

FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY  
UNIVERZITY KOMENSKÉHO V BRATISLAVE



## Diplomová práca

Bratislava 2007

Andrej Fašung

FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY  
UNIVERZITY KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

Ekonomická a finančná matematika



Model všeobecnej ekonomickej rovnováhy  
ekonomiky Slovenskej republiky  
Diplomová práca

Diplomant: Andrej Fašung

Vedúci diplomovej práce: Doc. RNDr. Viliam Páleník, Ph.D.

Bratislava 2007

Zadanie diplomovej práce:

Úlohou mojej diplomovej práce je je samostatne zostaviť a naprogramovať jednoduchý CGE model, popisujúci ekonomiku Slovenskej republiky za daných predpokladov.

Čestné prehlásenie:

Týmto prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracoval samostatne s použitím teoretických vedomostí a uvedenej literatúry.

V Bratislave, 2. mája 2007

Podakovanie:

Ďakujem svojmu diplomovému vedúcemu Doc. RNDr. Viliamovi Páleníkovi, Ph.D. za cenné rady, čas a ochotu. Ďakujem mojím rodičom, že mi umožnili študovať na vysokej škole.

## **Abstrakt**

Modely vypočítateľnej všeobecnej ekonomickej rovnováhy (CGE modely), sú v našich podmienkach konštruované a aplikované už niekoľko rokov. CGE sú makroekonomické modely, založené na mikroekonomických predpokladoch a predpokladu optimálneho správania sa subjektov na trhu. Cieľom mojej diplomovej práce je samostatne zostaviť a naprogramovať jednoduchý CGE model, popisujúci ekonomiku Slovenskej republiky za daných predpokladov a aplikovať niekoľko demonštratívnych scenárov.

# Obsah

Úvod	6
<b>1 CGE model konštrukcia</b>	<b>8</b>
<b>2 SAM matica</b>	<b>8</b>
<b>3 Základné princípy modelu</b>	<b>9</b>
3.1 Teória firmy . . . . .	10
3.2 Teória spotrebiteľa . . . . .	11
3.3 Dane . . . . .	11
3.4 Zahranície . . . . .	12
3.4.1 Import . . . . .	12
3.4.2 Export . . . . .	13
<b>4 CGE na pôde Slovenskej republiky</b>	<b>14</b>
4.1 Vstup SR do EÚ . . . . .	14
4.2 Štúdia dopadu priamych zahraničných investícií v automobilovom priemysle na ekonomiku SR . . . . .	15
4.3 Ďalšie práce . . . . .	16
<b>5 Model všeobecnej ekonomickej rovnováhy ekonomiky Slovenskej   republiky</b>	<b>17</b>
5.1 SAM matica . . . . .	17
5.2 Model . . . . .	21
5.3 Uzávery modelu . . . . .	25
5.3.1 Klasický prístup . . . . .	25
5.3.2 Keynesiánky prístup . . . . .	25
<b>6 Demonštratívne scenáre</b>	<b>27</b>
6.1 Šok v automobilovom priemysle . . . . .	27
6.2 Šok v výmenného kurzu . . . . .	30
<b>7 GAMS</b>	<b>33</b>
<b>Záver</b>	<b>34</b>
<b>Literatúra</b>	<b>35</b>

## Úvod

Teoretickým základom modelov všeobecnej ekonomickej rovnováhy (Computable General Equilibrium model, CGE model) je teória mikroekonomickej rovnováhy. Vznik teórie sa datuje k roku 1874 a jej autorom bol francúzsky ekonóm León Walras. Práve on položil základný kameň teórii všeobecnej rovnováhy, keď zformuloval Walrasov zákon (porzi [3]).

*Walrasov zákon: Ak trhy okrem jedného trhu sú v rovnováhe, tak všetky trhy musia byť v rovnováhe a ekonomika sa nachádza vo všeobecnej rovnováhe.*

Podľa Walrasovho zákona nemôže existovať jednostranná nerovnováha na trhoch ekonomiky. Napríklad ak na trhu práce je previs dopytu, čo značí nezamestnanosť, tak musí existovať nerovnováha v ekonomike aj niekde inde, ktorá ju vyrovnáva v podobe previsu ponuky na trhu tovarov.

Inými slovami, celkové nadbytky ponuky a dopytu sa na všetkých trhoch ekonomiky navzájom vybilancujú a ekonomika sa nachádza vo všeobecnej rovnováhe.

V roku 1954 bola zformulovaná pánmi Arrowom a Debreuom moderná verzia teórie. Najväčší rozmach zažili modely v polovici sedemdesiatych rokov dvadsiateho storočia. Zaslúžili sa o to medzinárodné inštitúcie (napr. Svetová banka, Medzinárodný menový fond), keď zostavili modely na účtovnej základni rozvojových krajín. CGE vďaka za popularitu aj technologickému pokroku v oblasti výpočtovej techniky. Ďalším dôvodom je fakt, že ako dátová základňa slúži jedna tabuľka obsahujúca údaje o ekonomike za krátke časové obdobie - zväčša jeden rok. Analýza pomocou CGE má oproti analýzám založeným na rozsiahlejších časových radoch výhodu v takzvanej SAM matici. Problematike dátovej základne sa podrobnejšie venujem v kapitole „2 SAM matica“.

V posledných rokoch sa modely implementujú do analýz dopadov nemarginálnych zmien v enviromentálnej, zahranično-obchodnej, poľnohospodárskej a daňovej politike. Zväčša sa konštruujú v dvoch rôznych časových úrovniach. Komparatívno-statický a dynamický model. Druhý spomenutý je náročnejší na konštrukciu, a preto som si zvolil ako cieľ mojej diplomovej práce konštrukciu len komparatívno-statického modelu.

Komparatívny princíp sa využíva na modelovanie dôsledkov exogénnych šokov a zmien politík pri predpoklade *ceteris paribus*. Takto zostrojené mo-

dely abstrahujú od chápania času ako aj od trajektórie prechodu ekonomiky z jedného rovnovážneho stavu do druhého v stredno až dlhodobom horizonte. Výhodou komparatívno-statického prístupu je jednoduchosť modelového aparátu. Postihom za zjednodušenie je nemožnosť konfrontácie výsledkov modelu so skutočnosťou. Tým pádom sa aj ťažko identifikujú odchýlky napočítaných výsledkov. Paradoxne práve konfrontácia výsledkov počítania je ukazovateľ kvality modelu, ktorý by mal napomáhať pri jeho skvalitňovaní a doladovaní.



# 1 CGE model konštrukcia

Prvým krokom pri konštrukcii je stanovenie si cieľa skúmania. Od tohto rozhodnutia závisí takzvané agregovanie dátovej základne. Po vhodnom agregovaní SAM matice prechádzame ku zostavovaniu modelu. Nasleduje zadefinovanie rovníc vyplývajúcich z optimálneho správania sa subjektov na trhu. Následne nakalibrujeme behaviorálne parametre v modeli a spúšťame model pre kontrolu správnosti nastavenia vzťahov v CGE.

## 2 SAM matica

V CGE modeloch tvorí dátovú základňu štvorcová matica. Reprezentuje ju SAM (Social Accounting Matrix) matica, ktorá zahŕňa nominálne toky v ekonomike za určité časové obdobie, kde stĺpce predstavujú výdavky a riadky príjmy daného sektora. V SAM platia nasledovné pravidlá:

1. princíp input-output tabuľky, t.j. výdavky peňažných prostriedkov jedného subjektu sú zároveň príjmami iného subjektu
2. princíp národného účtovníctva, t.j. suma dôchodkov určitého subjektu sa vždy rovná jeho výdavkom

SAM maticu tvoria údaje z rôznych zdrojov. Jedna je publikácia Štatistického úradu, kde sú uvedené údaje o sektoroch výrobkov a služieb (t.j. medzi spotreba sektora, konečná spotreba domácností a vlády, investície, export a import) ako aj účet tvorby dôchodkov. Druhou publikáciou sú Národné účty SR, odkiaľ čerpáme informácie o rozdelení a použití dôchodkov a kapitálový účet. Ak v SAM matici rozlišujeme komodity a aktivity, potom je účet produkcie popísaný tabuľkou dodávok a použitia. V prípade opačnom, ak nerozlišujeme komodity a aktivity, účet produkcie popisuje input-output tabuľka. SAM matica obsahuje štandardne nasledovné účty z národných účtov: účet výrobkov a služieb, účet produkcie, účet tvorby dôchodkov, účet rozdelenia a použitia dôchodkov, kapitálový účet a účet zahraničia.

