. | 62548 | -3914 | 950000 | 93 | 19690 |
| 2007. | 65360 | -3914 | 1054994 | 106 | 23482 |
| 2008. | 68590 | -3914 | 1307580 | 75 | 26256 |
| 2009. | 68324 | -3914 | 1421542 | 87 | 26005 |
| 2010. | 71858 | -3914 | 1976000 | 68 | 26075 |
| 2011. | 72618 | -3116 | 2090000 | 60 | 26931 |
| 2012. | 72466 | -4902 | 2150800 | 67 | 27563 |
| 2013. | 74556 | -2660 | 3017580 | 73 | 28189 |
| 2014. | 74594 | -3648 | 3078000 | 43 | 28197 |

⁴ Подаци о бруто друштвеном производу су Извјештаји Агенције за статистику БиХ за одговарајуће године. Извор података о броју патената је Агенција за статистику БиХ, Саопштење, Година 1, Сарајево 21.7.2014. године.

Подаци о броју корисника интернета су на УРЛ адреси: <http://www.klix.ba/biznis/privreda/internet-u-bih-koristi-vise-od-tri-miliona-osoba/140719029>, датум приступања 19.7.2014.

Модел са слике 6 претпоставља да је економија знања, описана рјечником факторске анализе, фактор који детерминира бројеве студената, корисника интернета и патената. Она је латентна варијабла која утиче и на величину бруто друшћеног производа. У раду су постављене следеће хипотезе: Х1: Утицај економије знања на промјене бруто друшћеног производа је позитиван,

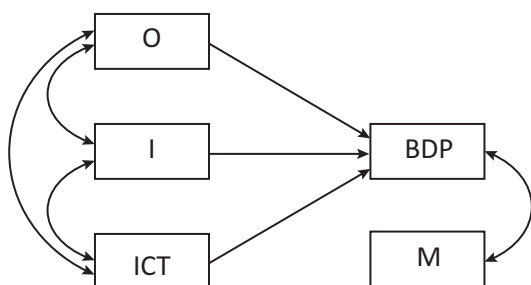
Х2: Економија знања и броја студената су позитивно корелирани,

Х3: Економија знања и број корисника интернета су позитивно корелирани,

Х4: Економија знања и број патената су позитивно корелирани,

Х5: Промјене бруто друшћеног производа и миграције су негативно корелирани.

У тестирању хипотезе прво ће се обликовати модел структурних једначина, описан помоћу пакета *lavaan* у *R* језику.



Слика 7. Путни дијаграм модела структурних једначина утицаја образовања, иновативности и информационо-комуникацијских технологија на промјене бруто друшћеног производа

Извор: Аутори

Путни дијаграм приказује теоријски претпостављене корелације између образовања, иновативности и информационо-комуникацијских технологија, као и њихов утицај на промјене бруто друшћеног производа, те корелацију између миграција и бруто друшћеног производа. Након графичког приказа таквог каузалног модела (слика 7), слиједи његов опис следећим структурним једначинама у пакету *lavaan* *R* језика:⁵

```
> conn = odbcConnectExcel("C:\\KEx.xls")
> EZxp = sqlFetch(conn, "Sheet1")
> regs=scale(EZxp, center = TRUE, scale = TRUE)
> library(lavaan)
> model1<-'
+ BDP~I+ ICT+O
```

⁵ Детаљнија објашњења пакета *lavaan* и изградње модела структурних једначина видјети у Yves Rosseel, 2012.

```

+ BDP~~M1
+ I~~ O
+ ICT~~ O'
  > fit<-sem(model1,data= regs)
  > summary(fit,standardized=TRUE)

