

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

METODE AŽURIRANJA INPUT-OUTPUT TABEL

Ljubljana, september 2003

MAJA SEVER

Izjava

Študentka Maja Sever izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom prof. dr. Iva Lavrača in dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne _____

Podpis: _____

Kazalo

<u>1. Uvod</u>	1
<u>2. Zgodovinski oris input-output analize</u>	2
<u>3. Sistem input-output tabel</u>	3
3.1. Tabele ponudbe in porabe	4
3.2. Simetrične input-output tabele	5
<u>4. Osnove input-output analize</u>	6
4.1. Temeljne predpostavke	6
4.2. Vsebina input-output analize.....	10
4.2.1. Matrika tehničnih koeficientov ali tehnološka matrika	11
4.2.2. Inverzna Leontiefova matrika.....	13
<u>5. Postopek izdelave (sistema) input-output tabel</u>	14
<u>6. Ažuriranje input-output tabel</u>	16
6.1. Opredelitev ažuriranja	16
6.2. (Ne)stabilnost tehničnih koeficientov	18
6.3. Klasifikacija metod ažuriranja	19
6.3.1. Univariatne metode.....	20
6.3.1.1. Proporcionalna korekcijska metoda	21
6.3.1.2. Statistična korekcijska metoda.....	22
6.3.2. Bivariatne metode	23
6.3.2.1. Stone-Brownova ali biproporcionalna ali RAS metoda.....	23
6.3.2.2. Model dvojnih proporcionalnih vzorcev.....	27
6.3.2.3. Postopek izbranih koeficientov	28
6.3.3. Stohastične metode	29
6.3.3.1. Lagrangeva metoda.....	29
6.3.3.2. Minimizacijski pristop.....	32
6.3.3.3. Metoda najmanjših kvadratov.....	36
6.3.3.4. Eurostatova metoda	38
6.4. Novejše metode ažuriranja	41
6.4.1. Kanadska sintetična metoda.....	42
6.4.2. TAU metoda	45
6.5. Evalvacija metod ažuriranja	48
<u>7. Sklep</u>	56
<u>8. Literatura</u>	59
Priloga	

Seznam slik

Slika 1: Poenostavljen shematični prikaz strukture simetrične input-output tabele.....	5
Slika 2: Simetrična input-output tabela skupnih tokov.....	7
Slika 3: Uvozna simetrična input-output tabela.....	9
Slika 4: Posplošen prikaz postopka izdelave sistema input-output tabel.....	14
Slika 5: Shematični prikaz ažuriranja input-output tabel	17
Slika 6: Eurostatova klasifikacija metod ažuriranja input-output tabel	20
Slika 7: Poenostavljen shematični prikaz Eurostatove metode ažuriranja input-output tabel..	40
Slika 8: Prikaz dejanskih in ocenjenih vrednosti tehničnih koeficientov referenčnega leta za PCM in RAS metodo ažuriranja.....	49
Slika 9: Prikaz posameznih in skupnih absolutnih odklonov ocen PCM in RAS metode na ravni tehničnih koeficientov.....	50
Slika 10: Prikaz absolutnih odstotnih napak ocen tehničnih koeficientov za PCM in RAS metodo ažuriranja.....	51
Slika 11: Primerjava odstotnih napak ocen sektorskih multiplikatorjev za PCM in RAS metodo	52
Slika 12: Grafični prikaz primerjav tehtane povprečne absolutne napake ocen BDP-ja po potrošni in dohodkovni metodi za CSA in alternativno metodo ažuriranja za leti 1988 in 1989.....	55

1. Uvod

Input-output ali medsektorska analiza predstavlja pomembno teoretično področje in uporabno analitično orodje v tržni ekonomiji, katerega avtor je ameriški ekonomist ruskega rodu in Nobelov nagrajenec za ekonomijo leta 1974, Wassily Leontief. Input-output analiza temelji na input-output tabelah, ki nudijo prikaz kompleksne sektorske strukture nekega ekonomskega sistema. Danes le-te zavzemajo mesto nepogrešljivega analitičnega pripomočka, ki raziskovalcu omogoča odgovoriti na številna vprašanja o delovanju in strukturnih značilnostih proučevanega gospodarstva.

Na začetku diplomskega dela bo na kratko podan zgodovinski oris nastanka input-output analize. Kljub temu, da se v literaturi kot očeta input-output analize najpogosteje omenja Leontiefovo ime, je konceptualne začetke zadevnega pristopa moč zaznati že nekoliko prej, in sicer v zgodnjih delih Quesnaya, Marxa in ostalih avtorjev.

Danes (v tržem gospodarstvu) input-output tabele tvorijo enega izmed integralnih delov sistema nacionalnih računov, ki predstavlja pomembno informacijsko bazo in je ključni akter pri oblikovanju in izvedbi številnih politik. Gre za sklop oziroma sistem input-output tabel, ki ga sestavljajo tri vrste tabel: tabele ponudbe in porabe, tabele, ki povezujejo tabele ponudbe in porabe s sektorskimi računi in simetrične input-output tabele. V tretjem poglavju bodo predstavljene njihove osnovne značilnosti. Za input-output analizo so bistvenega pomena simetrične input-output tabele. Za lažje razumevanje in obravnavo problematike ažuriranja, je koristno spoznati tudi temeljne predpostavke in vsebinske osnove input-output analize. Slednjim je namenjeno četrto poglavje.

Izdelava input-output tabel je v večini držav v domeni statističnih uradov. Gre za podatkovno, časovno in stroškovno obsežno proceduro, ki temelji na kompleksni obdelavi gmote podatkov različnih statističnih virov. V petem poglavju bo v skrajno posplošenem primeru predstavljen tradicionalni postopek izdelave na podlagi popisnih podatkov.

Pri tradicionalni izdelavi tabel se snovalci slednjih pogosto soočajo s številnimi problemi, najpogosteje s pomanjkljivo podatkovno osnovo, kar predstavlja veliko oviro relevantni sestavi tabel. Bodisi zaradi nezadostne podatkovne baze bodisi zaradi časovno zahtevne obdelave podatkovnega materiala, se sistem input-output tabel ne izdeluje za vsako zaporedno leto, temveč zgolj na nekaj let. Posledično nastaja časovno neskladje med referenčnim letom izdelave in objave tabel, kar znižuje relevantnost in koristnost njihove analitične uporabe v praksi. Iz omenjenih razlogov se tvorniki input-output sistema vse pogosteje poslužujejo alternativnih načinov, katerih prednosti se nahajajo tudi v časovno in stroškovno ugodnejši izdelavi. Jedro diplomskega dela je šesto poglavje. Najprej je smiselno podati jasno opredelitev ažuriranja. Glede na to, da se pri večini metod postopek ažuriranja izvaja na ravni tehničnega koeficienta, je koristno natančneje obravnavati tudi problem (ne)stabilnosti tehničnih koeficientov. Sledil bo metodološki pregled posameznih tehnik ažuriranja po najnovejši Eurostatovi klasifikaciji v obliki treh metodoloških družin (univariatna, bivariatna

in stohastična) ter dopolnitve z novejšimi različicami. Neizpodbitno dejstvo je, da ažuriranje omogoča hitrejšo in cenejšo izdelavo tabel, vendar pogosto bolj ali manj na račun kakovosti tabel, kar se še posebej hitro odraža na relevantnosti input-output podatkov in njihovi aplikaciji v praksi. Zato sta evalvacija in primerjava posameznih metod na podlagi empiričnih testov različnih avtorjev za zadevno tematiko eksistenčnega pomena.

Sledil bo sklepní del, kjer bodo na kratko povzete osnovne ugotovitve diplomskega dela ter poudarjena aktualnost tematike za slovenske snovalce sistema input-output tabel.

2. Zgodovinski oris input-output analize

Input-output analiza zavzema pomembno mesto na področju ekonomskih analiz. V literaturi se kot idejnega očeta najpogosteje omenja ime ameriškega ekonomista ruskega rodu, Wassilyja Leontiefa. Kljub temu pa številni avtorji zagovarjajo, da se je prvotna ideja input-output koncepta pojavila že vsaj pred približno četrto tisočletja in da je Leontief zgolj eden izmed inkrementalnih členov evolucijske input-output verige od Quesnaya dalje (Sekulić, 1980, str. 273). Oporekajo jim avtorji, ki trdijo, da input-output analiza ni le izid nadgradnje del predhodnikov, temveč gre za povsem nov, revolucionarni analitični instrument, ki je namenjen empiričnim raziskavam in analizam na številnih področjih (Baumol, 2000, str. 141).

Konceptualne korenine input-output analize segajo že v obdobje francoskega ekonomista in predstavnika fiziokratizma, Francoisa Quesnaya. Njegov glavni prispevek predstavlja delo z naslovom *Ekonomska tabela oziroma Tableau economique*, ki je bilo objavljeno leta 1758. V njem je nazorno prikazal medsebojno sektorsko odvisnost takratnega francoskega gospodarstva, in sicer v obliki krožnega toka blaga in denarja¹.

Eno izmed izrazitih sledi pri oblikovanju input-output koncepta je zapustil francoski predstavnik marginalistične šole, Leon Walras. Leta 1874 je izdal knjigo z naslovom *Elementi čiste ekonomske politike oziroma Elements d`economie politique pure*. Za prikaz delovanja gospodarstva je v okviru matematične formulacije splošnega ravnotežja podal definicijo tehničnega koeficienta kot količine produkcijskih faktorjev, ki se uporabi pri proizvodnji posameznega proizvoda, ter ga takrat poimenoval koeficient proizvodnje (Norčič, 2000, str. 243). S tem je postavil odlično izhodišče.

Naslednjo razvojno stopnjo input-output analize zavzema Karl Marx, ki je leta 1885 v drugem zvezku *Kapitala oziroma Das Kapital, Buch 2: Der Circulationsprozess des Kapitals* objavil znamenite sheme reprodukcije. Podobno kot Quesnay je tudi Marx gospodarstvo razdelil na dva razreda: razred produkcijskih sredstev in razred potrošnih dobrin². Na podlagi te sektorske definicije je izvedel strukturno analizo njihovih produkcijskih odnosov in s tem

¹ Quesnay je glede na ekonomsko vlogo v reprodukcijskem procesu definiral tri osnovne sektorje oziroma razrede gospodarstva: a) produktivni razred (poljedelstvo), b) sterilni razred (industrija, trgovina) in c) razred lastnikov zemlje in naravnih virov (Kurz, Salvadori, 2000, str. 158).

² Bistvena razlika med Quesnayem in Marxom je ta, da so v Marxovem primeru vsi sektorji gospodarstva produktivni (tj. sposobni generirati presežno vrednost) (Kurz, Salvadori, 2000, str. 159).

podal temelje vsem kasnejšim poskusom makroekonomskega obravnavanja reprodukcije in realizacije družbenega produkta (Norčič, 2000, str. 190).

Walrasov koncept koeficienta proizvodnje je predstavljal odskočišče Wassilyju Leontiefu, ki je leta 1941 s teoretičnim osnovanjem input-output analize v knjigi *Struktura ameriškega gospodarstva, 1919-1939* oziroma *The Structure of American Economy, 1919-1939* obogatil ekonomsko znanost z empirično uporabnim orodjem, primernim za spremljanje gospodarskega dogajanja. Poleg tega je Leontief izdelal tudi svetovni medsektorski model, za kar je leta 1974 postal Nobelov nagrajenec za ekonomijo. Sam Leontief je input-output analizo definiriral kot »neoklasično teorijo splošnega ravnotežja, prilagojeno za empirične raziskave kvantitativne soodvisnosti med povezanimi ekonomskimi aktivnostmi« (Kurz, Salvadori, 2000, str. 176).

Kljub razhajanju mnenj avtorjev o Leontiefovem idejnem prispevku k oblikovanju input-output analize, je dejstvo o ekonomski uporabnosti slednje zagotovo neizpodbitno. Odlika njegovega prispevka se skriva v preobrazbi popolnoma teoretične analize v empirično uporabno, ki omogoča podrobno kvantitativno sliko strukturnih značilnosti vseh delov proučevanega ekonomskega sistema (Kurz, Lager, 200, str. 140). Soodvisnost med različnimi sektorji je podana s pomočjo sistema linearnih enačb, katerih številčne vrednosti koeficientov odražajo strukturne značilnosti ekonomije. Omenjeni koeficienti so najpogosteje izvedeni na podlagi statističnih input-output tabel, ki opisujejo tok proizvodov in storitev med sektorji opazovanega gospodarstva v določenem časovnem obdobju (najpogosteje za obdobje enega leta)³.

Danes se v osrčju input-output analize nahajajo input-output modeli, ki so z razvojem računalniške tehnologije zavzeli primarno vlogo na področju strukturne ekonomske analize in planiranja. Njihova poglobljena lastnost je, da tvorijo nekakšen most med parcialnimi in globalnimi analitičnimi pristopi, med seboj povezanih delov proučevanega gospodarstva (Sekulić, 1980, str. 67).

3. Sistem input-output tabel

Sistem input-output tabel predstavlja enega izmed integralnih delov sistema nacionalnih računov. Glede na to, da bo Slovenija v bližnji prihodnosti vstopila v Evropsko unijo in s tem postala zavezana določilom Evropskega sistema nacionalnih računov (*European System of Accounts 1995 – ESA 95*), je koristno obravnavati sistem input-output tabel znotraj ESA 95. Gre za sistem, ki je bil izdelan izključno za potrebe držav članic Evropske oziroma še posebej Ekonomske in monetarne unije in je vsebinsko v mnogih pogledih bolj podroben od mednarodno primerljivega Sistema nacionalnih računov Združenih narodov (*System of National Accounts 1993 – SNA 93*) (Bregar, Ograjenšek, Bavdaž, 1999, str. 67).

³ Prve input-output tabele so bile izdelane za Sovjetsko zvezo leta 1923, in sicer v okviru priprav prvega petletnega plana, kjer je sodeloval tudi Leontief. Njegove prve samostojno izdelane tabele pa so bile za ameriško gospodarstvo za leti 1919 in 1929.

V okviru ESA 95 je sistem input-output tabel sestavljen iz treh vrst tabel (European System of Accounts 1995, 1995, str. 207):

- tabele ponudbe in porabe,
- tabele, ki povezujejo tabele ponudbe in porabe s sektorskimi računi,
- simetrične input-output tabele.

3.1. Tabele ponudbe in porabe

Tabele ponudbe in porabe (ang. *Supply and Use Tables*) se v literaturi pogosto imenujejo tudi pravokotne tabele (ang. *rectangular*), kar se nanaša na različni dimenziji njihovih vrstic in stolpcev kot posledica uporabe različnih klasifikacij.