Subjekty v SAM matici sa dajú agregovať podľa odvetvovej klasifikácie ekonomických činností (OKEČ) do niekoľkých základných sektorov: poľnohospodárstvo, ťažba nerastných surovín, priemysel, výroba a rozvod elektriny, stavebníctvo, obchod, doprava a spoje, finančné sprostredkovanie, prenájom

nehnutelností, podnikateľské činnosti, verejná správa a obrana, povinné sociálne zabezpečenie, vzdelávanie, zdravotná a sociálna starostlivosť a ostatné verejné služby. Samozrejme, že subjekty sa agregujú do menších skupín, či dezagregujú na podrobnejšie sektory podľa potreby tvorcu CGE modelu.

### 3 Základné princípy modelu

Modely vypočítateľnej všeobecnej rovnováhy sú modelmi simulujúcimi správanie a vzájomné interakcie jednotlivých ekonomických subjektov na trhoch. CGE sú makroekonomické modely, založené na mikroekonomických predpokladoch a predpokladu optimálneho správania sa subjektov na trhu (pozri[3]). Zvyčajne sú stavané na neoklasickom a keynesiánskom prístupe. Prístup neoklasický uvažuje plnú zamestnanosť, naproti čomu prístup keynesiánsky pripúšťa nezamestnanosť v ekonomike. Prevažne sa však používa neoklasický prístup.

Ďalej predpokladáme dokonalú konkurenciu na všetkých trhoch ekonomiky. Sektory rozlišujeme na základe ich vlastností na sektory produkčné, sektory konečnej spotreby (domácnosti, vláda a investície) a sektor zahraničia. Produkčné funkcie s konštatnými výnosmi z rozsahu popisujú prvé spomenuté sektory. Domácnosti, vláda a investície sú charakterizované funkciou užitočnosti, taktiež s konštatnými výnosmi z rozsahu. Z uvedených funkcií sa následne vygeneruje podmienený dopyt a ponuka jednotlivých sektorov. Predpoklad dokonalkej konkurencie (žiaden subjekt na trhu nemôže ovplyvniť výšku ceny) a všeobecnej rovnováhy na trhoch transformujeme do rovníc nulových ziskov firiem, rovnosti dopytu a ponuky na trhoch. Systém rovníc uzatvárajú rovnice rozpočtových ohraničení sektorov konečnej spotreby.

V CGE modeli názov „komparatívno-statický model“ znamená skutočnosť, že porovnávame stav ekonomiky v pôvodnom rovnovážnom stave s rovnovážnym stavom po zavedení šoku do ekonomiky. Zavedenie cien do modelu má zmysel ak ich vzájomne porovnáme. Z toho dôvodu určíme jednu cenu ako „numeraire“, vzhľadom na ktorú sa ostatné ceny budú porovnávať.

Medzi základné princípy radíme aj predpoklad o jednej domácnosti. Čiže domácnosti ako také sa nerozdeľujú do rôznych skupín ako napríklad produkčné sektory. Sú zovšeobecnené do jednej reprezentatívnej domácnosti. Ďalej uvažujeme rovnako kvalifikovanú pracovnú silu, odmeny zamestnancom v celej ekonomike sa rovnajú, firmy spotrebúvajú na produkciu prácu, kapitál a komodity, kde každá jednotka kapitálu je rovnako efektívna a náklady na ňu sú rovnaké, výrobné faktory sú dokonale mobilné.

### 3.1 Teória firmy

Každá firma na trhu vyrába iba jednu komoditu. Správanie firmy v CGE modeloch popisuje produkčná funkcia, ktorá odráža jej technológiu (pozri[9]). Produkčná funkcia priradí každej variante vstupov maximálny možný výstup. Keďže firma sa správa optimálne, preto maximalizuje svoj zisk pri minimalizovaní nákladov.

V produkčnej funkcii predpokladáme  $N$  vstupov  $X_i$  ( $i = 1, \dots, N$ ) nazývané komodity, určité množstvo práce  $L$  a kapitálu  $K$  na vyprodukovanie výstupu  $Y$ . Primárna úloha maximalizácie zisku sa prevádza na duálnu úlohu minimalizácie nákladov odkiaľ, dostávame podmienené dopytové funkcie odvodené z produkčných funkcií. Podľa elasticity substitúcie<sup>1</sup> rozlišujeme produkčné funkcie:

- Cobb-Douglasovu s elasticitou substitúcie = 1,
- Lentieffovu s elasticitou substitúcie = 0,
- CES (Constant Elasticity of Substitution) s elasticitou substitúcie v rozmedzí 0 až 1.

Podmienená dopytová funkcia odvodená z Cobb-Douglasovej produkčnej funkcie v  $i$ -tej firme má nasledovný tvar(pozri[9]):

$$\hat{X}_j = \frac{\alpha_j}{\gamma P_j} \prod_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{\alpha_i}\right)^{\alpha_i} Y$$

kde jednotlivé parametre predstavujú

- $\hat{X}_j$  – dopyt po  $j$ -tej komodite
- $Y$  – produkcia firmy,
- $P$  – vektor cien komodít,
- $\gamma$  a  $\alpha_i$  sú behaviorálne parametre, platí  $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ .

V CGE modeloch môžeme uvažovať aj o vnorených produkčných funkciách, ktoré rozdelia produkciu na dva imaginárne produkčné sektory(pozri[3]). Výhodou oproti klasickej produkčnej funkcii  $Y = f(K, L, X_1, X_2, \dots, X_N)$  je možnosť voľby rozdielnej elasticity substitúcie (Cobb-Douglas, Leontieff, CES) pre vnorené produkčné funkcie. Produkcia v sektore sa rozdelí na pridanú hodnotu  $VA = s(K, L)$  zahŕňajúcu prácu a kapitál a medzispotrebu

---

<sup>1</sup>Elasticita substitúcie predstavuje podiel zámény vstupov na vyprodukovanie rovnakého množstva výstupu

$IC = h(X_1, X_2, \dots, X_N)$  pozostávajúcu z komodít. Tvar produkčnej funkcie s vnorenými produkčnými funkciami môže zodpovedať aj tvaru nasledovného príkladu

$$Y = \text{Leontieff}(\text{Cobb-Douglas}(K, L), \text{Leontieff}(X_1, X_2, \dots, X_N))$$

### 3.2 Teória spotrebiteľa

Do tejto kategórie spadajú ako domácnosti, vláda, podniky a investície. Ich správanie v modeli je opísané funkciou užitočnosti. Spotrebiteľ optimalizuje svoj úžitok za daných rozpočtových ohraničení, ktoré sú definované vlastnými príjmami a cenami statkov na trhu.

Riešením úlohy maximalizácie úžitku dostávame podmienené Marshalovské dopytové funkcie, ktoré predstavujú optimálne množstvá spotreby statkov. Pre  $i$ -tu domácnosť má nasledovný podmienené dopytové množstvo tvar

$$H_i = H_i(M^H, \mathbf{P}),$$

kde

$M^H$  – symbolizuje príjem domácností.

Primárna úloha maximalizácie úžitku sa zväčša prevádza na duálnu úlohu minimalizácie nákladov. Definuje sa pritom virtuálny sektor blahobytu domácností, vlády a podnikov. Pre sektor domácností má náš zadaný celkový blahobyť tvar

$$TH = u(H_1, \dots, H_N).$$

kde

$u(H_1, \dots, H_N)$  – predstavuje úžitok zo spotrebiteľových preferencií .