```

```

lavaan (0.5-17) converged normally after 35 iterations
Number of observations          9
Estimator                      ML
Minimum Function Test Statistic 12.191
Degrees of freedom              4
P-value (Chi-square)           0.016
Parameter estimates:
Information                      Expected
Standard Errors                  Standard
      Estimate Std.err Z-value P(>|z|) Std.lv Std.all

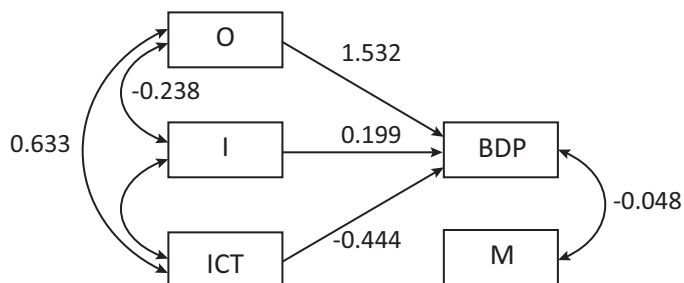
Regressions:
BDP ~
I      0.199  0.116  1.713  0.087  0.199  0.221
ICT    -0.444  0.212 -2.091  0.037 -0.444 -0.494
O      1.532  0.269  5.685  0.000  1.532  1.419

Covariances:
BDP ~~
M1     -0.048  0.084 -0.577  0.564 -0.048 -0.196
I ~~
O      -0.238  0.150 -1.588  0.112 -0.238 -0.322
ICT ~~
O      0.633  0.315  2.012  0.044  0.633  0.856

Variances:
BDP    0.068  0.032                0.068  0.095
I      0.889  0.419                0.889  1.000
ICT    0.889  0.419                0.889  1.000
O      0.616  0.267                0.616  1.000
M1     0.889  0.419                0.889  1.000

```

Поузданост модела 1 није прихватљива јер је вриједност хи-квадрат теста $p=0.016$ и мања је од претпостављеног прага $p>0.05$. Ниво прилагођености дефинисаног модела подацима није задовољавајућа, па се модел може употријебити за даљу анализу.



Слика 8. Параметри у моделу структурних једначина за модел 1
Извор: Аутори

На слици 8 приказани су стандардни структурни коефицијенти којима се могу процијенити директне каузалне везе међу варијаблима дефинираним у моделу. Резултирајући стандардизовани структурни коефицијенти упућују на закључак да се основна хипотеза рада не може прихватити. Наиме, економија знања приказана помоћу индикатора образовања, информационо-комуникацијских технологија и иновативности немају позитивне структурне коефицијенте. Структурни коефицијент за информационо-комуникацијске технологије је негативан а што указује да тај индикатор нема директан позитиван утицај на величину бруто друштвеног производа. Међутим, образовање и иновације имају позитивне вриједности стандардизованих структурних коефицијената а што указује да је њихов утицај на бруто друштвени производ директан и позитиван. Коваријанса између бруто друштвеног производа и миграција је негативна а што значи да је и коефицијент корелације између те двије варијабле негативан. Хипотеза (X5) је емпиријски потврђена.

Пошто прилагођеност модела 1 емпиријским подацима није прихватљива (то показује мала вриједност хи-квадрат теста $p=0.016$), потребно је креирати нови модел структурних једначина (модел 2) како би прилагођеност модела оригиналним (посматраним) подацима била прихватљива. Модификација модела је веома честа у моделу структурних једначина и након модификације се поново провјерава његова поузданост и прилагођеност емпиријским подацима.

Ниво прилагођености подацима дефинисаног модела 1 није задовољавајућа, па се модел неће употребити за даљу анализу, нити за извођење закључака. Он је само једна индиција о могућим односима међу варијаблима модела, а њих ћемо поновно анализирати изградњом новог модела (модела 2). Умјесто регресијског модела сада се обликује и тестира поузданост модела који се темељи на конфирматорној факторској анализи. У том моделу се економија знања посматра као фактор који одређује образовање, инова-