Tabela ponudbe prikazuje ponudbo proizvodov po posameznih vrstah proizvodov in po posameznih vrstah proizvajalcev, hkrati pa output izvorno loči na output, ki izvira iz domače proizvodnje in iz uvoza (European System of Accounts 1995, 1995, str. 207). V vrsticah tabele ponudbe se nahajajo posamezne vrste proizvodov, v stolpcih pa posamezne vrste domačih proizvodnih sektorjev in uvoz. Vsi podatki tabele ponudbe so izraženi v osnovnih cenah⁴. Možen je tudi prehod v kupčeve cene, in sicer s pomočjo dodanih stolpcev trgovskih in transportnih marž ter davkov na proizvode, zmanjšanih za subvencije na proizvode⁵. Glede na to, da je uvoz vrednoten v f.o.b. cenah in da so podatki o uvozu iz zunanje statistike vrednoteni v c.i.f. cenah, je nujno dodati še c.i.f./f.o.b. prilagoditve uvoza in dodatno povečanje uvoza za nakupe rezidentov v tujini. Končni agregati tabele ponudbe nam nudijo informacije o celotni vrednosti domače proizvodnje ter uvoza in o celotni ponudbi v osnovnih in kupčevih cenah v celotnem gospodarstvu (Kalin, 2001, str. 7).

Tabela porabe ima podobno kot tabela ponudbe v vrsticah posamezne vrste proizvodov, v stolpcih pa posamezne vrste sektorjev. Ločita se po tem, da tabela porabe prikazuje porabo po posameznih vrstah proizvodov in po posameznih vrstah porabe⁶. Poleg tega nam tabela porabe nudi vpogled v strukturo dodane vrednosti po posameznih komponentah⁷. Vsi podatki tabele porabe so prikazani v kupčevih cenah, vendar je možen prehod v osnovne cene. Hkrati sta dodani še dve vrstici prilagoditev za nakupe rezidentov v tujini in za nakupe nerezidentov v domačem gospodarstvu. Agregati, ki jih nudi tabela porabe so celotna vrednost proizvodnje, vmesne porabe ter dodane vrednosti in struktura dodane vrednosti in končne potrošnje po posameznih komponentah (Kalin, 2001, str. 7).

⁴ Osnovna cena je cena, ki jo kupec plača proizvajalcu za enoto izdelanega proizvoda ali storitve, zmanjšana za vse davke, povezane s prodajo ali proizvodnjo enote izdelanega proizvoda ali storitve in povečana za vse prejete subvencije. Osnovna cena ne vsebuje transportnih stroškov (Bregar, Ograjenšek, Bavdaž, 1999, str. 72).

⁵ Kupčeva cena je opredeljena kot znesek, ki ga plača kupec za enoto kupljenega proizvoda ali storitve. Torej izključuje davek na dodano vrednost in vključuje transportne stroške (Bregar, Ograjenšek, Bavdaž, 1999, str. 73).

⁶ Posamezne vrste porabe so: a) vmesna ali reprodukcijska potrošnja, b) končna ali finalna potrošnja, c) bruto investicije in d) izvoz (European System of Accounts 1995, 1995, str. 207).

⁷ Osnovni elementi dodane vrednosti so: sredstva za zaposlene, drugi davki na proizvodnjo, zmanjšani za subvencije na proizvodnjo, neto mešani dohodek, neto poslovni presežek in poraba stalnega kapitala (European System of Accounts 1995, 1995, str. 27).

Pomembna značilnost tabel ponudbe in porabe je, da med njima obstajata dve vrsti enakosti (European System of Accounts 1995, 1995, str. 207):

- enakost po proizvodih: celotna ponudba proizvoda = celotna poraba proizvoda,
- enakost po panogah: celotna proizvodnja panoge = celotna poraba panoge,

kar se zrcali v podatkovni konsistentnosti obeh tabel.

3.2. Simetrične input-output tabele

Najbolj znane v sistemu input-output tabel so simetrične input-output tabele, pogosto poimenovane tudi kot kvadratne (ang. *square*) ali Leontiefove input-output tabele. Termin simetrične ali kvadratne izhaja iz enakih dimenzij vrstic in stolpcev tabele, ki so posledica uporabljene enake klasifikacije. Iz tega izhajata tudi dve osnovni obliki simetričnih input-output tabel: proizvod/proizvod ali panoga/panoga. V okviru ESA 95 primarno vlogo zavzema tabelarna oblika proizvod/proizvod, saj le-ta omogoča prikaz bolj homogenih tokov (Kalin, 2001, str. 8).

Simetrična input-output tabela je sestavljena iz treh osnovnih kvadrantov (System of National Accounts 1993, 1993, str. 370)⁸:

- kvadrant I – kvadrant vmesne ali reprodukcijske potrošnje,
- kvadrant II – kvadrant končne ali finalne potrošnje,
- kvadrant III – kvadrant dodane vrednosti.

Slika 1: Poenostavljen shematični prikaz strukture simetrične input-output tabele



Vir: Babić, 1990.

Osrednji del simetrične input-output tabele tvori prvi oziroma zgornji levi kvadrant, to je kvadrant vmesne ali reprodukcijske potrošnje. Prikazuje vmesno potrošnjo po posameznih sektorjih gospodarstva glede na posamezne sektorje, iz katerih izvirajo inputi oziroma proizvodi, ki so namenjeni vmesni potrošnji. Tovrsten prikaz nam nudi podrobnejši vpogled v velikost in strukturo proizvodnih odvisnosti med posameznimi sektorji proučevanega

⁸ Predpostavljamo, da gre za tabelarno obliko proizvod/proizvod.

gospodarstva (Babić, 1990, str. 4). Drugi oziroma zgornji desni kvadrant je kvadrant končne ali finalne potrošnje, ki nam omogoča oris strukture končne potrošnje outputa po posameznih komponentah končne potrošnje in po posameznih vrstah sektorjev, iz katerih izvira output oziroma proizvodi, ki so namenjeni končni potrošnji. Spodnji levi kvadrant je kvadrant dodane vrednosti. Prikazuje strukturo tekom proizvodnje ustvarjene dodane vrednosti po posameznih elementih dodane vrednosti in hkrati po posameznih vrstah sektorjev, pri proizvodnji katerih je bila dodana vrednost realizirana.

Na kratko velja, da posamezna vrstica simetrične input-output tabele (običajno jo označimo z indeksom i) prikazuje namensko razdelitev oziroma strukturo potrošnje razpoložljivih sredstev, posamezni stolpec (običajno ga označimo z indeksom j) pa nam nudi informacijo o strukturi razpoložljivih sredstev v nekem gospodarstvu.

Pri simetričnih input-output tabelah je nujno poudariti, da obstajata dva načina vključevanja uvoznih tokov. Prvi način je, da domače in uvozne tokove prikažemo v tabeli skupnih tokov, kar pomeni, da vmesna (dodaten stolpec) in končna (dodatna vrstica) potrošnja poleg doma proizvedenih proizvodov vključujeta še tiste iz uvoza (glej Slika 2, na str. 7). Drugi način pa uvozne tokove prikazuje v ločenih tabeli uvoznih tokov. Slednja (glej Slika 3, na str. 9) ima v vrsticah in stolpcih popolnoma identično klasifikacijo kot tabela domačih tokov, vendar jo tvorita zgolj dva kvadranta, saj uvoz namreč ne prispeva k ustvarjanju dodane vrednosti domačega gospodarstva (Jelenc, 2002, str. 8).

Podobno kot pri tabelah ponudbe in porabe tudi za simetrične input-output tabele velja enakost med vrsticami in stolpci, kar izraža konsistentnost oziroma enakost med vrednostma ponudbe in porabe posameznega proizvoda.

4. Osnove input-output analize

Danes input-output analiza zavzema osrednje mesto na področju kvantitativnih ekonomskih analiz. Njen namen je ugotoviti sektorsko strukturo nekega proizvodnega sistema, najpogosteje narodnega gospodarstva. Temelji na empiričnih simetričnih input-output tabelah, ki uporabniku omogočajo nazorno sliko kompleksnih medsektorskih povezav in odvisnosti proučevane ekonomije. Poleg tega so tudi osnova za izdelavo input-output modelov, ki obsegajo kvantitativno zajemanje neposrednih in posrednih učinkov avtonomnih sprememb nekega sektorja na preostale sektorje gospodarstva. Za lažje razumevanje tematike ažuriranja, je koristno poznati temeljne predpostavke in vsebinske osnove, na katerih sloni input-output analiza.

4.1. Temeljne predpostavke

V okviru input-output analize je proizvodni sistem nekega gospodarstva razčlenjen na poljubno število n proizvodnih sektorjev. Proizvodni sektor je definiran kot skupek bolj ali manj sorodnih proizvodnih enot (Babić, 1990, str. 2).

Slika 2: Simetrična input-output tabela skupnih tokov

		VMESNA oz. REPRODUKCIJSKA POTROŠNJA							KONČNA oz. FINALNA POTROŠNJA						VIR RAZPOLOŽLJIVIH SREDSTEV			
		sektorji potrošniki (j)							J	C	E	skupaj	$\sum Y_i^{(d)}$	$\sum Y_i^{(u)}$	proizvodnja	uvoz	skupaj	
MATERIALNI STROŠKI	sektorji proizvajalci (i)		1	2	...	n	skupaj	$\sum X_{ij}^{(d)}$										$\sum X_{ij}^{(u)}$
		1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}	$\sum X_{1j}$	$\sum X_{1j}^{(d)}$	$\sum X_{1j}^{(u)}$	J_1	C_1	E_1	Y_1	$Y_1^{(d)}$	$Y_1^{(u)}$	X_1	U_1	$X_1 + U_1$
		2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}	$\sum X_{2j}$	$\sum X_{2j}^{(d)}$	$\sum X_{2j}^{(u)}$	J_2	C_2	E_2	Y_2	$Y_2^{(d)}$	$Y_2^{(u)}$	X_2	U_2	$X_2 + U_2$
	
		n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nn}	$\sum X_{nj}$	$\sum X_{nj}^{(d)}$	$\sum X_{nj}^{(u)}$	J_n	C_n	E_n	Y_n	$Y_n^{(d)}$	$Y_n^{(u)}$	X_n	U_n	$X_n + U_n$
		skupaj	$\sum X_{i1}$	$\sum X_{i2}$	...	$\sum X_{in}$	$\sum X_{ij}$	$\sum X_{ij}^{(d)}$	$\sum X_{ij}^{(u)}$	$\sum J_i$	$\sum C_i$	$\sum E_i$	$\sum Y_i$	$\sum Y_i^{(d)}$	$\sum Y_i^{(u)}$	$\sum X_i$	$\sum U_i$	$\sum (X_i + U_i)$
DODANA VREDNOST		D_1	D_2	...	D_n	$\sum D_j$												
VREDNOST PROIZVODNJE		X_1	X_2	...	X_n	$\sum X_j$												

Legenda:

X_{ij} ... vmesna oz. reprodukcijska potrošnja proizvodov sektorja i pri proizvodnji sektorja j

$X_{ij}^{(d)}$... vmesna oz. reprodukcijska potrošnja proizvodov domačega proizvodnega sektorja i pri proizvodnji sektorja j

$X_{ij}^{(u)}$... vmesna oz. reprodukcijska potrošnja proizvodov iz uvoznega sektorja i pri proizvodnji sektorja j

X_i ... proizvodnja sektorja i

J_i ... investicijska potrošnja (vključujoč porast zalog) proizvodov sektorja i

C_i ... osebna in splošna potrošnja proizvodov sektorja i

E_i ... izvoz proizvodov, klasificiranih v sektor i

U_i ... uvoz proizvodov, klasificiranih v sektor i

Y_i ... končna oz. finalna potrošnja proizvodov sektorja i

$Y_i^{(d)}$... končna oz. finalna potrošnja proizvodov domačega proizvodnega sektorja i

$Y_i^{(u)}$... končna oz. finalna potrošnja proizvodov uvoznega sektorja i

D_j ... dodana vrednost, ustvarjena v sektorju j

Vir: Babić, 1990.

Slika 3: Uvozna simetrična input-output tabela

		VMESNA oz. REPRODUKCIJSKA POTROŠNJA PROIZVODOV IN STORITEV IZ UVOZA					KONČNA oz. FINALNA POTROŠNJA PROIZVODOV IN STORITEV IZ UVOZA				VIR RAZPOLOŽLJIVIH SREDSTEV IZ UVOZA	
		domači sektorji potrošniki (j)					$J^{(u)}$	$C^{(u)}$	$E^{(u)}$	skupaj	uvoz	
MATERIALNI STROŠKI	uvozni sektorji proizvajalci (i)		1	2	...	n	skupaj					
		1	$X_{11}^{(u)}$	$X_{12}^{(u)}$	...	$X_{1n}^{(u)}$	$\sum X_{1n}^{(u)}$	$J_1^{(u)}$	$C_1^{(u)}$	$E_1^{(u)}$	$Y_1^{(u)}$	U_1
		2	$X_{21}^{(u)}$	$X_{22}^{(u)}$	...	$X_{2n}^{(u)}$	$\sum X_{2n}^{(u)}$	$J_2^{(u)}$	$C_2^{(u)}$	$E_2^{(u)}$	$Y_2^{(u)}$	U_2
	
		n	$X_{n1}^{(u)}$	$X_{n2}^{(u)}$	...	$X_{nn}^{(u)}$	$\sum X_{nj}^{(u)}$	$J_n^{(u)}$	$C_n^{(u)}$	$E_n^{(u)}$	$Y_n^{(u)}$	U_n
		skupaj	$\sum X_{i1}^{(u)}$	$\sum X_{i2}^{(u)}$	...	$\sum X_{in}^{(u)}$	$\sum X_{ij}^{(u)}$	$\sum J_i^{(u)}$	$\sum C_i^{(u)}$	$\sum E_i^{(u)}$	$\sum Y_i^{(u)}$	$\sum U_i$

Legenda:

$X_{ij}^{(u)}$... vmesna oz. reprodukcijska potrošnja proizvodov iz uvoznega sektorja i pri proizvodnji sektorja j

$J_i^{(u)}$... investicijska potrošnja (vključujoč porast zalog) proizvodov uvoznega sektorja i

$C_i^{(u)}$... osebna in splošna potrošnja proizvodov uvoznega sektorja i

$E_i^{(u)}$... izvoz proizvodov iz uvoza, klasificiranih v sektor i

U_i ... uvoz proizvodov, klasificiranih v sektor i

$Y_i^{(u)}$... končna oz. finalna potrošnja proizvodov uvoznega sektorja i

Vir: Babić, 1990.

Izdelava in uporaba input-output tabel v okviru analize medsebojnih odvisnosti v proizvodnem sistemu sloni na dveh temeljnih predpostavkah (Štraser v Jelenc, 2002, str. 7):

- predpostavka homogenosti proizvodnih sektorjev,
- predpostavka proporcionalnosti input-output modela.