### 3.3 Dane

Tieto príjmy vlády sú v reálnej ekonomike postavené na zložitom princípe. V CGE modeli komplexné pravidlá na dane trochu zjednodušíme. Uvažujme elementárnejší systém príjmov vlády, a síce berme do úvahy dane odvádzané zamestnávateľom za zamestnancov alebo spotrebné dane na tovary.

Prvé spomenuté sa vzťahujú na množstvo práce a zároveň aj na jej cenu. Závisia od počtu zamestnancov pracujúcich pre zamestnávateľa v danom sektore a od výšky mzdy, ktorú za odvedenú prácu poberajú. Čiže produkčný

sektor nakupuje prácu za cenu

$$w^B = w(1 + t_i^L),$$

kde

$w^B$  – je cena práce,  
 $w$  – je mzda zamestnanca,  
 $t_i^L$  – daň za prácu.

Ďalšie sú spotrebné dane na tovary platené domácnosťami. Celková hodnota vybratá pre vládu závisí od spotrebovaného množstva a nie od ceny tovarov. Cenu, ktorú platia spotrebitelia pri nákupe komodít postihnutých touto daňou vypočítame nasledovne

$$P_j^B = P_j + t_j^G$$

kde

$P_j^B$  – je cena komodity pre spotrebiteľa,  
 $P_j$  – je cena predajcu,  
 $t_j^G$  – je spotrebná daň.

Kalibrácia daní v modeli spočíva v načítaní príslušných údajov o objeme vybratej dane v jednotlivých sektoroch a následným dopočítaním samotnej sadzby dane.

## 3.4 Zahraničie

### 3.4.1 Import

Problematika zahraničia sa modeluje v CGE modeloch formou Armingtonovej ponuky na domácom trhu. Tento prístup modelovania zahraničia spočíva v rozdelení domácej produkcie na produkciu určenú pre domáci trh a pre vývoz za hranice krajiny. Delenie produkcie na dve časti je spôsobené odlišnými charaktermi komodít a tiež cenami domácich a zahraničných komodít. Domáci spotrebiteľ sa snaží minimalizovať svoje náklady pri kúpe komodít, preto berie do úvahy cenu domácej a zahraničnej produkcie. Celková ponuka komodít na domácom trhu je modelovaná CES funkciou ako suma celkovej produkcie pre domáci trh spolu s celkovým objemom importu. Takto tvorenú ponuku nazývame ponuka pre domáci trh. Funkcia CES má nasledovný tvar

$$DS_j = \gamma_j(\alpha_j DP_j^{\varrho_j} + (1 - \alpha_j)IM_j^{\varrho_j})^{\frac{1}{\varrho_j}}, \quad \varrho_j \leq 1 \wedge \varrho_j \neq 0,$$

kde

$DS_j$  – je celková ponuka komodity  $j$  na domácom trhu,  
 $DP_j$  – je domáca produkcia určená pre domáci trh,  
 $IM_j^{\varrho_j}$  – je celkový import komodity.

### 3.4.2 Export

Pri exporte vychádzame taktiež ako pri importe z Armingtonovho konceptu. Domáci producenti vyrábajú časť produkcie určenú pre domáci trh a časť určenú na export. Na zreteli majú pritom maximalizáciu zisku z predaja komodít. Modelovanie delby produkcie na domáci trh a export sa zapisuje pomocou CET funkcie tvaru

$$Y^i = \gamma_i (\alpha_i DP_i^{\varrho_i} + (1 - \alpha_i) EX_i^{\varrho_i})^{\frac{1}{\varrho_i}}, \quad \varrho_i \geq 1,$$

kde

$Y^i$  – je celková produkcia domácej komodity,  
 $DP_i^{\varrho_i}$  – je produkcia určená pre domáci trh,  
 $EX_i^{\varrho_i}$  – je produkcia určená na export.

## 4 CGE na pôde Slovenskej republiky

CGE modely sú v našich podmienkach konštruované už niekoľko rokov. V nasledujúcich riadkoch sa budem snažiť spomenúť niekoľko hlavných aplikácií tejto kvantitatívnej ekonomickej analýzy. Zameriam sa hlavne na problematiku, ktorú riešitelia aplikáciami skúmali, na náznak riešenia konštrukcie modelov a prípadne prezentovanie hlavných výsledkov.

### 4.1 Vstup SR do EÚ

Vstup Slovenskej republiky do Európskej Únie prináša prirodzenú potrebu odhadnúť a kvantifikovať možné dopady na slovenskú ekonomiku. Pre tento účel boli zvolené práve CGE modely (pozri[8]).

Dátovú základňu reprezentovala SAM matica z roku 1998. Na odhadnutie dopadov vstupu SR do EÚ bola v modeli zvolená nasledujúca štruktúra: produkcia bola agregovaná do ôsmich komodít, sektor domácnosti je agregovaný do jednej reprezentatívnej domácnosti, sektor vlády je popisovaný ako jedna entita, sektor zahraničia je dezagregovaný do troch skupín (krajiny EÚ, kandidátske krajiny a zvyšok sveta).

Rovnice v modeli majú tvar: produkčné sektory - Cobb-Douglasova produkčná funkcia, import a export - CES funkcia, funkcia užitočnosti domácnosti - Cobb-Douglasova produkčná funkcia, funkcia užitočnosti vlády - Leontieffova produkčná funkcia, funkcia užitočnosti investícií - Cobb-Douglasova produkčná funkcia.

Vstup SR do EU bol modelovaný šokmi: zmenami v DPH, spotrebnej dani, dani z importu v súlade s EÚ, zmenou s sadzbe taríf na náš export, zmenou v príjmoch fyzických a právnických osôb, čistých príjmov z EÚ a nákladov pre environmentálne zmeny.

Z výstupov modelu riešitelia prišli k niekoľkým zaujímavým výsledkom. Ako príklad uvádzam: signifikantný nárast produkcie v sektore poľnohospodárstva, potravinárskom priemysle a výrobe priemyselných produktov. Nárast produkcie sa mal objaviť aj v sektore netrhových služieb a sektore ťažby nerastných surovín. Signifikantný nárast obchodu s členskými krajinami EÚ. Dodatočný rast HDP bol prognózovaný na 0,8 percent a mnohé iné. Vplyvy vstupu sa nedostavia ihneď, ale výhody prevážia náklady.

## 4.2 Štúdia dopadu priamych zahraničných investícií v automobilovom priemysle na ekonomiku SR

Štúdia vznikla na základe zmluvy medzi Ministerstvom financií SR a Ústavom slovenskej a svetovej ekonomiky SAV (pozri[7]). Kolektív riešiteľov aplikoval model CGE na prognózu dopadu priamych zahraničných investícií na ekonomiku Slovenskej republiky. V modeli sa predpokladali investície realizované svetovými automobilovými spoločnosťami VW, PSA a KIA v rokoch 2000 až 2006. V druhej časti štúdie je prognózovaný celkový dynamický dopad. V štúdiu sa simuluje ekonomika SR v období rokov 2000-2013.

Ako dátová základňa bola použitá SAM matica za rok 2000. Pre kvantifikáciu dopadu investícií bol produkčný sektor agregovaný do sektorov: poľnohospodárstvo, ťažba nerastných surovín, automobilový priemysel, ostatný spracovateľský priemysel, výroba a rozvod elektriny, stavebníctvo, obchod, doprava a spoje, finančné sprostredkovanie, prenájom nehnuteľností, podnikateľské činnosti, verejná správa a obrana, povinné sociálne zabezpečenie, vzdelávanie, zdravotná a sociálna starostlivosť a ostatné verejné služby.