тивност и информационо-комуникацијске технологије. Путни дијаграм тог модела приказан је на слици 6, а описују га сљедеће структурне једначине и наредбе *R* језика:

```
> library(RODBC)
> conn = odbcConnectExcel("C:\\KEI.xls")
> EZxp = sqlFetch(conn, "Sheet1")
> Ezxps=scale(EZxp, center = TRUE, scale = TRUE)
> library(lavaan)
  > model2<-'
    + KE=~I+ ICT+O
    + BDP~KE
    + BDP~~M1
    + I~~ O
    + ICT~~ O'
  > fit<-sem(model2,data=Ezxps)
```

Прво се учитавају подаци одговарајућим наредбама *R* језика, позива⁶ пакет *lavaan*, а затим описује модел структурних једначина (модел 2). Следи позивање функције `summary()` и приказ резултата:

```
> summary(fit,standardized=TRUE)
```

lavaan (0.5-17) converged normally after 59 iterations

| | |
|---------------------------------|-------|
| Number of observations | 9 |
| Estimator | ML |
| Minimum Function Test Statistic | 2.854 |
| Degrees of freedom | 3 |
| P-value (Chi-square) | 0.415 |

Parameter estimates:

| Information | Expected | | | | |
|-----------------|----------|---------|---------|--------|---------|
| Standard Errors | Standard | | | | |
| Estimate | Std.err | Z-value | P(> z) | Std.lv | Std.all |

Latent variables:

KE =~

⁶ Модел структурних једначина у пакету *lavaan* се описује унутар једнострукних навода тј. наредбама:

```
> model2<-'
  + KE=~I+ ICT+O
  + BDP~KE
  + BDP~~M1
  + I~~ O
  + ICT~~ O'
```

| | | | | | | | |
|--------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--|
| I | 1.000 | | | 0.800 | 0.848 | | |
| ICT | -1.117 | 0.310 | -3.605 | 0.000 | -0.893 | -0.947 | |
| O | -1.300 | 0.327 | -3.977 | 0.000 | -1.040 | -1.103 | |
| BDP | -1.019 | 0.313 | -3.254 | 0.001 | -0.815 | -0.852 | |
| Covariances: | | | | | | | |
| BDP ~ ~ | | | | | | | |
| M1 | -0.048 | 0.084 | -0.577 | 0.564 | -0.048 | -0.102 | |
| I ~ ~ | | | | | | | |
| O | 0.084 | 0.101 | 0.836 | 0.403 | 0.084 | NaN | |
| ICT ~ ~ | | | | | | | |
| O | -0.104 | 0.143 | -0.723 | 0.469 | -0.104 | NaN | |
| Variances: | | | | | | | |
| I | 0.249 | 0.156 | | | 0.249 | 0.280 | |
| ICT | 0.091 | 0.135 | | | 0.091 | 0.103 | |
| O | -0.193 | 0.198 | | | -0.193 | -0.217 | |
| BDP | 0.250 | 0.158 | | | 0.250 | 0.274 | |
| M1 | 0.889 | 0.419 | | | 0.889 | 1.000 | |
| KE | 0.640 | 0.415 | | | 1.000 | 1.000 | |

Резултати примјене модела 2 структурних једначина показују да се по-
новно све хипотезе постављене у раду не могу прихватити јер су вријед-
ности параметара који повезују бруто друштвени производ, образовање,
иновативност, информацијско- комуникацијске и латентну варијаблу еко-
номију знања негативног предзнака. Међутим, поузданост оваквог модела
је задовољавајућа јер је $p\text{-value} = 0.415$ (che-square). Њезина вриједност је
много већа од прихватљиве вриједности $p > 0.05$. Стога нису упитни поузда-
ност и примјењивост модела.