Prva predpostavlja, da vsak sektor proizvaja zgolj en proizvod s popolnoma enolično proizvodno strukturo, ki je stalna in določena eksogeno, s tehnologijo, ki je dana v določenem trenutku. Dejansko gre za dve predpostavki: popolne homogenosti proizvodnih sektorjev in popolne enoličnosti klasifikacije proizvodov. Posledično izhaja, da so si proizvodi posameznega sektorja popolni nadomestki (substituti) in da substituiranje med proizvodi različnih sektorjev ni možno. V praksi je zahteve predpostavke homogenosti nemogoče popolnoma uresničiti, saj je za današnja gospodarstva namreč značilno veliko število tako proizvodnih sektorjev kot število proizvodov in tehnoloških postopkov, ki se uporabljajo v proizvodnem procesu. Večjo stopnjo homogenosti proizvodnih sektorjev in s tem tudi realnejši posnetek medsektorskih povezav je moč doseči z večjim številom proizvodnih sektorjev, torej z nižjo stopnjo sektorske agregacije, kar pa poveča obseg in stroške izdelave input-output tabel. V praksi se običajno skuša doseči kompromis med večjim številom sektorjev ter večjimi stroški in manjšim številom sektorjev ter nižjimi stroški sestave input-output tabel.

Druga predpostavka implicira proporcionalnost input-output modela. To pomeni, da so vsi inputi nekega sektorja v linearni odvisnosti od outputa sektorja, v katerem so bili le-ti potrošeni. Proizvodna funkcija posameznega sektorja gospodarstva je torej linearna. Če se proizvodnja nekega sektorja podvoji, se zaradi predpostavke o linearnem razmerju med inputi in outputi, podvoji tudi potrošnja vseh njegovih inputov. Input-output odnos je določen s tehnologijo, ki je eksogeno dana. Hkrati pa iz predpostavke izhaja, da so si proizvodni faktorji popolni komplementi oziroma da substitucija med proizvodi različnih sektorjev ne obstaja.

Na podlagi natančnejše obravnave predpostavk je moč zaključiti o kratkoročnem značaju uporabe in statičnosti input-output tabel.

4.2. Vsebina input-output analize

Osnovo input-output analize predstavljajo empirične simetrične input-output tabele, katerih strukturo in značilnosti smo predstavili v okviru poglavja Sistem input-output tabel⁹. Aplikacija input-output tabel za proučevanje medsektorske strukture nekega gospodarstva nam nudi dve pomembni analitični orodji (Ruiz, 2002, str. 19):

- matrika tehničnih koeficientov ali tehnološka matrika,
- inverzna Leontiefova matrika.

⁹ V nadaljevanju diplomskega dela bomo simetrične input-output tabele poimenovali zgolj input-output tabele.

4.2.1. Matrika tehničnih koeficientov ali tehnološka matrika

Osrednji instrument input-output analize predstavlja tehnični koeficient, ki ga v literaturi pogosto imenujemo tudi input-output ali input koeficient in ga ponavadi označujemo s simbolom a_{ij} . Definiran je kot količnik, ki nam kaže velikost proizvodnje sektorja i , ki je neposredno pogojena z enoto proizvodnje sektorja j , kar zapišemo:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

a_{ij} ... tehnični koeficient

X_{ij} ... vmesna potrošnja proizvodov sektorja i pri proizvodnji sektorja j

X_j ... proizvodnja sektorja j

Tehnični koeficienti se običajno izračunavajo za prvi kvadrant input-output tabele, na podlagi česar dobimo matriko tehničnih koeficientov ali tehnološko matriko, ki jo označujemo s simbolom A :

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Vsak tehnični koeficient lahko razčlenimo na domačo in uvozno komponento:

$$a_{ij} = a_{ij}^{(d)} + a_{ij}^{(u)}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

a_{ij} ... (splošni) tehnični koeficient

$a_{ij}^{(d)}$... domača komponenta tehničnega koeficienta

$a_{ij}^{(u)}$... uvozna komponenta tehničnega koeficienta

Analogno velja za tehnološko matriko, ki jo tvorita domača in uvozna komponenta:

$$A = A^{(d)} + A^{(u)} \quad (4)$$

A ... (splošna) tehnološka matrika

$A^{(d)}$... domača tehnološka matrika

$A^{(u)}$... uvozna tehnološka matrika

Domača komponenta tehničnega koeficienta je definirana kot vmesna potrošnja proizvodov i -tega sektorja domače proizvodnje, ki je neposredno pogojena z enoto proizvodnje sektorja j , kar zapišemo:

$$a_{ij}^{(d)} = \frac{X_{ij}^{(d)}}{X_j} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$a_{ij}^{(d)}$... domača komponenta tehničnega koeficienta

$X_{ij}^{(d)}$... vmesna potrošnja proizvodov domačega sektorja i pri proizvodnji sektorja j

X_j ... proizvodnja sektorja j

Nudi nam informacijo o neposredni proizvodni medsektorski soodvisnosti proučevanega gospodarstva. Tehnične koeficiente za domačo proizvodnjo lahko zapišemo v matrični obliki:

$$A^{(d)} = [a_{ij}^{(d)}] ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Vsota j -tega stolpca domače tehnološke matrike nam kaže neposredno vmesno potrošnjo proizvodov vseh sektorjev domače proizvodnje, ki jo zahteva enota proizvodnje sektorja j :

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}^{(d)} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

oziroma nudi informacijo o neposredni občutljivosti domače proizvodnje glede na spremembe proizvodnje sektorja j za enoto.

Uvozni tehnični koeficient je opredeljen kot vmesna potrošnja proizvodov iz uvoza, klasificiranih v sektor i , ki je pogojena z enoto proizvodnje sektorja j , kar zapišemo:

$$a_{ij}^{(u)} = \frac{X_{ij}^{(u)}}{X_j} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$a_{ij}^{(u)}$... uvozna komponenta tehničnega koeficienta

$X_{ij}^{(u)}$... vmesna potrošnja proizvodov uvoznega sektorja i pri proizvodnji sektorja j

X_j ... proizvodnja sektorja j

Če jih zapišemo v matrični obliki, dobimo uvozno tehnološko matriki:

$$A^{(u)} = [a_{ij}^{(u)}] ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Seštevek j -tega stolpca uvozne tehnološke matrike nam kaže neposredno vmesno potrošnjo proizvodov vseh sektorjev iz uvoza, ki je potrebna za enoto proizvodnje sektorja j ter ga poimenujemo direktni uvozni koeficient:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}^{(u)} = m_j ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

4.2.2. Inverzna Leontiefova matrika

Drugo pomembno orodje input-output analize predstavlja inverzna Leontiefova matrika, ki se v literaturi pogosto imenuje tudi inverzna matrika tehničnih koeficientov ali matrika matričnih multiplikatorjev. Izvedena je kot rešitev input-output modela, ki ga zapišemo kot:

$$X = A * X + Y \quad (11)$$

X ... stolpčni vektor proizvodnje

A ... tehnološka matrika

Y ... stolpčni vektor končne potrošnje

ter razrešimo na vektor X :

$$X - A * X = Y \rightarrow (I - A) * X = Y$$

$$X = (I - A)^{-1} * Y = R * Y ; R = (I - A)^{-1} \quad (12)$$

Rešitev sistema je matrika R in je definirana kot inverz tehnološke matrike. Njeni elementi se imenujejo matrični, pogosto tudi sektorski multiplikatorji in jih običajno označujemo s simbolom r_{ij} . Nudijo nam informacijo o potrebi sektorja j po proizvodih sektorja i , da sektor j proizvede enoto, ki bo namenjena končni potrošnji. Za matriko R je značilno, da so vrednosti njenih diagonalnih elementov (kjer $i = j$) enake ali večje od 1, medtem ko so vrednosti preostalih manjše od 1.

Vsota j -tega stolpca inverzne Leontiefove matrike nam kaže skupni učinek enote končne potrošnje proizvodov sektorja j na celotno proizvodnjo opazovanega gospodarstva:

$$\bar{r}_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

\bar{r}_j ... skupni multiplikator

r_{ij} ... matrični multiplikator

Poimenujemo ga skupni sektorski ali output multiplikator.

5. Postopek izdelave (sistema) input-output tabel

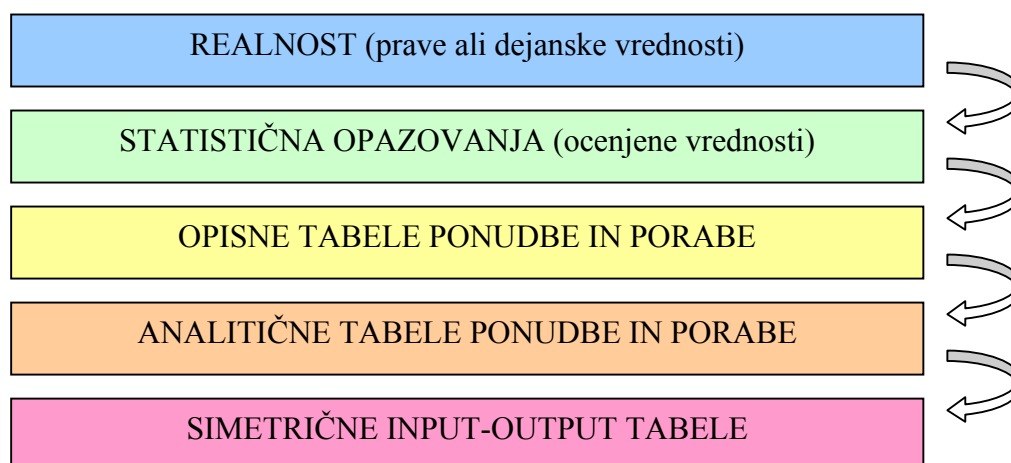
Poznavanje ekonomske realnosti je omejeno z obsegom in značilnostmi razpoložljivih statističnih podatkov. Slednji naj bi kar se da najbolj ustrezali kriterijem reprezentativnosti, homogenosti, objektivnosti, natančnosti, zanesljivosti in pravočasnosti (Richter, 1998, str. 2). Te kriterije naj bi odražale tudi input-output tabele.

Sistem input-output tabel v večini držav nastaja pod okriljem statističnih uradov. Osnovni namen izdelave input-output tabel lahko razčlenimo na dve komponenti: statistično in analitično (The Eurostat Input-Output Manual in the Framework of the ESA 95, 2002, str.2). Prva poudarja vlogo input-output sistema kot enega izmed načinov za ugotavljanje konsistentnosti statističnih podatkov, pridobljenih iz različnih vrst statističnih virov. Poleg tega pa sistem predstavlja koordinatorja ekonomske statistike tako konceptualno, kar zagotavlja skladnost uporabljenih definicij ter klasifikacij, kot računovodsko, kar omogoča številčno skladnost podatkov različnih statističnih virov. Analitični namen izdelave sistema input-output tabel pa stremi k izgradnji »bogate in kakovostne« podatkovne baze za številne analize in makroekonomske modele, še posebej za primere analiziranja povezav med ponudbo in porabo v določeni ekonomiji.

Na podlagi razlage statističnega in analitičnega namena je moč sklepati, da obstajajo številni razlogi za izgradnjo »dobrega« sistema medsektorskih tabel. Slednji naj bi uporabniku omogočal kvaliteten posnetek dejanskega stanja ter mu nudil ustrezno podatkovno osnovo za nadaljnja raziskovanja.

Postopek izdelave sistema input-output tabel je kompleksna procedura, ki jo lahko v skrajno posplošenem primeru razčlenimo na zaporedje štirih osnovnih korakov (Richter, 1998, str. 3).

Slika 4: Posplošen prikaz postopka izdelave sistema input-output tabel



Vir: Richter, 1998.

V prvem koraku se izpeljejo statistična opazovanja. Odločitve o tem, kakšne podatke iskati in katere ekonomske pojave opazovati, so v večini primerov izvedene v skladu z analitičnimi koncepti, ki se razlikujejo od tistih, na katerih temelji input-output analiza. Rezultat

statističnih opazovanj je masa grobih, neobdelanih podatkov, s katerimi se v nadaljevanju, s ciljem oblikovati urejen sklop statističnih virov, ukvarjajo statistični strokovnjaki. Statistične vire ločimo v dve osnovni skupini: redni statistični viri, ki so rezultat rednih statističnih raziskovanj za posamezna področja (npr. kmetijstvo, industrija, gradbeništvo, trgovina...) in administrativni viri (podatki iz zaključnih računov in bilanc stanja podjetij, iz napovedi o dohodnini, iz bilanc javnega financiranja...) (Lavrač, Kalin, 2000, str. 3).

Drugi korak je sestavljen iz več zaporednih podkorakov, ki vodijo od statističnih opazovanj do koherentnega in konsistentnega sklopa računov proizvodov in storitev ter proizvodnje, ki predstavlja izhodišče za nadaljevanje izdelave tabel.

V prvem podkoraku se izvedejo postopki klasificiranja in agregiranja neobdelanega podatkovnega materiala glede na specifične podatkovne potrebe. Kateri podatki so postali dostopni tekom opazovanj je popolnoma določeno s strani institucionalnih faktorjev. Izid je torej sklop elementarnih informacij na mikro ravni.

Drugi podkorak vpelje statistične kriterije. Dejstvo je, da so računovodske konvencije in metode vrednotenja, ki so uporabljene na mikro ravni najpogosteje drugačne od tistih, ki jih zahteva sistem nacionalnih računov in input-output koncept. Posledično se to odrazi na razhajanju razpoložljivih podatkovnih virov in podatkovnih zahtev, ki jih narekuje sistem. Omenjena vrzel je v večini primerov rezultat različnega zajemanja enot in transakcij, vrednotenja le-teh in uporabe različnih definicij in klasifikacij (Kalin, 2001, str. 11). Glavni razlog za to leži v visokih stroških izvedbe statističnih popisov, zaradi česar popisi v večini držav služijo več statističnim namenom hkrati.

Sledi tretji podkorak, v okviru katerega se izpeljejo določeni korekcijski postopki individualnih mikro podatkov, kar omogoči izgradnjo urejenega sklopa mikro podatkov.

V nadaljevanju se s pomočjo klasifikacij in agregacij izdelava sklop podatkov na vmesni oziroma mezo ravni. V primeru popisov na podlagi vzorca pa je nujno potrebno, da se izvede postopek posploševanja oziroma izračun podatkov na polno zajetje statističnih enot in transakcij.

Do zadnje faze drugega koraka igrajo poglavitno vlogo predvsem statistični eksperti. Od tu dalje pa postanejo glavni akterji strokovnjaki nacionalnega računovodstva in input-output sistema. Kljub temu, da imajo slednji določene možnosti vplivati že na predhodne korake, pa se morajo pri svojem delu soočiti s podatkovno bazo, ki jim je pač na voljo. Razpoložljive mezo podatke zaradi zgoraj omenjene vrzeli z input-output konceptualnimi zahtevami, prilagodijo potrebam sestave tabel ponudbe in porabe tako, da dobijo urejeno in koherentno podatkovno osnovo.