Jeden z predpokladov modelu je prílev financií do sektoru automobilového priemyslu v priemere 15 mld. Sk ročne v období rokov 2000-2006. Ďalším predpokladom je dosiahnutie produkcie už spomínanými automobilkami vo výške 600000 áut v roku 2010 a počet zamestnancov v sektore v tom istom roku sa odhadol na 18500. Úroveň výmenného kurzu sa v roku 2010 predpokladal 35,5 SKK/EUR. Z výsledkov modelu vznikli mnohé široko interpretované závery. Spomeniem len niekoľko najdôležitejších.

Celkový vplyv priamych zahraničných investícií na ekonomiku reprezentovanú HDP je pozitívny. Napočítaný dodatočný priemerný ročný rast HDP v období 2000-2006 je 0,6 percentuálneho bodu.

V porovnaní so scenárom bez priamych zahraničných investícií, priemerná ročná spotreba domácností rastie pomalšie skoro o 0,5 percentuálneho bodu. Keď pokračujeme v porovnávaní rastu HDP v období 2000-2013, zistíme vyšší rast HDP až o 1 percentuálny bod v porovnaní so scenárom bez investícií. Ešte by som spomenul dosiahnutie vyššej hospodárskej výkonnosti vďaka investíciám, o 10 percentuálnych bodov v roku 2013 v porovnaní s budúcou výkonnosťou EÚ25, t.j. bez investícií dosiahne SR 66 percentnú výkonnosť EÚ25 v roku 2013, s investíciami by SR mala dosiahnuť túto hodnotu už v roku 2007.



### 4.3 Ďalšie práce

Ďalej by som už len stručne spomenul nasledovné štúdie. Simulácie vplyvov zmien vybraných daňových parametrov s využitím CGE modelov [2]. V tejto práci z roku 2002 sa riešiteľský kolektív zamerlal na skúmanie sadzieb nepriamych daní. Simulovali niekoľko scenárov: priblíženie sadzieb dane z pridanej hodnoty, zjednotenie základnej a zníženej sadzby DPH a zmeny v daniach u tabakových výrobkov.

Jeden z ďalších projektov, kde bol CGE model aplikovaný, je dynamický CGE model pre hodnotenie scenára finančných alokácií NSRR (NSRR - Národný strategický referenčný rámec)(pozri [5], [6]). V práci sa riešitelia zaoberajú dopadmi alokácie finančných prostriedkov (fondov EÚ a zdrojov zo strany Slovenskej republiky) z návrhu MVarR SR z 3.4.2006. Celkový pozitívny efekt predstavuje napríklad:

- v 2013 nárast HDP o 15,68 percentuálnych bodov oproti základnému scenáru
- vyššia konečná spotreba domácností
- celkový vyšší domáci a zahraničný dopyt bude viesť k vyšším dovozom

V rámci projektu bol vypracovaný aj optimalizovaný scenár, v ktorom bolo navrhnuté alokovať z priority lokálna infraštruktúra 450 mil. a z priority dopravná infraštruktúra 250 mil. Eur do priority výskum, technologický rozvoj a inovácie. Tento scenár vypočítal dodatočný nárast HDP o 0,4 percentuálneho bodu oproti návrhu MVarR SR, zvýšenú dodatočnú konečnú spotrebu domácností a nezmenú konečnú spotrebu vlády ako i mnoho iných pozitívnych efektov.

Nakoniec spomeniem len názvy projektov s CGE modelmi:

- Konštrukcia modelu všeobecnej ekonomickej rovnováhy (pozri[4])
- Ekonomické a sociálne súvislosti vstupu Slovenskej republiky do EÚ (pozri [8])

## 5 Model všeobecnej ekonomickej rovnováhy ekonomiky Slovenskej republiky

Vo zvyšku mojej diplomovej práce budem prezentovať CGE model, ktorý som naprogramoval v softvérovom balíku GAMS (sekcia GAMS) a demonštratívne scenáre, spustené na naprogramovanom modeli.

### 5.1 SAM matica

Za základ mojej SAM matice som si zvolil symetrickú input-ouput komoditno-komoditnú tabuľku za rok 2000 poskytnutú Štatistickým úradom SR. Následne som ju doplnil o chýbajúce údaje z Národných účtov SR. Keďže model je naprogramovaný vo verzii softvéru dostupnej širokej verejnosti, existuje ohraňenie na rozsiahlosť programu ako aj množstva dát, s ktorými je schopný pracovať. Z tohoto dôvodu som tabuľku agregoval na základe OKEČ klasifikácie do piatich sektorov:

- poľnohospodárstvo (AGR),
- automobilový priemysel (CIN),
- ostatný priemysel (IOT),
- trhové služby (SRV),
- netrhové služby (PBL).

Metódu agregovania som našťudoval z publikácie Infostatu SR (pozri [1]). Do sektora poľnohospodárstva som začlenil aj ťažbu nerastných surovín. Sektor automobilového priemyslu obsahuje iba jeden produkčný sektor. Ostatný priemysel obsahuje spracovateľský priemysel. Trhové služby pozostávajú z výroby a rozvodu elektriny, stavebníctva, obchodu, dopravy a spojov, finančného sprostredkovania, prenájmu nehnuteľností a nakoniec podnikateľskej činnosti. Sektor netrhových služieb pokrýva verejnú správu a obranu, povinné sociálne zabezpečenie, vzdelávanie, zdravotnú a sociálnu starostlivosť a zvyšok ostatných verejných služieb.

Hodnoty v jednotlivých bunkách sú zaokrúhlené na 3 desatinné miesta, aby sa čo najviac eliminovali nepresnosti vznikajúce výpočtami.

Tabulka 1: Agregovana SAM matrica za rok 2000

	AGR	CIN	IOT	SRV	PBL	L	TL	K	TP	TG	HH	G	INV	EX
AGR	30,473	0,000	9,160	51,170	51,170						34,896	0,228	3,862	9,407
CIN	0,346	40,918	6,680	3,309	0,236						11,2	0,000	2,8	98,683
IOT	15,830	37,632	297,806	106,029	20,471						168,3	14,5	91,7	398,532
SRV	15,246	7,755	127,825	469,636	41,472						222,158	8,299	132,861	144,606
PBL	0,805	0,166	2,962	4,852	15,080						26,540	170,563	0,826	9,700
L	16,835	2,9	74,2	125,621	74,177									10,3
TL	5,517	1,0	24,3	41,168	24,309									
K	30,777	8,2	84,5	282,626	42,244									
TP	-10,166	0,1	2,4	-0,283	-0,203									
TG	2,282	0,5	13,0	14,847	4,939									
HH						302,6		414,3				57,3		25,7
G							96,3	34,1	-8,2	35,1	100,8			2,7
INV											202,4	5,2		24,4
IM	120,473	64,965	421,985	70,883	6,115	1,4					33,5	4,6		

Ako som už v kapitole 2 spomínal, riadky SAM matice predstavujú príjmy a stĺpce výdavky sektorov. Pre zjednodušenie vysvetľovania účtov, si zavediem označenie  $SAM[i,j]$ ,  $i$  predstavuje riadok a  $j$  stĺpec v matici.

### Účet medzispotreby

Štvorcová matica začínajúca účtom  $SAM[AGR,AGR]$  až po účet  $SAM[PBL,PBL]$  tvorí medzispotrebu komodít produkčnými sektormi v ekonomike. Ako príklad uvádzam účet  $SAM[AGR,SRV]$ : z pohľadu riadku označuje príjem prostriedkov sektoru poľnohospodárstva zo sektoru služieb, naopak keď sa naň pozrieme z pohľadu stĺpca, predstavíme si príjem komodít sektorom služieb zo sektoru poľnohospodárstva.

### Účet L, K

Práca L a kapitál K sa v riadku podieľajú v rôznych mierach na výrobe komodít v jednotlivých sektoroch. Napríklad účet  $SAM[L,CIN]$  v riadku hovorí o poskytnutej práci automobilovému priemyslu v hodnote 2,9 mld. SK, zatiaľ čo v stĺpci čítame tento údaj ako vyplatenie miezd zamestnancom v sektore automobilového priemyslu v hodnote 2,9 mld. SK. V riadku práce a stĺpci EX pozorujeme nenulovú hodnotu. V riadku ide o poskytnutú prácu slovenskými zamestnancami zahraničným subjektom. Analogicky čítame údaje v riadku pre kapitál.