Коефицијенте модела 2 релевантне за тестирање постављених хипотеза
приказује следећа табела:

| | |
|--|--------|
| Економија знања (KE) → Информационо-комуникацијске технологије (ИЦТ) | -1.117 |
| Економија знања (KE) → образовање | -1.300 |
| Економија знања (KE) → Бруто друштвени производ | -1.019 |
| Бруто друштвени производ → Миграције (коваријанса) | -0.048 |

Резултирајући стандардизовани структурни коефицијенти упућују на
закључак да се основне хипотеза рада не могу прихватити. Наиме, економија
знања приказана помоћу индикатора образовања, информационо-комуни-
кацијских технологија и иновативности нема у цјелини позитиван утицај

на промјене друштвеног производа. Структурни коефицијент за латентну варијаблу економија знања је негативан, а што указује да она нема директан позитиван утицај на величину бруто друштвеног производа. Такав укупан утицај резултат је слабог доприноса образовања и информационо- комуникацијских технологија промјенама бруто друштвеног производа. Коваријанса између бруто друштвеног производа и миграција је негативна а што значи да је и коефицијент корелације између те двије варијабле негативан. Та хипотеза је емпиријски потврђена.

Из структурног модела вриједе следећи односи:

- Бруто друштвени производ није већи што је већи број студената (високообразованог становништва);
- Бруто друштвени производ је већи што је иновативност већа;
- Бруто друштвени производ не показује директну позитивну везу с бројем корисника интернета;
- Бруто друштвени производ је мањи што су миграције веће.

Међутим, у дужем року се не може искључити да економија знања у привреди БиХ неће утицати на раст и промјене бруто друштвеног производа. Таква тврдња, преведена на модел структурних једначина, значи да се не могу у дугом року искључити позитивни предзнаци коефицијената уз егзогене варијабле регресијског модела у којем је величина бруто друштвеног производа ендогена варијабла, а број студената, корисника интернета и патената егзогене варијабле.

Закључак

Резултати истраживање утицаја економије знања, мјерене одговарајућим индикаторима на бруто друштвени производ, показују да тај утицај у постојећој привредној структури постоји и да је мјерљив. Утицај економије знања као латентне варијабле на промјене бруто друштвеног производа за БиХ у периоду од 2016. до 2014. године није емпиријски потврђен. Наиме, у том раздобљу је видљиво повећање бруто друштвеног производа са 19.690.000 КМ на 28.197.000 КМ. Његово повећање се не може објаснити економијом знања него других факторима. Повећање плата, дивиденди и индиректних пореза нема исходиште у економији знања. Једно могуће објашњење непотврђивања постављене темељне хипотезе да економија знања повећава бруто друштвени производ јесте у недовољној технолошкој модернизацији индустрије, незадовољавајућој продуктивности, великој стопи незапослености високообразованих особа. Наиме, економија знања може распростирати своје утицаје на бруто друштвени производ само у условима имплементације савремених и софистицираних технологија

и високој стопи запослености високообразованих особа с одговарајућим професионалним компетенцијама. Управо су то двије главне баријере за снажнији позитиван утицај економије знања на раст бруто друштвеног производа.

Литература

- Barić, V., Jeleč Raguž, M. (2010). *Hrvatska na putu prema društvu znanja*. Poslovna izvrsnost, Zagreb, god. IV, br. 2
- Chen, H.C.D., Dahlman, C.J. (2005). *The Knowledge Economy, The KAM Methodology and World Bank Operations [online]*. The World Bank. URL: http://siteresources.worldbank.org/KFDLP/Resources/KAM_Paper_WP.pdf od 13. veljače 2010.
- Garison, D. (2015). *Structural Equation Modeling: Edition* (Statistical Associates „Blue Book” Series Book 14), Kindle Edition.
- Lojpur, S. A., Peković, S. (2013) *Znanje i inovaciona politika zemalja u tranziciji kao mjera spremnosti za ulazak u EU*, Economics & Economy, Vol. 1, No. 2 , str. 61-75.
- Маркић, Б., Бијакшић, С., Беванда, А. (2015). Индустијализација и раст бруто друштвеног производа. *Acta Economica*, XIII, бр. 22, стр. 151-166.
- Rosseel, Y. (2012). Lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, Volume 48, Issue 2.