V tretjem koraku se na opisnih tabelah ponudbe in porabe izpeljejo postopki preurejanja in modificiranja tako, da končne analitične tabele ponudbe in porabe predstavljajo optimalno

izhodišče za ocenjevanje »skrite« specifične input-output strukture opazovanega ekonomskega sistema.

Zaključni korak obsega postopek ocenjevanja simetričnih input-output tabel na podlagi pretvorbe analitičnih tabel ponudbe in porabe s pomočjo uporabe dodatnih predpostavk in matematičnih metod. Predpostavke temeljijo na dveh osnovnih vrstah tehnoloških predpostavk, katerih izbira je odvisna predvsem od homogenosti proizvodnih tehnologij, ki se jih uporablja v okviru dane skupine proizvodov ali dane panoge (Kalin, 2001, str. 8):

- predpostavka tehnologije proizvoda, ki predpostavlja, da so vsi proizvodi določene skupine proizvedeni z enako strukturo inputov, ne glede na panogo, v kateri so izdelani;
- predpostavka tehnologije panoge, ki predpostavlja, da so vsi proizvodi določene panoge proizvedeni z enako strukturo inputov.

Matematični pretvorbi analitičnih tabel ponudbe in porabe v simetrične input-output tabele sledi še končna uskladitev tabel.

Poglavitna značilnost sistema input-output tabel, izdelanega na podlagi statističnih opazovanj je natančnost, vendar na račun časovnih in finančnih potreb. Prav zaradi slednjih in v primerih nerazpoložljivih podatkovnih virov se input-output snovalci vse pogosteje poslužujejo alternativnih načinov izdelave, katerih prednosti se nahajajo predvsem v časovno hitrejši in stroškovno ugodnejši izgradnji, kar pa se lahko bolj ali manj ugodno odrazi na stopnji natančnosti in kvaliteti samega sistema input-output tabel.

6. Ažuriranje input-output tabel

6.1. Opredelitev ažuriranja

Tvorci in uporabniki input-output tabel se pogosto soočajo s težavami, ki nastanejo zaradi nepopolne podatkovne osnove. V tovrstnih primerih se običajno poslužujejo različnih dodatnih tehnik prilagajanja, ažuriranja in projiciranja input-output tabel (Lecomber, 1975, str. 1). V literaturi, ki zadeva input-output tematiko pogosto naletimo na zmešnjavo oziroma nerazločevanje omenjenih pojmov. Zato je z namenom razjasnitve jedra diplomskega dela nujno podati krajši oris oziroma definicijo poprej omenjenih pojmov.

Že na ravni samega prevoda v slovenski jezik je razvidno, da gre za tri popolnoma različne termine oziroma tehnike (Komac, 1993):

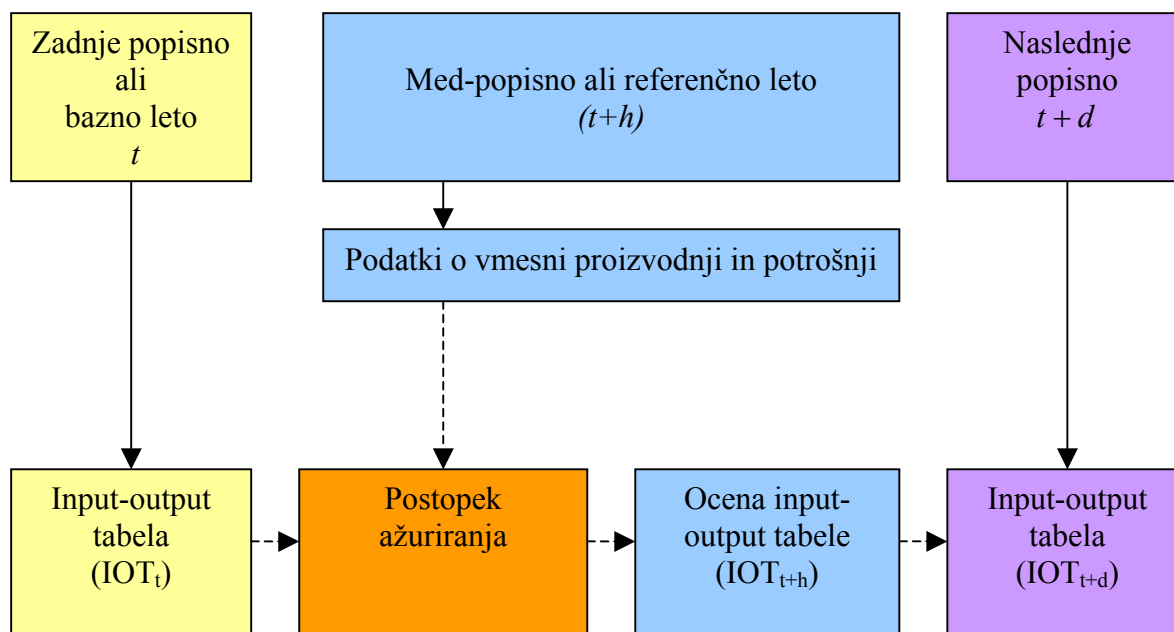
- adjusting: urediti, prilagoditi, poravnati;
- updating: ažurirati, modernizirati, posodobiti;
- projecting: projicirati, načrtovati.

»Adjusting« oziroma urejanje input-output tabel je postopek, pri katerem razpolagamo z input-output tabelo, izdelano na podlagi podatkov, dobljenih s pomočjo popisa, vendar gre za nepopolno in netočno podatkovno osnovo, saj se slednja ne ujema z ostalimi informacijami. Zato je nujno, da se na podlagi popisa verodostojno ocenijo celotna vmesna proizvodnja in

potrošnja po posameznih sektorjih, na katere je razdeljeno gospodarstvo. Bistvo »adjustinga« je prilagoditi oziroma balansirati prvotno input-output tabelo tako, da bo le-ta skladna z (domnevno) poznanimi vrstičnimi in stolpčnimi vsotami.

»Updating« oziroma ažuriranje input-output tabel je postopek, pri katerem nam je na voljo input-output tabela starejšega datuma, ki je bila izdelana na podlagi popisa. Znano je, da se popisi zaradi časovno in stroškovno obsežne narave ne izvajajo pogosto oziroma zgolj na nekaj let. V med-popisnem obdobju je torej na razpolago zgolj input-output tabela zadnjega popisa, katere uporaba znižuje relevantnost in koristnost izdelanim analizam.

Slika 5: Shematični prikaz ažuriranja input-output tabel



Vir: Lasten.

Postopek ažuriranja se nanaša na posodabljanje input-output tabele, izdelane za zadnje popisno leto na izbrano referenčno leto, za katerega so nam na voljo informacije o celotni vmesni proizvodnji in potrošnji posameznih sektorjev gospodarstva.

»Projecting« oziroma projiciranje input-output tabel predstavlja sestavni del planiranja prihodnjega gospodarskega razvoja. Pri tem pomembno vlogo zavzemajo input-output modeli, katerih osnovna prednost leži v kombiniranju parcialnih in globalnih analitičnih pristopov, kar omogoča simultano planiranje medsebojno odvisnih delov ekonomskega sistema in posameznih vidikov delovanja celotnega procesa reprodukcije (Babić, 1982, str. 176). Bistvo projiciranja je oceniti input-output tabelo za izbrano prihodnje leto, in sicer z aplikacijo ocenjenih prihodnjih sprememb input-output odnosov na »najnovejšo« razpoložljivo input-output tabelo.¹⁰

¹⁰ Prihodnje spremembe input-output odnosov so ocenjene na podlagi primerjave dveh ali več input-output tabel s primerljivo osnovo (npr. ista uporabljena klasifikacija, vrednotenje transakcij...).

Terminološko zmedo si je moč pojasniti s pomočjo vrste podatkovnega vira robnih vsot input-output tabele:

- če gre za popisne podatke, potem je ažuriranje hkrati tudi prilagajanje;
- če gre za podatke, dobljene na podlagi projekcij oziroma napovedi, potem je ažuriranje hkrati tudi projiciranje.

6.2. (Ne)stabilnost tehničnih koeficientov

V ozadju temeljnih predpostavk, na katerih sloni input-output analiza, je implicirana predpostavka stabilnosti tehničnih koeficientov, ki:

- predpostavlja, da med inputi in outputi posameznega sektorja obstaja proporcionalen odnos oziroma da je proizvodna funkcija linearne oblike;
- izključuje spremembe relativnih cen, ki bi vodile v nadomeščanje dražjih inputov s cenejšimi;
- zanemarja obstoj tehnološkega napredka.

Vendar se dejansko stanje običajno ne sklada s tovrstnimi omejitvami, saj v okviru proizvodnega procesa delujejo zakoni padajočih in naraščajočih donosov obsega, zato zagotovo ne moremo govoriti o proporcionalnem input-output odnosu. Poleg tega v realnosti prihaja tudi do sprememb relativnih cen proizvodov posameznih sektorjev, kar spodbuja nadomeščanje dražjih inputov s stroškovno ugodnejšimi alternativami. Hkrati pa obstaja tudi tehnološki napredek, ki pa se med posameznimi sektorji razprostira z neenakomerno stopnjo. Na podlagi omenjenih razhajanj med teoretično in dejansko podlago uporabe input-output analize, (upravičeno) podvomimo v verodostojnost enega izmed temeljnih stebrov, na katerem sloni celotna konstrukcija input-output koncepta.

Tehnični koeficient je definiran kot povprečna potrošena vrednost proizvodnje sektorja i , ki je pogojena z enoto proizvodnje sektorja j (Babić, 1990, str. 183):

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} = \frac{Q_{ij}}{Q_j} * \frac{p_i}{p_j} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

a_{ij} ... tehnični koeficient

X_{ij} ... vrednost proizvodnje sektorja i , potrošena v okviru proizvodnje sektorja j

X_j ... vrednost proizvodnje sektorja j

Q_{ij} ... količina proizvodnje sektorja i , potrošena v okviru proizvodnje sektorja j

Q_j ... količina proizvodnje sektorja j

p_i ... cena proizvoda sektorja i

p_j ... cena proizvoda sektorja j

Iz zapisa (14) je razvidno, da spremembe tehničnega koeficienta nastanejo zaradi treh osnovnih vzrokov:

- sprememb količine proizvodov sektorja i , potrošene v okviru proizvodnje sektorja j , ob nespremenjenih cenah proizvodov¹¹;
- sprememb v relativnih cenah proizvodov, ob nespremenjenih količinah¹²;
- simultanih obeh sprememb.

Problem (ne)stabilnosti tehničnih koeficientov ogroža analitično uporabnost in relevantnost medsektorske analize in tabel. Pri tem si zastavimo vprašanje, ali so napake, ki nastanejo zaradi predpostavke stabilnosti tehničnih koeficientov statistično značilne, da izrazito vplivajo na rezultate input-output analize, in v kolikšni meri tovrstne napake vplivajo na zanesljivost analitičnih rezultatov (Babić, 1990, str. 184).

Da bi odgovorili na zastavljeno vprašanje, je potrebno opraviti testiranje predpostavke stabilnosti tehničnih koeficientov. Pri tem sta na voljo dva osnovna načina testiranja (Bacharach, 1970, str. 10):

- neposredna primerjava posameznih tehničnih koeficientov v različnih časovnih obdobjih, ki se uporablja le v primerih, ko razpolagamo z input-output tabelami, ki imajo identično stopnjo dezagregiranja, definicijo sektorja in ob nespremenjenih relativnih cenah proizvodov posameznih sektorjev¹³;
- primerjava makroekonomskih agregatov, ocenjenih s pomočjo input-output modela z dejanskimi.

Empirične raziskave številnih avtorjev so pokazale, da tehnični koeficienti niso stabilni, kar ogroža analitično uporabo oziroma relevantnost input-output tabel. Zato je pri aplikaciji slednjih nujno iskati kompromis med teoretično poenostavljenostjo, skrito v predpostavki stabilnosti tehničnih koeficientov, in dejansko variabilnostjo le-teh v praksi.

6.3. Klasifikacija metod ažuriranja

V literaturi se ažuriranje običajno obravnava kot alternativni način izdelave input-output tabel. Njegov osrednji namen je omogočiti bistveno hitrejšo in cenejšo izdelavo, ki bo simultano odpravila pomanjkljivosti tradicionalnega (popisnega) načina izdelave. Pri tem imamo v mislih predvsem zastarelost oziroma analitično neuporabnost tabel, ki izhaja iz časovne vrzeli med letom izdelave in objave tabel. Višja stopnja analitične uporabnosti in relevantnosti input-output tabel v praksi naj bi bili glavni pridobitvi ažuriranja (Siddiqi, Salem, 1995, str. 398).

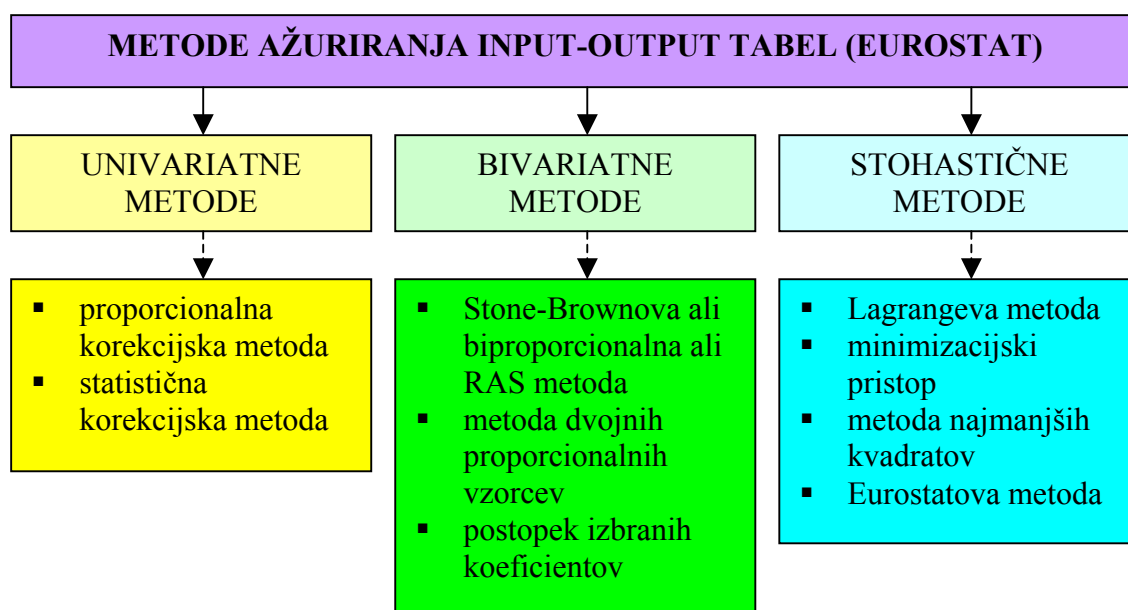
¹¹ Najpogosteje so rezultat tehničnega napredka bodisi v sektorju i bodisi j , spremembe produktivnosti proizvodnih faktorjev in ekonomičnosti poslovanja sektorja j .