V priesečníku stĺpcov L,K a domácností HH vidíme príjmy domácností zo pracovnej činnosti a kapitálu. Analogicky vieme odvodiť účet nachádzajúci sa v priesečníku stĺpcu K a riadku G. Účet, kde sa krížia L a IM, odzrkadľuje objem práce zahraničných subjektov na našom trhu.

### Účet TL, TP, TG

Riadky spomenutých účtov čítame ako: TL je daň z objemu odvedenej práce a jej ceny. V TP je obsiahnutá daň z produkcie, avšak všimnime si zápornú hodnotu dane v sektore poľnohospodárstva, trhových služieb a netrhových služieb. V prvom prípade ide o dotácie poľnohospodárov štátom. Analogicky si odvodíme ostatné záporné položky. TG predstavuje daň z produktov. Ide o daň uvalenú na vyprodukovanú jednotku. Všetky tri dane sa vzťahujú na výrobné sektory v ekonomike. V priesečníku stĺpcov daní a riadku G vidíme celkový príjem štátu z daní.

## Účet HH

Riadok domácností som už čiastočne popísal. Ďalej sa riadok pretína so stĺpcami G a EX. V modeli označujeme tieto hodnoty ako transféry vlády a zahraničia domácnostiam.

Na priesečníku stĺpca domácností a výrobných sektorov nachádzame objem spotrebovaných komodít domácnosťami. Spodná časť stĺpca reprezentuje transféry domácností vláde (G) a do zahraničia (EX) a odloženú časť zo spotreby domácností (INV).

## Účet G

V riadku vlády chýba popísať už len účet zahraničia, ktorý zahŕňa transféry vlády do zahraničia. Analogicky ako pri domácnostiach odvodíme priesečník stĺpca vlády a výrobných sektorov. V spodnej časti som popisoval transféry domácnostiam a doplním ešte transféry do zahraničia. Posledný nepopísaný účet v stĺpci vlády sú investície, ktoré predstavujú odloženú časť zo spotreby vlády.

## Účet INV

Riadok investícií vo vzťahu k domácnostiam a vláde je definovaný. Zostáva položka spojená so zahraničím - obchodná bilancia. Celkové množstvo investícií produkčných sektorov vidíme v stĺpci INV.

## Účet IM, EX

Import, v SAM matici IM, charakterizovaný riadkom doplním popisom kde sa prekrýva s výrobnými sektormi. Týchto 5 účtov predstavuje objem komodít importovaných na slovenský trh. Naopak stĺpec EX vyjadruje produkciu slovenských sektorov vyvezenú do zahraničia. Ostatné účty zahraničia som už definoval.

## 5.2 Model

SAM matica je agregovaná na požadovaný tvar, tak aby sa s ňou dalo pracovať. V tomto odseku prejdeme na konštrukciu modelu.

Začneme načítavaním „benchmarkových“ hodnôt <sup>2</sup> zo SAM matice. Ďalej kalibrujeme model, čo znamená napočítať hodnotu parametrov funkcií zkomponovaných v modeli. Podkladom pre kalibráciu je SAM matica, kde sú z predpokladu optimálneho správania sa subjektov na trhu zaznamenané množstvá produkcie a spotreby.

V modeli som použil tvar Cobb-Douglsovej produkčnej funkcie pri dopytovej funkcii sektorov po kapitáli v rámci pridanej hodnoty, pri dopytovej funkcii sektorov po práci v rámci pridanej hodnoty, pri dopytovej funkcii sektora produkujúceho blahobyt, pri dopytovej funkcii vlády po spotrebe X a Y, pri dopytovej funkcii sektora produkujúceho agregátne investície domácností po X a Y. Tvar Leontieffovej produkčnej funkcie som použil pri dopytovej funkcii dopytu po X a Y v medzispotrebe, pri dopytovej funkcii dopytu po pridanej hodnote v rámci domácej produkcie, pri dopytovej funkcii dopytu po medzispotrebe v rámci domácej produkcie. Tvar CET funkcie som použil pri exporte a tvar CES produkčnej funkcie pri importe. Nasleduje definovanie rovníc modelu:

### Rovnice dopytu na trhu:

$$\begin{aligned}
 K^i &= K^i(VA^i, P_L, P_K, T\_L, T\_P) \\
 L^i &= L^i(VA^i, P_L, P_K, T\_L, T\_P) \\
 X_j^i &= X_j^i(IC^i, P^A, P_L, P_K) \\
 VA^i &= VA^i(Y^i, P_i^{VA}, P_i^{IC}) \\
 IC^i &= IC^i(Y^i, P_i^{VA}, P_i^{IC}) \\
 H_i &= H_i(TH, P_i^A, T\_G) \\
 G_i &= G_i(TG, P_i^A) \\
 INV_i &= INV_i(TINV, P_i^A)
 \end{aligned}$$

### Rovnice nulového zisku:

$$\begin{aligned}
 VA_i P_i^{VA} &= (P_K + T\_P)K_i + (P_L(1 + T\_L))L_i \\
 IC_i P_i^{IC} &= \sum_j P_j^A X_j^i \\
 Y^i P_i &= P_i^{VA} VA_i + P_i^{IC} IC_i \\
 P_H TH &= \sum_i (P_i^A + T\_G) H_i
 \end{aligned}$$

---

<sup>2</sup>benchmarkové hodnoty - slúžia ako počiatočné nastavenie hodnôt premenných, dopočítavajú sa z nich niektoré exogénne premenné

$$\begin{aligned}
P_{TG}TG &= \sum_i P_i^A G_i \\
P_{TINV}TINV &= \sum_i P_i^A INV_i \\
DS_i P_i^{DS} &= P_i^D D_i + IM_i P_i^{IM} \\
A^i P_i^A &= P_i^D D_i \\
Y^i P_i &= P_i^D D_i + P_i^{EX} EX_i
\end{aligned}$$

**Rovnice nastavenia cien:**

$$\begin{aligned}
P_i^{EX} &= P_i^{WORLD} P_{ER} \\
P_i^{IM} &= P_i^{WORLD} P_{ER}
\end{aligned}$$

**Rovnice rovnováhy na trhoch:**

$$\begin{aligned}
TL &= \sum_i L^i + trans_{ZAH}^L - trans_L^{ZAH} \\
TK &= \sum_i K^i \\
A^i &= \sum_j X_j^i + H_i + G_i + INV_i \\
DS_i B_{-} A^i &= B_{-} DS_i A^i
\end{aligned}$$

**Import:**

$$\begin{aligned}
D_i &= D_i(DS_i, P_i^D, P_i^{IM}) \\
IM_i &= IM_i(DS_i, P_i^D, P_i^{IM})
\end{aligned}$$

**Export:**

$$\begin{aligned}
D_i &= D_i(P^i, P_i, P_i^{EX}) \\
EX_i &= EX_i(Y^i, Y_i, P_i^{EX})
\end{aligned}$$

**Rozpočtové ohraničenia:**

$$\begin{aligned}
TH * P_{TH} &= beta\_C\_H * M\_H \\
TG * P_{TG} &= beta\_C\_G * M\_G \\
TINV * P_{TINV} &= (M\_H(1 - beta\_C\_H) + M\_G(1 - beta\_C\_G) + OB)
\end{aligned}$$

**Príjmy spotrebiteľských sektorov:**

$$\begin{aligned}
M\_H &= beta\_K\_H * P_K * TK + P_L * TL + (trans_G^{HH} - trans_{HH}^G) P_H \\
&\quad + (trans_{ZAH}^{HH} - trans_{HH}^{ZAH}) P_{EX} \\
M\_G &= \sum_i (T_L * L^i * P_L + T\_P * K^i + T\_G_i + T\_G_i * H_i) H_i \\
&\quad + P_K * beta\_K\_G * TK + (trans_{HH}^G - trans_G^{HH}) P_H \\
&\quad + (trans_{ZAH}^G - trans_G^{ZAH}) P_{EX}
\end{aligned}$$

**Obchodná bilancia:**

$$OB = \sum_i (IM_i P_i^{IM} - EX_i P_i^{EX}) + (trans_G^{ZAH} - trans_{ZAH}^G + trans_H^{ZAH} - trans_{ZAH}^H) P_{EX} + (trans_{ZAH}^L - trans_L^{ZAH}) P_L$$

**Numeraire:**

$$p_L = 1$$

**Endogénne premenné:**

$X_j^i$  – dopyt po komodite  $j$  v sektore  $i$

$L^i$  – dopyt po práci v sektore  $i$

$K^i$  – dopyt po kapitáli v sektore  $i$

$VA^i$  – dopyt po pridanej hodnote v sektore  $i$

$IC^i$  – dopyt po medzispotrebe v sektore  $i$

$H_i$  – dopyt po komodite  $i$  v sektore domácností

$G_i$  – dopyt po komodite  $i$  v sektore vlády

$INV_i$  – dopyt po komodite  $i$  v sektore investícií

$IM_i$  – množstvo importovaných tovarov v sektore  $i$

$EX_i$  – množstvo exportovaných tovarov v sektore  $i$

$A_i$  – domáca (armingtonova) ponuka v sektore  $i$

$Y^i$  – domáca produkcia v sektore  $i$

$D^i$  – domáca produkcia v sektore  $i$  určená pre domáci trh

$DS_i$  – domáca spotreba v sektore  $i$

$TH$  – celkový blahobyt domácností

$TG$  – celkový blahobyt vlády

$TINV$  – celkový blahobyt sektoru investícií

$TL$  – celková ponuka práce

$TK$  – celková zásoba kapitálu

$M_H$  – príjem domácností

$M_G$  – príjem vlády

$OB$  – bilancia zahraničného obchodu

$P_{EX}$  – výmenný kurz

$P_i$  – cena domácej produkcie v sektore  $i$

$P_L$  – cena práce

$P_K$  – cena kapitálu

$P_i^{VA}$  – cena pridanej hodnoty

$P_i^{IC}$  – cena medzispotreby

$P_i^{IM}$  – cena importov

$P_i^{EX}$  – cena exportov



$P_i^A$  – cena na domácom trhu  
 $P_i^{DS}$  – cena domácej spotreby  
 $P_i^D$  – cena domácej produkcie určenej pre domáci trh  
 $P_{TH}$  – cenová hladina spotreby sektoru domácností  
 $P_{TG}$  – cenová hladina spotreby sektoru vlády  
 $P_{TINV}$  – cenová hladina spotreby sektoru investícií

**Exogénne premenné:**

$beta\_C\_H$  – sklon domácností k spotrebe  
 $beta\_C\_G$  – sklon vlády k spotrebe  
 $P_i^{WORLD}$  – svetová cena importu a exportu komodity  $i$

### 5.3 Uzávery modelu

Takto zadefinovaný model obsahuje 33 rovníc a 39 premenných. Aby softvér GAMS vypočítal jednoznačné optimálne riešenie, potrebujeme upraviť počet premenných vhodnou fixáciou niektorých premenných. Konkrétne musíme dosiahnuť stav 33 rovníc a 33 endogénnych premenných. Z toho vyplýva fixácia šiestich premenných, čím zmeníme ich postavenie v modeli na exogénne dané. V mojom modeli som sa rozhodol zafixovať všetky zapracované dane - t.j. 3 premenné a obchodnú bilanciu - t.j. 1 premenná. Ostáva fixovať 2 ďalšie. Bežný postup v CGE modeloch je voľba medzi dvoma prístupmi pohľadu na ekonomiku: klasický a Keynesiánsky. Na základe čoho fixujeme dve z nasledovných premenných: TK - celkový kapitál

TL - celková práca

TINV - celkové investície

Fixáciou premenných dosiahneme takzvané uzavretie modelu (pozri[6]).

#### 5.3.1 Klasický prístup

Pohľad na ekonomiku klasickým prístupom fixuje celkovú prácu, a celkový kapitál v ekonomike, čo je spôsobené predpokladom neexistencie nerovnováhy na trhu implikujúce efektívne využitia výrobných faktorov. Celkovú ponuku kapitálu na trhu nastavíme na benchmarkovú hodnotu kapitálu. Celková ponuka práce sa nastaví obdobne ako kapitál, na benchmarkovú hodnotu celkovej ponuky práce. Celkový objem investícií ostáva pre model endogénnou premennou.

$$\overline{TK} = \sum_i K_i$$

$$\overline{TL} = \sum_i L_i$$

kde

$\overline{TK}$  – je uzáver celkovej ponuky kapitálu na trhu,

$\overline{TL}$  – je uzáver celkovej ponuky práce na trhu.

#### 5.3.2 Keynesiánsky prístup

Keynesiánsky prístup fixuje celkový objem investícií, a celkovú ponuku kapitálu v ekonomike. Dôvodom je predpoklad nerovnováhy na trhu a odrážajúcej

sa v existencii nezamestnanosti. Celková ponuka kapitálu je preto spolu s celkovým objemom investícií nastavená na ich benchmarkovú hodnotu. Celková ponuka práce ostáva pre model endogénnou premennou.

$$\overline{TK} = \sum_i K_i$$

$$\overline{TINV} = \sum_i INV_i$$

kde

$\overline{TK}$  – je uzáver celkovej ponuky kapitálu,  
 $\overline{TINV}$  – je uzáver celkovej ponuky investícií.

## 6 Demonštratívne scenáre

Táto kapitola je venovaná dvom demonštratívnym scenárom spustených na model, opisovaný v kapitole 5. V každom zo scenárov som sa rozhodol do ekonomiky v stave rovnováhy zaviesť jeden šok. Prvým bude zvýšenie kapitálu v automobilovom priemysle o nemarginálnu hodnotu, zatiaľ čo v druhom budem zavádzať šok zmeny výmenného kurzu. V oboch prípadoch popíšem dopady na ekonomiku.

### 6.1 Šok v automobilovom priemysle

Do slovenskej ekonomiky od začiatku nového tisícročia vstúpili dvaja veľký hráči v oblasti automobilového priemyslu - KIA a PSA. V tomto odseku sa budem zaoberať dopadmi vstupu zahraničných investorov na ekonomiku Slovenskej republiky.

Moja SAM matica obsahuje dezagregovaný sektor priemyslu na automobilový priemysel a ostatný priemysel, čím môžeme jednoducho zaviesť šok len do automobilového priemyslu.

Pre tento scenár som prijal predpoklad klasického správania sa ekonomiky. V modeli som zafixoval nasledovné premenné: daň z práce, daň z produktov, daň z produkcie, celková ponuka práce, celkovú ponuku kapitálu a objem kapitálu v automobilovom priemysle.

Vplyv zahraničných investorov na ekonomiku som poňal ako jednorázové dodatočné zvýšenie kapitálu v sektore automobilového priemyslu. Navyše som prijal predpoklad: každý výrobca automobilov na Slovensku (VW, KIA, PSA) bude v sektore automobilového priemyslu investovať rovnaký objem kapitálu. Na základe tohto predpokladu som objem kapitálu v tomto sektore ztrojnásobil a celkový kapitál v ekonomike som navýšil o objem kapitálu, ktorý do ekonomiky vstúpil šokom. Obchodná bilancia a výmenný kurz sú pre model endogénne premenné. Ako numeraire som zvolil štandardne cenu práce, vzhľadom na ktorú počítame zmeny v ekonomike.

Po spustení modelu ekonomika v novom rovnovažnom stave zaznamenala niekoľko signifikantných zmien. Zmenu produkcie v jednotlivých odvetviach zanázorňuje tabuľka 2. Porovnanie dovozu a vývozu v produkčných sektoroch je zachytené v tabuľke 3. Celkovú kumulatívnu zmenu HDP a zložiek jej užitia popisuje tabuľka 4.