¹² Običajno so povzročene s strani številnih dejavnikov, med njimi so najpomembnejše spremembe stopnje tehničnega napredka, produktivnosti, ekonomičnosti poslovanja, elastičnosti povpraševanja in cenovnega režima.

¹³ Pri tem ni nujno primerjati vseh tehničnih koeficientov, temveč zgolj najbolj značilne, torej koeficiente, ki pogojujejo večji del vmesne potrošnje gospodarstva.

V okviru tematike ažuriranja različni avtorji navajajo različne metode ažuriranja. Običajno gre za obravnavo dveh ali treh posameznih metod ažuriranja. Med njimi se najpogosteje omenja Stone-Brownova ali RAS ali biproporcionalna metoda in njene bolj ali manj izboljšane različice. Izrazita hiba področja ažuriranja so pomanjkljive metodološke klasifikacije, zato bi bila v prihodnosti nujno potrebna izdelava celovitega in natančnejšega sistema metod ažuriranja input-output tabel. Relativno dober poskus slednjega je nastal pod okriljem Eurostatovih strokovnjakov (2002). Glede na bližnje članstvo Slovenije v Evropski uniji se bomo osredotočili na omenjeno klasifikacijo in jo dopolnili z novejšo metodologijo ažuriranja.

Slika 6: Eurostatova klasifikacija metod ažuriranja input-output tabel



Vir: The ESA 95 Input-Output Manual, Compilation and Analysis, 2002.

Tvorijo jo tri temeljne metodološke družine (The ESA 95 Input-Output Manual, Compilation and Analysis, 2002, str. 313):

- univariatna,
- bivariatna,
- stohastična.

6.3.1. Univariatne metode

Najmanj obsežna metodološka družina Eurostatove klasifikacije je skupina univariatnih tehnik ažuriranja. Njihova poglobljena značilnost je, da se postopek ažuriranja input-output tabel (kot pri večini metod) izpelje na matriki tehničnih koeficientov, in sicer v obliki korekcijskega postopka. Vpeljemo diagonalno matriko vrstičnih korekcijskih faktorjev oziroma multiplikatorjev, ki posodablja zgolj vrstice matrike¹⁴.

¹⁴ Gre za »enodimenzionalno« korekcijo input-output tabele, kar nam nakazuje že njihovo poimenovanje – univariatne.

Med univariatne metode uvrščamo dve temeljni metodi ažuriranja (The ESA 95 Input-Output Manual – Compilation and Analysis, 2002, str. 313);

- proporcionalna korekcijska metoda,
- statistična korekcijska metoda.

6.3.1.1. Proporcionalna korekcijska metoda

Prva v družini univariatnih metod je proporcionalna korekcijska metoda (*Proportional Correction Method* - PCM)¹⁵. Zasnovana in uporabljena je bila s strani skupine treh avtorjev: Matuszewskiego, Pittsa in Sawyerja. Ažuriranje input-output tabele po PCM metodi se izvaja kot vrstična korekcija (iz input-output izvedene) matrike tehničnih koeficientov za bazno leto t . Korekcija se izpelje s pomočjo vpeljave diagonalne matrike vrstičnih korekcijskih faktorjev oziroma multiplikatorjev, kar zapišemo¹⁶:

$$\tilde{A}^{(t+h)} = R^{(t+h)} * A^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

$\tilde{A}^{(t+h)}$... ažurirana matrika tehničnih koeficientov

$R^{(t+h)}$... diagonalna matrika vrstičnih korekcijskih faktorjev

A^t ... bazna matrika tehničnih koeficientov

oziroma na ravni tehničnega koeficienta:

$$\tilde{a}_{ij}^{(t+h)} = r_i^{(t+h)} * a_{ij}^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

$\tilde{a}_{ij}^{(t+h)}$... ažuriran tehnični koeficient

$r_i^{(t+h)}$... vrstični korekcijski faktor

a_{ij}^t ... bazni tehnični koeficient

Vrstične multiplikatorje ($r_i^{(t+h)}$) izračunamo s pomočjo primerjave dejanskih in ocenjenih sektorskih deležev vmesne potrošnje v outputu¹⁷:

$$r_i^{(t+h)} = \frac{vp_i^{(t+h)}}{\tilde{vp}_i^{(t+h)}} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

kjer je delež vmesne potrošnje (vp) definiran kot:

¹⁵ V nadaljevanju PCM metoda.

¹⁶ Natančnejša izvedba PCM metode je prikazana v Prilogi (glej Priloga 1, na str. 2).

¹⁷ Ocenjeni sektorski delež vmesna potrošnje v outputu izračunamo s pomočjo projekcije bazne input-output tabele na izbrano referenčno leto s pomočjo predpostavke stabilnih tehničnih koeficientov.

$$vp_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{X_i} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (18)$$

$\sum_{j=1}^n X_{ij}$... vmesna potrošnja proizvodov sektorja i

X_i ... output oziroma proizvodnja sektorja i

Iz zapisa (16) je razvidno, da se korekcija vseh tehničnih koeficientov posamezne vrstice i izpelje z istim vrstičnim korekcijskim faktorjem $r_i^{(t+h)}$. Na podlagi slednjega je moč sklepati, da PCM metoda predpostavlja, da ima substitucija oziroma nadomeščanje nekega inputa z ostalimi popolnoma identičen vpliv na vse sektorje gospodarstva.

Z namenom izpolniti konsistenčni kriterij PCM metoda nadaljuje z input-output modelom, ki ga zapišemo:

$$X^{(t+h)} = (I - \tilde{A}^{(t+h)})^{-1} * Y^{(t+h)} = (I - R^{(t+h)} * A^t)^{-1} * Y^{(t+h)} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (19)$$

$X^{(t+h)}$... stolpčni vektor outputa za referenčno leto

I ... enotska matrika

$\tilde{A}^{(t+h)}$... ažurirana matrika tehničnih koeficientov

$Y^{(t+h)}$... stolpčni vektor končne potrošnje za referenčno leto

$R^{(t+h)}$... diagonalna matrika vrstičnih korekcijskih faktorjev

A^t ... bazna matrika tehničnih koeficientov

Slednji naj bi poskrbel za usklajenost med znanimi robnimi vsotami in (neznano) ažurirano notranjostjo matrike.

6.3.1.2. Statistična korekcijska metoda

Naslednja univariatna metoda ažuriranja je statistična korekcijska metoda (*Statistical Correction Method* – SCM), ki je nastala pod avtorstvom nizozemskega statističnega strokovnjaka Tilanusa.¹⁸ Gre za bolj ali manj analogno metodologijo PCM tehnike. Ključna razlika med obema se nahaja v aplikaciji diagonalne matrike vrstičnih korekcijskih faktorjev. V okviru SCM metode se slednja nanaša na razliko med ocenjeno in dejansko vrednostjo outputa za izbrano referenčno leto oziroma na relativno spremembo ravni outputa, medtem ko se pri PCM ta nanaša na relativno spremembo ravni vmesne potrošnje.

Tako kot PCM tudi SCM metoda želi izpolniti pogoj konsistentnosti med znanimi robnimi vsotami in ažurirano matriko tehničnih koeficientov, zato vpelje input-output model, ki je tokrat naslednje oblike:

¹⁸ V nadaljevanju SCM metoda.

$$X^{(t+h)} = R^{(t+h)} * (I - A^t)^{-1} * Y^{(t+h)} \quad (20)$$

$X^{(t+h)}$... stolpčni vektor outputa za referenčno leto

$R^{(t+h)}$... diagonalna matrika vrstičnih korekcijskih faktorjev

I ... enotska matrika

A^t ... bazna matrika tehničnih koeficientov

$Y^{(t+h)}$... stolpčni vektor končne potrošnje za referenčno leto

Iz zapisa (20) je razvidno, da se tokrat diagonalna matrika vrstičnih korekcijskih faktorjev aplicira na inverzno Leontiefovo matriko, in ne na tehnološko matriko kot to stori PCM metoda.

6.3.2. Bivariatne metode

Eurostatova klasifikacija nadaljuje z bivariatnimi metodami ažuriranja. Za razliko od univariatnih te izvajajo ažuriranje matrike tehničnih koeficientov kot simultano dvojno (kar nam nakazuje že ime *bivariatne*) vrstično in stolpčno korekcijo bazne matrike, in sicer s pomočjo ustreznih vrstičnih in stolpčnih korekcijskih faktorjev oziroma multiplikatorjev. Med bivariatne metode Eurostatovi strokovnjaki uvrščajo naslednje (The ESA 95 Input-Output Manual – Compilation and Analysis, 2002, str. 314):

- Stone-Brownova ali biproporcionalna ali RAS metoda,
- model dvojnih proporcionalnih vzorcev,
- postopek izbranih koeficientov.

6.3.2.1. Stone-Brownova ali biproporcionalna ali RAS metoda¹⁹

V literaturi se najpogosteje omenja RAS metoda, ki jo avtorji pogosto preprosto poimenujejo tudi biproporcionalna metoda²⁰. Nastala je v 60-ih letih preteklega tisočletja pod taktirko strokovnega tandema Stona in Browna, kar je jasno razvidno iz enega izmed njenih poimenovanj.

RAS metoda predpostavlja, da razpolagamo z neposredno izvedeno matriko tehničnih koeficientov baznega leta t , dimenzije $n \times n$ in z naslednjimi podatki za izbrano referenčno leto $t+h$ ²¹:

- stolpčni vektor outputa:

$$X^{(t+h)} \quad (21)$$

¹⁹ V nadaljevanju RAS metoda.

²⁰ Termin biproporcionalna nam razkriva dve njeni značilnosti: *bi* – simultana dvojna (tj. vrstična in stolpčna) korekcija in *proporcionalna* – predpostavka homogenosti faktorjev, ki povzročijo spremembo tehničnih koeficientov.

²¹ Simbol ' na desni označuje transponirano vrednost, leva indeksacija ^T označuje vrsto proizvoda (*ang. type*), ^B pa vrsto potrošnika (*ang. buyer*).

- stolpčni vektor vmesne potrošnje po posamezni vrsti proizvoda:

$${}^T X^{(t+h)} = \left[{}^T X_1^{(t+h)} \quad {}^T X_2^{(t+h)} \quad \dots \quad {}^T X_n^{(t+h)} \right] \quad (22)$$

- vrstični vektor vmesne potrošnje po posamezni vrsti potrošnika:

$$({}^B X^{(t+h)})' = \left[{}^B X_1^{(t+h)} \quad {}^B X_2^{(t+h)} \quad \dots \quad {}^B X_n^{(t+h)} \right] \quad (23)$$

Nadalje definiramo vsoto vseh nakupov i -tega proizvoda kot celotno vmesno potrošnjo tega proizvoda, kar zapišemo:

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij}^t * X_j^t) = {}^T X_i^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (24)$$

a_{ij}^t ... tehnični koeficient za bazno leto

X_j^t ... output za bazno leto

${}^T X_i^t$... vmesna potrošnja po posamezni vrsti proizvoda za bazno leto

Analogno to storimo še za vsoto vseh nakupov j -tega sektorja potrošnika, ki jo označimo kot celotno vmesno potrošnjo tega sektorja:

$$\sum_{i=1}^n (a_{ij}^t * {}^T X_i^t) = {}^B X_j^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (25)$$

a_{ij}^t ... tehnični koeficient za bazno leto

${}^T X_i^t$... vmesna potrošnja po posamezni vrsti proizvoda za bazno leto

${}^B X_j^t$... vmesna potrošnja po posamezni vrsti potrošnika za bazno leto

Oba zapisa (24) in (25) je smiselno zapisati tudi na matrični ravni:

$$A^t * X^t = {}^T X^t \quad (26)$$

in

$$({}^T X^t)' * A^t = ({}^B X^t)' \quad (27)$$

ter hkrati poudariti, da sta oba zapisa cenovno odvisna, saj so skupaj agregirane različne vrste proizvodov. Posledično bomo predpostavljali, da je matrika tehničnih koeficientov podana v vrednostni obliki.

Osrednji cilj RAS metode je ažurirati bazno matriko na izbrano referenčno leto $t+h$. Dodatno predpostavljamo, da so nam za celotno obdobje h (na letni ravni) na voljo vektorji iz zapisov (21), (22) in (23), kjer velja $h=1,2,\dots,\tau$. Če apliciramo sistem (26) na referenčno leto, dobimo preprost sistem n enačb z n^2 neznankami²²:

$$\tilde{A}^{(t+h)} * X^{(t+h)} = {}^T X^{(t+h)} \quad (28)$$

Prvi korak RAS metode je osredotočen na doseganje konsistentnosti med notranjostjo in znanimi robnimi vrstičnimi vsotami referenčne matrike (tj. podatki o vmesni potrošnji po posameznih vrstah proizvoda). Najprej bazno matriko tehničnih koeficientov izrazimo v relativnih cenah referenčnega leta, kar zapišemo:

$$A^{t*} = P^{(t+h)} * A^t * (P^{(t+h)})^{-1} \quad (29)$$

A^{t*} ... bazna matrika tehničnih koeficientov, ki je izražena v relativnih cenah referenčnega leta ($t+h$)

$P^{(t+h)}$... relativne cene referenčnega leta ($t+h$)

A^t ... bazna matrika tehničnih koeficientov

ter vpeljemo diagonalno matriko vrstičnih korekcijskih faktorjev R :

$$R * A^{t*} * X^{(t+h)} = {}^T X^{(t+h)} \quad (30)$$

Elementi diagonalne matrike R oziroma naše neznanke v zapisu (30) se imenujejo faktorji absorbcije, pogosto tudi substitucije. Povedo, da se ob povečanju proizvodnje i -tega proizvoda za eno enoto, vsi inputi, ki jih ta isti proizvod vsebuje, spremenijo v proporcionalnem razmerju r_i ²³. Z drugimi besedami, gre za prilagoditev vrstic bazne matrike tehničnih koeficientov tako, da se ob novih matričnih robovih ohrani identiteta iz zapisa (26).

S tem dobimo prvo oceno ažurirane matrike:

$${}^{(1)}\tilde{A}^{(t+h)} = {}^{1/1}R^{(t+h)} * A^{t*} \quad (31)$$

Drugi korak je analogen prvemu. Gre za nadaljnje usklajevanje matrike iz prvega koraka (iz zapisa (31)) z znanimi referenčnimi robnimi stolpčnimi omejitvami (tj. s podatki vmesne potrošnje po posameznem potrošniku):

$$(X^{(t+h)})' * {}^{1/1}\tilde{A}^{(t+h)} * {}^{1/1}S^{(t+h)} = ({}^B X^{(t+h)})' \quad (32)$$

²² Število neznank je identično številu tehničnih koeficientov.

²³ Absorpcijski faktor torej izvede prilagoditev tehnologije, ki jo vsebuje posamezna vrsta proizvoda glede na spremembe, realizirane v obdobju h .

Tokrat vpeljemo diagonalno matriko stolpčnih korekcijskih faktorjev S , ki jih imenujemo faktorji fabrikacije. Slednji nam povedo, da se input struktura posameznega proizvoda spremeni v proporcionalnem odnosu s_j ²⁴. Faktorji fabrikacije prilagodijo stolpce »prve ažurirane« matrike iz zapisa (31) tako, da se še vedno ohrani identiteta iz zapisa (27).

Drugo oceno ažurirane matrike zapišemo:

$${}^{/2/} \tilde{A}^{(t+h)} = {}^{/1/} \tilde{A}^{(t+h)} * {}^{/1/} S^{(t+h)} \quad (33)$$

Vendar stolpčna prilagoditev poruši identiteto zapisa (24), zato je nujno potrebno ponovno prilagoditi vrstice ažurirane matrike iz zapisa (33) tako, da bodo le-te skladne z znanimi vrstičnimi vsotami. Temu sledi ponovno usklajevanje stolpcev itd. Opisani postopek prilagajanja vrstic in stolpcev matrike nadaljujemo vse dokler naslednja iteracija še vodi do statistično značilnih sprememb tehničnih koeficientov, sicer postopek zaključimo.

Faktorje absorpcije in fabrikacije lahko zapišemo v posplošeni obliki:

$$r_i = \frac{{}^T X_i^{(t+h)}}{\sum_{j=1}^n {}^{/k/} \tilde{a}_{ij}^{(t+h)} * X_j^{(t+h)}} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (34)$$

in

$$s_j = \frac{{}^B X_i^{(t+h)}}{\sum_{j=1}^n {}^{/k+1/} \tilde{a}_{ij}^{(t+h)} * X_i^{(t+h)}} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (35)$$

Leva indeksacija tehničnih koeficientov (k) označuje število opravljenih iteracij.

RAS metoda je iterativna tehnika, ki ažuriranje izvaja kot simultano aplikacijo faktorjev absorpcije in fabrikacije na bazno matriko. Pri tem skuša doseči konsistentnost referenčne oziroma ažurirane matrike z robnimi vsotami tako, da obveljajo identitete iz zapisov (26) ter (27).

Ažuriranje posameznega tehničnega koeficienta zapišemo kot:

$${}^{/k/} \tilde{a}_{ij}^{(t+h)} = {}^{/k-1/} r_i^{(t+h)} * a_{ij}^t * {}^{/k/} s_j^{(t+h)} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (36)$$

Iz tega zapisa (36) je razvidno tipično zaporedje matrik, po katerem je metoda dobila svoje popularno ime – $R * A * S$ ²⁵.

²⁴ Input strukturo nekega proizvoda oziroma outputa v literaturi pogosto poimenujejo kot stopnjo fabrikacije.

²⁵ Konkretni računski primer ažuriranja z RAS metodo je prikazan v Prilogi (glej Priloga 2, na str.6).

6.3.2.2. Model dvojnih proporcionalnih vzorcev

Model dvojnih proporcionalnih vzorcev (*Model of Double Proportional Patterns* – MODOP) je postopek, ki je značilen za nemško prakso ažuriranja²⁶. Nastal je v okviru sodelovanja dveh inštitutov: za ekonomska raziskovanja in za statistiko ter aktuarsko matematiko. V literaturi se kot idejnega utemeljitelja najpogosteje omenja ime nemškega statističnega strokovnjaka Stäglina.

Na začetku predpostavljamo, da razpolagamo z input-output tabelo za bazno leto t . Njene elemente označimo s simbolom X_{ij}^t . Hkrati so nam na razpolago tudi podatki o robnih vsotah tabele za izbrano referenčno leto $(t+h)$. Osnovna ideja MODOP metode je izračunati notranjost referenčne input-output tabele, ki bo skladna z razpoložljivimi informacijami (tj. vrstičnimi in stolpčnimi vsotami).

Posamezni element »nove« referenčne tabele ocenimo s pomočjo predhodno izračunanih geometrijskih sredin vrstičnih in stolpčnih multiplikatorjev, ki jih (geometrijske sredine) apliciramo na elemente bazne tabele²⁷:

$$\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} = \sqrt{r_i^{(t+h)} + s_j^{(t+h)}} * X_{ij}^t = m_{ij}^{(t+h)} * X_{ij}^t \quad ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (37)$$

m_{ij}^t ... geometrijska sredina i -tega vrstičnega in j -tega stolpčnega multiplikatorja

$r_i^{(t+h)}$... vrstični multiplikator

$s_j^{(t+h)}$... stolpčni multiplikator

Geometrijska sredina nam nakazuje pristop dvojne proporcionalnosti. Tehnika MODOP hkrati upošteva relativne stopnje rasti inputa in outputa²⁸.

Ocene elementov referenčne tabele iz zapisa (37) niso dokončne. Razlog za to je problem nekonsistentnosti tako ocenjene tabele z znanimi robnimi vrstičnimi in stolpčnimi vsotami. Zato v drugem koraku vpeljemo iterativni RAS postopek, s katerim uskladimo ponudbo in povpraševanje. Input-output modela zapišemo kot:

$$X^{(t+h)} = (I - M * A^t)^{-1} * Y^{(t+h)} \quad (38)$$

²⁶ V nadaljevanju MODOP metoda.

²⁷ V konkretnem primeru na X_{25} apliciramo ustrezno geometrijsko sredino $\sqrt{r_2 + s_5}$.

²⁸ Relativna stopnja rasti outputa je definirana kot $r_i^{(t+h)} = \frac{X_i^{(t+h)}}{X_i^t}$ in relativna stopnja rasti inputa kot

$$s_j^{(t+h)} = \frac{X_j^{(t+h)}}{X_j^t}.$$

6.3.2.3. Postopek izbranih koeficientov

Metoda oziroma postopek izbranih koeficientov (*Procedure of Selected Coefficients – PSC*) se v literaturi kljub uvrstitvi med bivariatne tehnike ažuriranja pogosto obravnava kot izpopolnjena inačica PCM metode iz družine univariatnih metod²⁹. Za razliko od PCM metode ta predpostavlja, da se substitucijski učinek neenakomerno razprostira med posameznimi sektorji gospodarstva. Zato PSC metoda dodatno vpelje sektorske korekcijske faktorje, ki jih aplicira na vrstične korekcijske faktorje:

$$H^{(t+h)} = R^{(t+h)} * G^{(t+h)} \quad (39)$$

$H^{(t+h)}$... matrika PSC korekcijskih faktorjev

$R^{(t+h)}$... diagonalna matrika vrstičnih korekcijskih faktorjev

$G^{(t+h)}$... matrika sektorskih korekcijskih faktorjev

Posamezni ažuriran tehnični koeficient v splošnem zapišemo kot:

$$\tilde{a}_{ij}^{(t+h)} = h_i^{(t+h)} * a_{ij}^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (40)$$

$\tilde{a}_{ij}^{(t+h)}$... ažuriran tehnični koeficient

$h_i^{(t+h)}$... PSC vrstični korekcijski faktor

a_{ij}^t ... bazni tehnični koeficient

oziroma ažurirano matriko kot:

$$\tilde{A}^{(t+h)} = H^{(t+h)} * A^t \quad (41)$$

$H^{(t+h)}$... matrika PSC korekcijskih faktorjev

$\tilde{A}^{(t+h)}$... ažurirana matrika tehničnih koeficientov

A^t ... bazna matrika tehničnih koeficientov

Input-output model, ki skrbi za konsistentnosti podatkov je naslednji:

$$\begin{aligned} X^{(t+h)} &= (I - \tilde{A}^{(t+h)})^{-1} * Y^{(t+h)} \\ &= (I - H^{(t+h)} * A^t)^{-1} * Y^{(t+h)} \\ &= (I - R^{(t+h)} * G^{(t+h)} * A^t)^{-1} * Y^{(t+h)} \end{aligned} \quad (42)$$

$X^{(t+h)}$... stolpčni vektor outputa za referenčno leto

I ... enotska matrika

$\tilde{A}^{(t+h)}$... ažurirana matrika tehničnih koeficientov

²⁹ V nadaljevanju PSC metoda.

$Y^{(t+h)}$... stolpčni vektor končne potrošnje za referenčno leto

$H^{(t+h)}$... matrika PSC korekcijskih faktorjev

A^t ... bazna matrika tehničnih koeficientov

$R^{(t+h)}$... diagonalna matrika vrstičnih korekcijskih faktorjev

$G^{(t+h)}$... matrika sektorskih korekcijskih faktorjev

6.3.3. Stohastične metode

Najobsežnejšo skupino metod ažuriranja tvorijo stohastične metode. Zanje je značilna predpostavka, da so spremembe tehničnih koeficientov rezultanta številnih neodvisnih spremenljivk. Posledično velja, da gre za kompleksno strukturo sprememb tehničnih koeficientov, ki jih bolje ponazarjajo značilnosti slučajnih oziroma stohastičnih elementov kot pa značaj homogenih vrstičnih in stolpčnih multiplikatorjev. Od tod izvira tudi njihovo poimenovanje. Stohastične metode ažuriranja so (The ESA 95 Input-Output Manual – Compilation and Analysis, 2002, str. 319):

- Lagrangeva metoda,
- minimizacijski pristop,
- metoda najmanjših kvadratov,
- Eurostatova metoda.

6.3.3.1. Lagrangeva metoda

Kot prvo iz stohastične družine bomo predstavili Lagrangeva metodo. Običajno jo opredelimo kot matematično metodo za iskanje pogojnih ekstremov, ki jo je zasnoval Lagrange³⁰. V okviru tega diplomskega dela pa jo bomo obravnavali kot eno izmed stohastičnih metod ažuriranja input-output tabel. Značilna je predvsem za nizozemsko prakso ažuriranja, v katero sta jo vpeljala Nizozemca Harthoorn in Van Dalen.

Bistvo Lagrangeve metode ažuriranja je, da s pomočjo Lagrangevih multiplikatorjev izpeljemo ustrezne korekcijske faktorje, s katerimi prilagodimo vrstice in stolpce matrike tako, da pri tem minimiziramo odklon ocen od dejanskih vrednosti elementa.

Predpostavljamo, da razpolagamo z matriko tehničnih elementov za bazno leto t in s stolpčnim vektorjem vrstičnih vsot ($r_i^{(t+h)}$) ter vrstičnim vektorjem stolpčnih vsot ($(c_j^{(t+h)})'$) matrike za izbrano referenčno leto $t+h$. V splošnem velja naslednje:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}^t = r_i^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (43)$$

in

³⁰ Splošno jo zapišemo kot: $F(x, y) = f(x, y) + \lambda * g(x, y)$. Lagrangevi multiplikatorji (λ) so dane konstante, na katere gledamo kot na spremenljivke Lagrangeve funkcije.

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}^t = c_j^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (44)$$

$a_{ij}^t \dots (i, j)$ -ti tehnični koeficient za leto t

$r_i^t \dots i$ -ta vrstična vsota matrike tehničnih koeficientov za leto t

$c_j^t \dots j$ -ta stolpčna vsota matrike tehničnih koeficientov za leto t

V praksi omenjeni zahtevi iz zapisov (43) in (44) običajno nista izpolnjeni. Nadalje predpostavljamo, da poznamo stopnje zaupanja posameznih tehničnih koeficientov, ki jih označimo s simbolom g_{ij} . Naš problem je poiskati korekcijske faktorje (f_{ij}), in sicer z minimiziranjem naslednje funkcije:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{(f_{ij} * a_{ij}^t - a_{ij}^t)^2}{g_{ij}} = \min ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (45)$$

v okviru dveh omejitev:

$$\sum_{i=1}^n (f_{ij} * a_{ij}^t) = c_j^{(t+h)} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (46)$$

in

$$\sum_{j=1}^n (f_{ij} * a_{ij}^t) = r_i^{(t+h)} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (47)$$

$f_{ij} \dots$ korekcijski faktor

$a_{ij}^t \dots$ tehnični koeficient za bazno leto

$g_{ij} \dots$ stopnja zaupanja

$c_j^{(t+h)} \dots j$ -ta stolpčna vsota matrike za referenčno leto

$r_i^{(t+h)} \dots i$ -ta vrstična vsota matrike za referenčno leto

Funkcijo (45) nekoliko preoblikujemo:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{(f_{ij} - 1)^2 * (a_{ij}^t)^2}{g_{ij}} = \min ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (48)$$

in jo skupaj z obema omejitvama (46) in (47) zapišemo v obliki Lagrangeve funkcije:

$$L = \frac{1}{2} * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{(f_{ij} - 1)^2 * (a_{ij}^t)^2}{g_{ij}} + \sum_{i=1}^n \lambda_i * (r_i^{(t+h)} - \sum_{j=1}^n (f_{ij} * a_{ij}^t)) + \sum_{j=1}^n \mu_j * (c_j^{(t+h)} - \sum_{i=1}^n (f_{ij} * a_{ij}^t)) = \min$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n \quad (49)$$

λ_i ... vrstični Lagrangev multiplikator

μ_j ... stolpčni Lagrangev multiplikator

Lagrangevo funkcijo (49) parcialno odvajamo glede na našo neznancko f_{ij} in dobimo:

$$\frac{\partial L}{\partial f_{ij}} = \frac{(f_{ij} - 1) * (a_{ij}^t)^2}{g_{ij}} - \lambda_i * a_{ij}^t - \mu_j * a_{ij}^t = 0 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (50)$$

oziroma

$$(\lambda_i + \mu_j) * g_{ij} = (f_{ij} - 1) * a_{ij}^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (51)$$

S pomočjo zapisa (51) definiramo dve razliki:

- med bazno in referenčno matrično vsoto elementov i -te vrstice (s_i) in
- med bazno in referenčno matrično vsoto elementov j -tega stolpca (d_j).

$$s_i = r_i^{(t+h)} - \sum_{j=1}^n a_{ij}^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (52)$$

in

$$d_j = c_j^{(t+h)} - \sum_{i=1}^n a_{ij}^t ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (53)$$

Izraza (52) in (53) zapišemo v matrični obliki³¹:

$$\begin{bmatrix} s \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{G^*i} & G \\ G' & \overline{i^*G} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \lambda \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{p} & G \\ G' & \overline{q} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \lambda \\ \mu \end{bmatrix} \quad (54)$$

i ...vektor seštevanja³²

G ...matrika uteži

p ...vektor vrstičnih matričnih vsot za referenčno leto

³¹ Simbol $\overline{\quad}$ označuje diagonalno matriko.