Tabuľka 2: Porovnanie produkcie v produkčných sektoroch

	P2000	P*	%
AGR	105,663	107,593	1,8%
CIN	98,673	292,572	196,5%
IOT	715,820	762,991	6,6%
SRV	1084,128	1029,981	-5,0%
PBL	220,986	223,521	1,2%
SUM	2225,27	2416,66	8,6%

Kde stĺpec P2000 označuje produkciu sektoru v roku 2000, P\* produkciu v novom rovnovažnom stave a posledný stĺpec udáva percentuálnu zmenu medzi oboma stavmi ekonomiky. Posledný riadok v tabuľke udáva objem hrubej produkcie v ekonomike.

Tabuľka 3: Porovnanie dovozu a vývozu v produkčných sektoroch

	V2000	V*	V%	D2000	D*	D%
AGR	9,407	9,614	2,2%	120,451	122,120	1,4%
CIN	98,683	292,598	196,5%	64,965	144,699	122,7%
IOT	398,532	423,909	6,4%	421,985	453,093	7,4%
SRV	144,606	137,633	-4,8%	70,883	67,183	-5,2%
PBL	9,700	9,710	0,1%	6,115	6,256	2,3%

Stĺpce V2000 a D2000 zobrazujú vývoz a dovoz za sektory v roku 2000, zatiaľ čo stĺpce V\* a D\* obsahujú údaje o vývoze a dovoze v novej rovnováhe ekonomiky. V% a D% udávajú percentuálnu zmenu nového stavu oproti pôvodnému.

Tabuľka 4: Celková kumulatívna zmena HDP a zložiek jeho užitia

	% zmena
Spotreba domácností	2,1%
Spotreba vlády	1,4%
Investície	-42,7%
Domáci dopyt	3,9%
Vývoz	32,2%
Dovoz	15,9%
HDP	2,0%

Hodnoty v druhom stĺpci predstavujú percentuálne zmeny v prislúchajúcich zložkách oproti pôvodnému rovnovážnemu stavu.

Príchodom zahraničných investícií do ekonomiky popísanej za rok 2000 jednorázovo nastal posun ekonomiky do nového stavu. Keďže sa jedná o komparatívno statický CGE model, nevieme presne určiť kedy tento stav nastane. Predpokladajme preto obdobie 5 rokov, kým sa naplno spustí nová výrobná prevádzka v našom uvažovanom sektore. Treba mať na zreteli skutočnosť, že zmeny v ekonomike sú popisované vzhľadom na cenu práce.

Celková produkcia v sektore automobilového priemyslu vzrástla o 196,5% čo malo sekundárny dopad na signifikantný nárast produkcie v ostatnom priemysle o 6,6%. Posilnenie koruny voči zahraničnej mene o 2,1% zapríčinil pokles trhových služieb o 5,0%. Celková produkcia v sektore poľnohospodárstva vzrastie o 1,8% a vývoz percentuálne prevýši dovoz avšak v absolútnych hodnotách je to naopak. Z dôvodu zvýšenej produkcie v automobilovom priemysle určenej hlavne na vývoz stúpol, celkový vývoz počas nami predpokladaných 5 rokov o 32,2%, dovoz taktiež vzrastie avšak menej ako vývoz „iba“ o 15,9% vďaka zvýšenému domácomu dopytu a dovoznej náročnosti SR. Prebytok obchodnej bilancie by mal dosiahnuť hodnotu 77,7 mld. SK. Ďalej pozorujeme silný kumulatívny pokles investícií o 42,7%, spôsobeným prebytkom obchodnej bilancie. Vzhľadom na zvýšenú produkciu na domácom trhu, príjmy domácností vzrastú, čo spôsobí zvýšenú spotrebu domácností. Celkové príjmy vlády ostali prakticky nezmenené.

Zmena hrubej produkcie predstavuje nárast o približne 191 mld. SK, avšak z toho slovenskí subdodávatelia dodali komodity v objeme necelých 17 mld. SK. Dátová základňa zobrazuje správanie sa slovenských subdodávateľov za

rok 2000. Tu vidím priestor pre zvýšenie slovenskej produkcie, ak by sa tu-zemskí subdodávatelia stali viac konkurencieschopnejšími voči zahraničným. Celkový vplyv na výkonnosť ekonomiky reprezentovanú makroekonomickou veličinou HDP je pozitívny. Dodatočný kumulatívny nárast HDP počítanej spotrebnou metódou predstavuje 2,0%.

## 6.2 Šok v výmenného kurzu

Do ekonomiky v rovnovážnom stave zavediem šok zhodnotenia výmenného kurzu. Posilnenie slovenskej koruny voči zahraničnej mene predstavuje 20 percentné zhodnotenie.

Pre tento scenár som prijal predpoklad klasického správania sa ekonomiky. V modeli som zafixoval nasledovné premenné: daň z práce, daň z produktov, daň z produkcie, celková ponuka práce, celkovú ponuku kapitálu a výmenný kurz. Obchodná bilancia je pre model endogénna premenná. Ako numeraire som štandardne zvolil cenu práce.

Po zavedení šoku do modelu a následnom spustení, ekonomika v novom rovnovážnom stave zaznamenala niekoľko zmien. Zmenu produkcie v jednotlivých odvetviach zanázorňuje tabuľka 5. Porovnanie dovozu a vývozu v produkčných sektoroch je zachytené v tabuľke 6. Celkovú kumulatívnu zmenu HDP a zložiek jej užitia popisuje tabuľka 7.

Tabuľka 5: Porovnanie produkcie v produkčných sektoroch

	P2000	P*	%
AGR	105,663	81,280	-23,1%
CIN	98,673	0,072	-99,9%
IOT	715,820	483,534	-32,5%
SRV	1084,128	1285,011	18,5%
PBL	220,986	221,763	0,4%
SUM	2225,27	2071,66	-6,9%

Kde stĺpec P2000 označuje produkciu sektoru v roku 2000, P\* produkciu v novom rovnovážnom stave a posledný stĺpec udáva percentuálnu zmenu medzi oboma stavmi ekonomiky. Posledný riadok v tabuľke udáva objem hrubej produkcie v ekonomike.

Tabuľka 6: Porovnanie dovozu a vývozu v produkčných sektoroch

	V2000	V*	V%	D2000	D*	D%
AGR	9,407	5,460	-42,0%	120,451	128,204	6,4%
CIN	98,683	0,073	-99,9%	64,965	32,269	-50,3%
IOT	398,532	207,309	-48,0%	421,985	574,998	36,3%
SRV	144,606	122,362	-15,4%	70,883	127,091	79,3%
PBL	9,700	6,955	-28,3%	6,115	8,793	43,8%

V tabuľke 6 stĺpce V2000 a D2000 zobrazujú vývoz a dovoz za sektory v roku 2000, zatiaľčo stĺpce V\* a D\* obsahujú údaje o vývoze a dovoze v novej rovnováhe ekonomiky. V% a D% udávajú percentuálnu zmenu nového stavu oproti pôvodnému.

Tabuľka 7: Celková kumulatívna zmena HDP a zložiek jeho užitia

	% zmena
Spotreba domácností	8,0%
Spotreba vlády	2,9%
Investície	184,9%
Domáci dopyt	14,4%
Vývoz	-48,2%
Dovoz	27,3%
HDP	-3,9%

Hodnoty v druhom stĺpci predstavujú percentuálne zmeny v prislúchajúcich zložkách oproti pôvodnému rovnovážnemu stavu.

Vplyvom zmeny výmenného kurzu sme vychýlili ekonomiku, avšak model vypočítal nový rovnovážny stav, ktorý by v reálnej ekonomike nastal s malou pravdepodobnosťou. Očakávaná subjektov, ktoré nie sú zahrnuté v modeli, by ovplyvnili novú rovnováhu a formovanie ekonomiky iným smerom. Predpokladajme časový interval prechodu od pôvodného stavu ekonomiky do nového na 5 až 6 rokov.