³² V ang. *summation vector*.

q ... vektor stolpčnih matričnih vsot za referenčno leto

Sistem (54) rešimo tako, da za enega izmed multiplikatorjev (npr. za λ) predpostavljamo, da je enak nič. Posledično izločimo prva elementa vektorjev $\begin{bmatrix} s \\ d \end{bmatrix}$ in $\begin{bmatrix} \lambda \\ \mu \end{bmatrix}$, torej s in λ .

Analogno lahko storimo tudi za drug multiplikator.

Zapis (54) je klasičen sistem, s pomočjo katerega izračunavamo Lagrangeve multiplikatorje. Ko izpeljemo izračun multiplikatorjev, jih vnesemo v zapis (51) in dobimo iskane korekcijske faktorje (f_{ij}). S pomočjo teh izpeljemo konsistentno ažurirano matriko za izbrano referenčno leto.

6.3.3.2. Minimizacijski pristop

V skupino stohastičnih metod ažuriranja uvrščamo tudi tehniko minimizacijskega pristopa, v literaturi pogosto poimenovano po njenem avtorju kot Kurodova metoda. Njen osrednji namen je odpraviti problem nekonsistentosti med input-output podatki, ki izvirajo iz različnih podatkovnih virov. Gre za neskladne dele informacij, ki pod vprašaj postavijo analitično vrednost input-output raziskave.

Predpostavljamo, da razpolagamo z input-output matriko transakcij za bazno leto t . Na podlagi te za vsak matrični element definiramo dva deleža, in sicer glede na vrstično (r_{ij}^t) in stolpčno (c_{ij}^t) vsoto matrike, kar zapišemo:

$$r_{ij}^t = \frac{X_{ij}^t}{\sum_{j=1}^n X_{ij}^t} = \frac{X_{ij}^t}{X_i^t}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (55)$$

in

$$c_{ij}^t = \frac{X_{ij}^t}{\sum_{i=1}^n X_{ij}^t} = \frac{X_{ij}^t}{X_j^t}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (56)$$

r_{ij}^t ... delež (i, j)-tega tehničnega koeficienta v i -ti vrstični vsoti bazne matrike

X_{ij}^t ... (i, j)-ti element bazne matrike transakcij

X_i^t ... i -ta vrstična vsota bazne matrike

c_{ij}^t ... delež (i, j)-tega tehničnega koeficienta v j -ti stolpčni vsoti bazne matrike

X_j^t ... j -ta stolpčna vsota bazne matrike

Predpostavljamo, da za referenčno leto $(t+h)$ razpolagamo z vektorjema vrstičnih vsot $(R^{(t+h)})$ in stolpčnih vsot $(C^{(t+h)})$ matrice. Definiramo funkcijo Q , ki meri razliko med referenčno ažurirano in bazno matriko:

$$Q = \frac{1}{2} * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left[\frac{\tilde{X}_{ij}^{(t+h)}}{R_i^{(t+h)}} - r_{ij}^t \right]^2 * w_{ij} + \frac{1}{2} * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left[\frac{\tilde{X}_{ij}^{(t+h)}}{C_j^{(t+h)}} - c_{ij}^t \right]^2 * v_{ij} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (57)$$

Q ... funkcija minimizacijskega pristopa

$\tilde{X}_{ij}^{(t+h)}$... ažuriran oziroma ocenjen (i, j) -ti element referenčne matrice transakcij

$R_i^{(t+h)}$... vektor vrstičnih vsot referenčne matrice

r_{ij}^t ... delež (i, j) -tega tehničnega koeficienta v i -ti vrstični vsoti bazne matrice

$C_j^{(t+h)}$... vektor stolpčnih vsot referenčne matrice

c_{ij}^t ... delež (i, j) -tega tehničnega koeficienta v j -ti stolpčni vsoti bazne matrice

w_{ij} in v_{ij} sta arbitrarno določena sklopa uteži.

Bistvo metode je razvidno že iz njenega poimenovanja - iščemo ažurirano referenčno matriko za izbrano leto $(t+h)$ tako, da minimiziramo funkcijo Q iz zapisa (57) glede na znane robne matrične omejitve (tj. vrstične in stolpčne vsote matrice), ki jih zapišemo:

$$R_i^{(t+h)} = \sum_{j=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (58)$$

in

$$S_j^{(t+h)} = \sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (59)$$

Problem rešimo z vpeljavo Lagrangeve funkcije, ki je naslednje oblike:

$$L = \frac{1}{2} * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left[\frac{\tilde{X}_{ij}^{(t+h)}}{R_i^{(t+h)}} - r_{ij}^t \right]^2 * w_{ij} + \frac{1}{2} * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left[\frac{\tilde{X}_{ij}^{(t+h)}}{C_j^{(t+h)}} - c_{ij}^t \right]^2 * v_{ij} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (60)$$

$$+ \sum_{i=1}^n \lambda_i * (R_i^{(t+h)} - \sum_{j=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)}) + \sum_{j=1}^n \mu_j * (C_j^{(t+h)} - \sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)})$$

L ... Lagrangeva funkcija

$\tilde{X}_{ij}^{(t+h)}$... ažuriran oziroma ocenjen (i, j) -ti element referenčne matrice transakcij

$R_i^{(t+h)}$... vektor vrstičnih vsot referenčne matrike

r_{ij}^t ... delež (i, j) -tega tehničnega koeficienta v i -ti vrstični vsoti bazne matrike

$C_j^{(t+h)}$... vektor stolpčnih vsot referenčne matrike

c_{ij}^t ... delež (i, j) -tega tehničnega koeficienta v j -ti stolpčni vsoti bazne matrike

λ_i ... vrstični Lagrangev multiplikator

μ_j ... stolpčni Lagrangev multiplikator

w_{ij} ... arbitrarno določena utež

v_{ij} ... arbitrarno določena utež

Lagrangevo funkcijo parcialno odvajamo glede na neznanke ($X_{ij}^{(t+h)}$) in dobimo:

$$\frac{\partial L}{\partial \tilde{X}_{ij}^{(t+h)}} = \left[\frac{\tilde{X}_{ij}^{(t+h)}}{R_i^{(t+h)}} - r_i^t \right] * \frac{w_{ij}}{R_i^{(t+h)}} + \left[\frac{\tilde{X}_{ij}^{(t+h)}}{C_j^{(t+h)}} - c_j^t \right] * \frac{v_{ij}}{C_j^{(t+h)}} - \lambda_i - \mu_j = 0 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (61)$$

Zapis nekoliko poenostavimo:

$$X_{ij}^{(t+h)} = S_{ij} * (\lambda_i + \mu_j + G_{ij}) ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (62)$$

kjer smo vpeljali ustrezna izraza (62.1) in (62.2):

$$S_{ij} = \left[\frac{w_{ij}}{R_i^{(t+h)^2}} + \frac{v_{ij}}{C_j^{(t+h)^2}} \right]^{-1} \quad (62.1)$$

in

$$G_{ij} = \left[\frac{r_i^t * w_{ij}}{R_i^{(t+h)}} + \frac{c_j^t * v_{ij}}{C_j^{(t+h)}} \right] \quad (62.2)$$

Iz obeh je razvidno, da sta faktorja S_{ij} in G_{ij} odvisna zgolj od razpoložljivih robnih vsot referenčne matrike in od arbitrarno določenega sklopa uteži. Torej moramo za izpeljavo optimalne (tj. ažurirane) matrike določiti zgolj Lagrangeva multiplikatorja λ_i in μ_j glede na naslednji omejitvi:

$$R_i^{(t+h)} = \sum_{j=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} = \sum_{j=1}^n S_{ij} * (\lambda_i + \mu_j + G_{ij}) ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (63)$$

in

$$C_j^{(t+h)} = \sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} = \sum_{i=1}^n S_{ij} * (\lambda_i + \mu_j + G_{ij}); \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (64)$$

Dodatno definiramo diagonalni matriki S^R in S^C :

$$S_{ii}^R = \sum_{j=1}^n S_{ij}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (65)$$

in

$$S_{jj}^C = \sum_{i=1}^n S_{ij}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (66)$$

Sedaj obe omejitvi (63) in (64) zapišemo v matrični obliki:

$$S^R * \lambda + S * \mu = R - A \quad (67)$$

in

$$S' * \lambda + S^C * \mu = C - B \quad (68)$$

kjer smo dodatno definirali:

$$A_i = \sum_{j=1}^n S_{ij} * G_{ij}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (69)$$

in

$$B_i = \sum_{i=1}^n S_{ij} * G_{ij}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (70)$$

Z nekoliko dodatnega preračunavanja bi lahko izpeljali jasna obrazca obeh multiplikatorjev. Za računske namene je ustrežnejše, da obe omejitvi združimo v sistem enačb, ki je hitro rešljiv:

$$\begin{bmatrix} S^R & S \\ S' & S^C \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \lambda \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R - A \\ C - B \end{bmatrix} \quad (71)$$

Minimizacijski pristop v pri izračunu Lagrangevih multiplikatorjev obravnava različne sheme tehtanja w_{ij} in v_{ij} . Najpogostejši pristop je pristop enakovrednega tehtanja napak, kjer velja:

$$w_{ij} = v_{ij} = 1; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (72)$$

Dobimo poenostavljen sistem enačb:

$$w_{ij} = \frac{1}{2} * R_i^{(t+h)^2} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (73)$$

in

$$v_{ij} = \frac{1}{2} * C_j^{(t+h)^2} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (74)$$

Iz tega sledi:

$$S_{ij} = 1 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (75)$$

in

$$G_{ij} = \frac{1}{2} * (r_{ij}^t * R_i^{(t+h)} + c_{ij}^t * C_j^{(t+h)}) ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (76)$$

V zapisu (76) gre preprosto za povprečne vrednosti, dobljene z aplikacijo deležev v bazni matriki na ciljne oziroma referenčne vrstične in stolpčne matrične vsote. Ob tem velja še naslednje:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 0 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (77)$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j = 0 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (78)$$

$$S^R = n \quad (79)$$

$$S^C = n \quad (80)$$

Funkcija ažuriranja ob enakovrednem tehtanju ima izredno preprosto obliko:

$$\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} = G_{ij} + \frac{1}{n} * (R_i^{(t+h)} - \sum_{j=1}^n G_{ij}) + \frac{1}{n} * (C_j^{(t+h)} - \sum_{i=1}^n G_{ij}) ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (81)$$

Ažurirana matrika je dejansko matrika G_{ij} , ki je prilagojena glede na znane robne omejitve.

6.3.3.3. Metoda najmanjših kvadratov

Naslednja stohastična metoda ažuriranja je metoda najmanjših kvadratov (*Least Squares method* – LSM). Gre za še eno metodo, katere osrednji namen je minimizirati razliko med

dejanskimi in ocenjenimi vrednostmi elementov pod določenimi omejitvami, ki jih tvorijo vrstične in stolpčne vsote za referenčno leto $(t+h)$. V skladu z LSM metodo najprej vpeljemo korekcijske faktorje, ki jih označimo s simbolom g_{ij} in njihovo vrednost v splošnem opredelimo na naslednji način:

$$g_{ij} \begin{cases} 1, & \text{če } X_{ij}^t \neq 0 \\ 0, & \text{če } X_{ij}^t = 0 \end{cases}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (82)$$

g_{ij} ... korekcijski faktor

X_{ij}^t ... (i, j) -ti element matrike transakcij

Definiramo LSM funkcijo, ki meri razliko med ocenjenimi ter dejanskimi vrednostmi input-output tabele za referenčno leto $(t+h)$ in jo označimo s simbolom K :

$$K = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n g_{ij} * (\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - X_{ij}^t)^2; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (83)$$

in jo minimiziramo glede na naslednji omejitvi (84) in (85):

$$\sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} = P_j^{(t+h)}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (84)$$

in

$$\sum_{j=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} = Q_i^{(t+h)}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (85)$$

$P_j^{(t+h)}$... stolpčne vsote referenčne input-output tabele

$Q_i^{(t+h)}$... vrstične vsote referenčne input-output tabele

Problem rešimo podobno kot pri Lagrangevi metodi in minimizacijskem pristopu, s pomočjo Lagrangeve funkcije, ki je naslednje oblike:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n g_{ij} * (\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - X_{ij}^t)^2 + \sum_{j=1}^n \lambda_j * \sum_{i=1}^n (\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - P_j^{(t+h)}) - \sum_{i=1}^n \mu_i * \sum_{j=1}^n (\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - Q_i^{(t+h)}) = \min$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n \quad (86)$$

λ_j ... stolpčni Lagrangevi multiplikatorji

μ_i ... vrstični Lagrangevi multiplikatorji

Zapišemo njen parcialni odvod glede na našo neznanke g_{ij} :

$$\frac{\partial L}{\partial g_{ij}} = 2 * g_{ij} * (\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - X_{ij}^t) - \lambda_j - \mu_i = 0 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (87)$$

oziroma

$$\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} = X_{ij}^t + \frac{\lambda_j + \mu_i}{2 * g_{ij}} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (88)$$

kjer $g_{ij} \neq 0$. Na podlagi zapisa (82) torej velja, da je $X_{ij}^{(t+h)} \neq 0$, kar vpeljemo v zapis (88) in dobimo:

$$\tilde{X}_{ij}^{(t+h)} = X_{ij}^t + \frac{\lambda_j + \mu_i}{2} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (89)$$

Če na zapis (89) apliciramo izraza (84) in (85), potem dobimo:

$$2 * \left(\sum_{j=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - P_i^{(t+h)} \right) - \lambda_j - \mu_i = 0 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (90)$$

in

$$2 * \left(\sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - Q_j^{(t+h)} \right) - \lambda_j - \mu_i = 0 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (91)$$

kar lahko zapišemo v matrični obliki kot:

$$2 * \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - P_i^{(t+h)} \\ \sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}^{(t+h)} - Q_j^{(t+h)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda \\ \mu \end{bmatrix} \quad (92)$$

Sistem (92) rešimo tako, da za enega izmed multiplikatorjev (npr. za λ) predpostavljamo, da je enak nič. Analogno lahko storimo tudi za drug multiplikator.

6.3.3.4. Eurostatova metoda

Najnovejša metoda ažuriranja input-output tabel je Eurostatova metoda, ki je bila zasnovana pod okriljem Evropskega statističnega urada, kot pove že njeno ime samo. Ta skuša odpraviti pomanjkljivosti ostalih metod in hkrati zmanjšati problem časovne vrzeli med letom izdelave

in objave input-output tabel, s katerimi se sooča večina držav članic Evropske unije. Temelji na treh osnovnih predpostavkah:

- substitucijski učinek vpliva na inpute (vrstice matrike),
- produkcijski učinek vpliva na outpute (stolpce matrike),
- cenovni učinek vpliva na inpute in outpute (vrstice in stolpce matrike).