Zhodnocovanie koruny zapríčinilo pokles vývozu našich produktov do za-



hraničia, kde sa stali slovenské produkty menej konkurencie schopné. Tento fakt mal najviac negatívny efekt na produkciu v automobilovom priemysle - pokles o 99,9%, kde takmer celý objem produkcie smeruje na zahraničné trhy. Dátová základňa v modeli popisuje správanie sektoru automobilového priemyslu za rok 2000 reprezentovaným VW. Vtedajší VW produkoval motorové vozidlá vysoko citlivé na zmenu ceny. Ide o segment malých motorových vozidiel a motorových vozidiel nižšej strednej triedy. Zmena výmenného kurzu smerom k zhodnocovaniu SK sa premietne negatívne do ceny výrobkov, čo zníži zaujímavosť produkcie motorových vozidiel v SR. Z tohoto dôvodu zaznamenávame masívne zníženie produkcie v sektore spomínaného priemyslu. Dnešný sektor automobilového priemyslu má inú štruktúru produkcie a kvalitatívne odlišnú produkciu, ktorá je podstatne menej cenovo citlivá. Sektor ostatného priemyslu vyvážal nadpolovičnú väčšinu do zahraničia. Zavedením šoku znížil produkciu o 32,5%. Negatívny dopad šoku sa odrazil aj na produkcii poľnohospodárskeho sektoru poklesom o 23,1%. Sektor trhových služieb zaznamenal ako jediný nárast produkcie o 18,5%, zapríčinený menším vývozom svojej produkcie do zahraničia, čím sa zníži závislosť od zmeny výmenného kurzu. Sektor netrhových služieb ostáva takmer nezmenený.

Vývoz slovenských produktov do zahraničia sa oslabí v každom sektore, čo predstavuje 48,2% pokles celkového vývozu oproti pôvodnému scenáru. Na druhej strane dovoz stúpne v každom sektore - okrem sektoru automobilového priemyslu, ktorý skoro pozastavil výrobu a preto nedopytuje komodity pre vlastnú medzispotrebu. Celkový dovoz stúpne o 27,3%. Deficit obchodnej bilancie stúpne na 422,3 mld. SK. Kumulatívny investície vykazujú nárast o 184,9%, čo je zapríčinené negatívnym dopadom šoku na netto export. Platobná bilancia sa vyrovnáva príchodom zahraničných investícií do ekonomiky, čím implikujeme nárast celkových investícií. Vzhľadom na fakt, že domácnosti poskytujú pridanú hodnotu tvoriacu výraznú časť vstupov produkcie trhových služieb, jej nárastom sa implikuje zvýšená spotrebu domácností, t.j. o 8,0%. Spotreba vlády stúpla o 2,9%.

Celkový vplyv na výkonnosť ekonomiky reprezentovanej cez HDP je negatívny. Dodatočný kumulatívny pokles HDP počítanej spotrebnou metódou predstavuje -3,9%.

## 7 GAMS

Môj CGE model je naprogramovaný v programovacom jazyku GAMS (General Algebraic Modeling System). Ako som už spomínal v kapitole 5., použil som verziu verejne dostupnú a voľne šíriteľnú. I keď je verzia značne obmedzená na počet rovníc a premenných v modeli, dá sa ňou do istej miery simulovať aj problematika ekomoniky Slovenskej ekonomiky. Chcel by som vyjadriť spokojnosť s jednoduchosťou definovania rovníc a premenných do modelu, taktiež komunikáciu programu s užívateľom v prípade nastatia chyby v programe. Užitočnou pomôckou mi bol súbor s koncovkou .lst, ktorý mi pomohol pri doladovaní chýb. Za výhodu považujem schopnosť GAMS-u transformovať program do podmienok rôznych solverov, ktoré následne naprogramovanými procedúrami problém mnou zapísaný do rovníc riešia. Pri výpočtoch som používal slover CONOPT určený pre úlohy nelineárneho programovania, akými sú aj modely CGE.

## Záver

Cieľ tejto diplomovej práce bol skonštruovať jednoduchý komparatívno-statický CGE model ekonomiky Slovenskej republiky. Konštrukcia pozostávala z niekoľkých etáp. Etapa 1. zhromaždenie dát a následné spracovanie do tvaru požadovaného pre potreby diplomovej práce. Etapa 2. naštudovanie postupu konštrukcie komparatívno statického CGE modelu, jeho samotná konštrukcia a odladenie. Etapa 3. demoštrovať skonštruovaný model na scénároch.

Ako som sa mal možnosť presvedčiť, výsledky napočítané modelom nie vždy zodpovedajú ekonomickej intuícii. Predpokladám, že dôvodom môže byť aj jednoduchosť modelu vyplývajúca z obmedzení na počet rovníc a premenných. Dezagregácia na viac produkčných sektorov, by pomohla hlbšie pochopiť a analyzovať nemarginálne zmeny tokov medzi odvetviami po zavedení šoku do ekonomiky. Problém interpretácie môže do veľkej miery súvisieť aj s uzávermi modelu, ktoré ani pri prijatej klasickej teórii (plná zamestnanosť), ani pri Keynesiánskej (fixný objem celkových investícií) nezodpovedajú skutočnosti akej sa ekonomika správa.

Silnou stránkou CGE ostáva, okrem dátovej základne zachytávajúcej toky v ekonomike počas jedného roku, popisovanie ekonomiky pomocou produkčných funkcií. Funkcie jasne definujú správanie sa vstupov pri konkrétnych sektoroch (napríklad nezameniteľnosť komodít v medzispotrebe). V prílohe prikladám zdrojový kód v programovacom jazyku GAMS.

## Literatúra

- [1] BERNADIČ, F. - HAJNOVIČOVÁ, V. - LAPIŠÁKOVÁ, J. (2005): Národné účty, Tabuľky dodávok a použitia, Matica sociálneho účtovníctva, *Inštitút infomatiky a štatistiky v Bratislave*
- [2] BRUNOVSKÝ, P. - PÁLENÍK, V. - KOTOV, M. - MRÁZ, M. (2002): Simulácie vplyvov zmien vybraných daňových parametrov s využitím CGE modelov, Združenie pre ekonomické modelovanie, prognózy a analýzy
- [3] KOTOV, M. (2002): Modely všeobecnej ekonomickej rovnováhy, *Fakulta Matematiky, Fyziky a Informatiky Univerzity Komenského v Bratislave*
- [4] KOTOV, M. - PÁLENÍK, V. (2003): Konštrukcia modelu všeobecnej ekonomickej rovnováhy, *Bratislava*, Združenie pre ekonomické modelovanie, prognózy a analýzy
- [5] KVETAN, V. - MLÝNEK, M. - RADVANSKÝ, M. (2006): Dynamický CGE model pre hodnotenie scenára finančných alokácií NSRR, *Nepublikovaná literatúra*
- [6] PÁLENÍK, V. (2006): Finančné alokácie NSRR a potreba ich optimalizácie, *Nepublikovaná literatúra*
- [7] PÁLENÍK, V. - ĎURÁŠ, J. - HRIVNÁKOVÁ, J. - KVETAN, V. (2004): Prognóza efektov hospodárskej stratégie CGE modelom, *Expertízna štúdia č.: 58, Bratislava*
- [8] PÁLENÍK, V. - KOTOV, M. - KOTULIČ BUNTA, J. (2004): Review of Recent CGE Applications in the Slovak Republic's Economy, *Belgicko, Brusel*  
[http://www.ecomod.net/conferences/iioa2004/iioa2004\\_papers.htm/](http://www.ecomod.net/conferences/iioa2004/iioa2004_papers.htm/)
- [9] SEKEREŠ, S. (2006): Teória statických a dynamických CGE modelov, *Fakulta Matematiky, Fyziky a Informatiky Univerzity Komenského v Bratislave*

# PRÍLOHY