Novost Eurostatove metode ažuriranja je uporaba zgolj uradnih relevantnih podatkov ali makroekonomskih napovedi kot eksogeno danega inputa. To pomeni, da so vrstične in stolpčne matrične vsote obravnavane kot endogene spremenljivke in ne več kot eksogeno dani nespecificiran podatkovni vir. Cilj Eurostatove metode je izpeljati input-output tabelo, ki bo skladna z uradnimi makroekonomskimi napovedmi bruto domačega proizvoda (BDP) in se pri tem izogniti arbitrarnim spremembam tehničnih koeficientov, da bi zadostili konsistentnemu kriteriju³³.

Postopek ažuriranja po Eurostatovi metodologiji je sestavljen iz zaporedja osmih osnovnih korakov³⁴. Predpostavljamo, da razpolagamo z napovedmi BDP-ja, uvoza in posameznih komponent dodane vrednosti in končne potrošnje. Izračunamo realne stopnje rasti za output in izvoz, ki so skladne z makroekonomskimi napovedmi (glej Slika 7, na str. 40).

Pričnemo z iterativnim postopkom. Input-output tabela je sestavljen iz šestih kvadrantov za domačo proizvodnjo, uvoz in dodano vrednost (glej Priloga 4, na str. 17). Pri tem predpostavljamo, da bomo v prvi iteraciji dane stopnje rasti dodane vrednosti uporabili kot začetne (še neznane) stopnje rasti inputa in outputa. Slednje se bodo spreminjale tekom iterativnega postopka, vse dokler se ne bodo reproducirale eksogeno dane napovedi. Z naraščanjem iteracij se stopnji rasti za domači input in output bolj ali manj skladata, medtem ko se stopnji rasti domače proizvodnje in uvoza vse bolj oddaljujeta. Analogno velja tudi za stopnji rasti outputa in dodane vrednosti posameznega sektorja, ki ne naraščata po istih stopnjah.

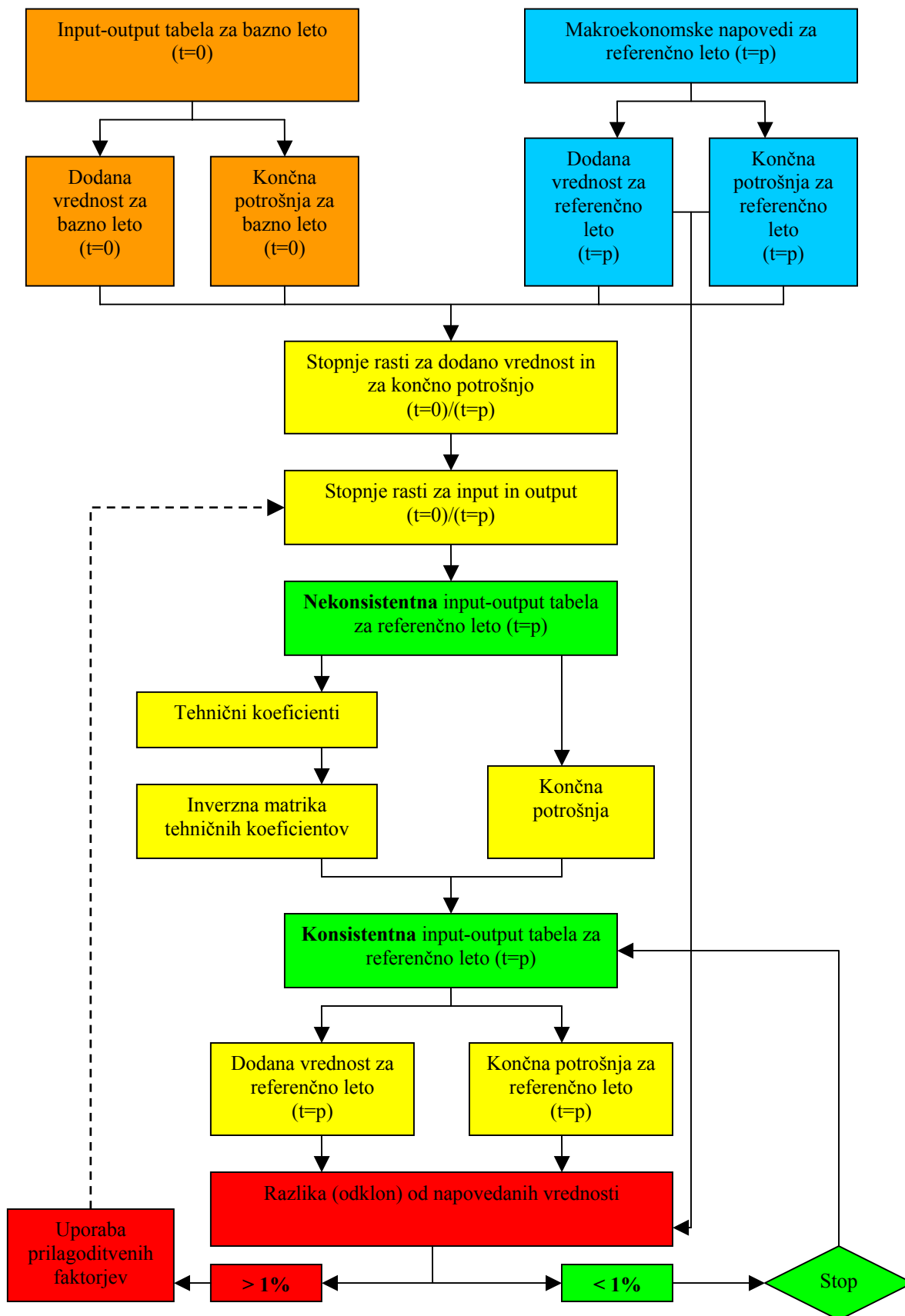
Sledi postopek tehtanja, kjer je vsak element šestih kvadrantov tabele tehtan z ustreznimi stopnjami rasti sektorskega inputa in outputa. Po izpeljanem tehtanju input-output tabele ne izpolnjuje kriterija konsistentnosti, zato vpeljemo tradicionalni input-output model in nanj apliciramo napovedane vrednosti končne potrošnje in nove tehnologije. Izid drugega koraka je konsistentna tabela, ki smo jo izvedli s pomočjo kvantitativnega modela input-output analize.

V naslednjem koraku izvedemo primerjavo makroekonomskih napovedi s projiciranimi realnimi stopnjami rasti posameznih komponent dodane vrednosti in končne potrošnje. Če so vrednostna odklanjanja izrazita, potem izpeljemo dodatne iteracije, kjer gre za mejne

³³ Arbitrarne spremembe so pri ostalih metodah ažuriranja pogoste. Nastanejo zaradi izpolnjevanja kriterija konsistentnosti.

³⁴ Natančnejši potek Eurostatove metode po posameznih korakih je predstavljen v Prilogi (glej Priloga 3, na str. 11).

Slika 7: Poenostavljen shematični prikaz Eurostatove metode ažuriranja input-output tabel



Vir: The ESA 95 Input-Output Manual – Compilation and Analysis, 2002.

spremembe stopenj rasti inputa in outputa ustreznih sektorjev³⁵. Iterativni postopek zaključimo, ko se projekcije oziroma rezultati našega modela bolj ali manj ujemajo z makroekonomskimi napovedmi pri manj kot 1-odstotni stopnji deviacije.

Kljub temu, da nova Eurostatova metoda odpravlja slabosti predhodnic, je ne moremo obravnavati kot substituta za tradicionalni postopek izdelave input-output tabel, ki vključuje gmoto podatkov primarnih virov ter popisov. Je uporabna tehnika, namenjena predvsem projiciranju input-output tabel za določene posebne namene.

Bistvena pridobitev Eurostatove metode je uspešno zmanjšan časovni odlog med uradnimi input-output tabelami, kar zvišuje stopnjo relevantnosti in analitične uporabnosti slednjih.

V naslednjem koraku izvedemo primerjavo makroekonomskih napovedi s projiciranimi realnimi stopnjami rasti posameznih komponent dodane vrednosti in končne potrošnje. Če so vrednostna odklanjanja izrazita, potem izpeljemo dodatne iteracije, kjer gre za mejne spremembe stopenj rasti inputa in outputa ustreznih sektorjev³⁶.

Iterativni postopek zaključimo, ko se projekcije oziroma rezultati našega modela bolj ali manj ujemajo z makroekonomskimi napovedmi, pri manj kot 1-odstotni stopnji deviacije.

Kljub temu, da nova Eurostatova metoda odpravlja slabosti predhodnic, je ne moremo obravnavati kot substituta za tradicionalni postopek izdelave input-output tabel, ki vključuje gmoto podatkov primarnih virov ter popisov. Je uporabna tehnika, namenjena predvsem projiciranju input-output tabel za določene posebne namene. Bistvena pridobitev Eurostatove metode je uspešno zmanjšan časovni odlog med uradnimi input-output tabelami, kar zvišuje stopnjo relevantnosti in analitične uporabnosti slednjih.

6.4. Novejše metode ažuriranja

V novejšem času so se na področju ažuriranja pojavile številne popolnoma nove ali zgolj izpopolnjene različice starejših metod. Med novejšimi tehnikami se v literaturi omenjajo naslednje:

- Eurostatova metoda (glej poglavje 6.3.3.4., na str. 44),
- kanadska sintetična metoda,
- TAU metoda,
- druge.

³⁵ Pri tem naj omenimo, da v prvi dodatni iteraciji stopnji rasti dodane vrednosti in outputa korespondirata, v naslednjih pa se odklanjata.

³⁶ Pri tem naj omenimo, da v prvi dodatni iteraciji stopnji rasti dodane vrednosti in outputa korespondirata, v naslednjih pa se odklanjata.

6.4.1. Kanadska sintetična metoda

Ena izmed novejših metod ažuriranja input-output tabel je kanadska sintetična metoda, ki je nastala in je značilna za prakso ažuriranja v okviru Kanadskega statističnega urada. Zasnovana je bila z namenom odpraviti problem časovne zastarelosti input-output tabel kanadskega gospodarstva. Uvrščamo jo med hibridne metode ažuriranja, saj združuje tradicionalne metode ažuriranja, tehnike balansiranja in najnovejše informacije (Siddiqi, Salem, 1995, str. 397). Gre za sintetično ažuriranje celotnega sistema input-output tabel in ne zgolj simetričnih input-output tabel kot pri metodah starejšega datuma, zato govorimo o sintetičnih input-output tabelah (glej Priloga 11, na str. 24).

Kanadsko sintetično metodo razčlenimo v štiri zaporedne postopke (Siddiqi, Salem, 1995, str. 400):

- ocena matrik bruto outputa in inputa,
- ocena matrike končne potrošnje,
- ocena matrike marž,
- balansiranje.

6.4.1.1. Ocena matrik bruto outputa in inputa

Prvi korak zajema oceno bruto outputa in inputa v tekočih cenah (tj. v cenah referenčnega leta, ki ga označimo s simbolom t). Na podlagi mesečno objavljenih ocen razpolagamo z vektorjem realnega BDP-ja. Te ocene obsegajo množico kazalcev bruto outputa in temeljijo na predpostavki, da se tehnologija proizvodnega procesa posameznega sektorja ne spreminja.

Najprej ocenimo vektor bruto outputa v stalnih cenah leta t , in sicer s pomočjo naslednje enačbe (93):

$$\tilde{g}_t^k = (H_{(t-1)}^k)^{-1} * H_t^k * g_{(t-1)}^k \quad (93)$$

\tilde{g}_t^k ... ocena vektorja bruto outputa v stalnih cenah referenčnega leta

$H_{(t-1)}^k$... diagonalna matrika sprememb realnega BDP-ja v stalnih cenah za bazno leto

H_t^k ... diagonalna matrika sprememb realnega BDP-ja v stalnih cenah za referenčno leto

$g_{(t-1)}^k$... vektor bruto outputa v stalnih cenah baznega leta

Pri tem je pomembno poudariti, da so elementi diagonalne matrike H dobljeni na osnovi vektorja domačega outputa. Nadalje predpostavljamo, da so tehnični koeficienti v proučevanem obdobju ostali nespremenjeni. Vmesno potrošnjo v stalnih cenah referenčnega leta ocenimo na podlagi zapisa (94), kjer vpeljemo predhodno ocenjeno diagonalno matriko \tilde{G}_t^k iz zapisa (93):

$$\tilde{U}_t^k = U_{(t-1)}^k * (G_{(t-1)}^k)^{-1} * \tilde{G}_t^k \quad (94)$$

\tilde{U}_t^k ... ocena diagonalne matrike vmesne potrošnje v stalnih cenah referenčnega leta

$U_{(t-1)}^k$... diagonalna matrika vmesne potrošnje v stalnih cenah baznega leta

$G_{(t-1)}^k$... diagonalna matrika bruto outputa v stalnih cenah baznega leta

\tilde{G}_t^k ... ocena diagonalne matrike bruto outputa v stalnih cenah referenčnega leta

Za izračun vmesne potrošnje v tekočih cenah referenčnega leta je potrebno ocene iz zapisa (94) popraviti z ustreznim cenovnim vektorjem p , ki nam kaže razmerje med cenami proizvodov referenčnega in baznega leta:

$$\tilde{U}_t = P * \tilde{U}_t^k \quad (95)$$

\tilde{U}_t ... ocena diagonalne matrike vmesne potrošnje v tekočih cenah referenčnega leta

P ... diagonalna cenovna matrika

\tilde{U}_t^k ... ocena diagonalne matrike vmesne potrošnje v stalnih cenah referenčnega leta

Nadaljujemo z vpeljavo predpostavke o konstantnih realnih tržnih deležih posameznih sektorjev v proučevanem obdobju. Matriko bruto outputa v tekočih cenah referenčnega leta ocenimo na podlagi podobne enačbe iz zapisa (94):

$$\tilde{V}_t^k = (G_{(t-1)}^k)^{-1} * \tilde{G}_t^k * V_{(t-1)}^k \quad (96)$$

\tilde{V}_t^k ... ocena diagonalne matrike bruto outputa v stalnih cenah referenčnega leta

$G_{(t-1)}^k$... diagonalna matrika bruto outputa v stalnih cenah baznega leta

\tilde{G}_t^k ... ocena diagonalne matrike bruto outputa v stalnih cenah referenčnega leta

$V_{(t-1)}^k$... diagonalna matrika bruto outputa v stalnih cenah baznega leta

Sledi transformacija ocenjene diagonalne matrike bruto outputa v stalnih cenah v tekoče cene referenčnega leta, ki je analogna zapisu (95):

$$\tilde{V}_t = \tilde{V}_t^k * P \quad (97)$$

\tilde{V}_t ... ocena diagonalne matrike bruto outputa v tekočih cenah referenčnega leta

P ... diagonalna cenovna matrika

\tilde{V}_t^k ... ocena diagonalne matrike bruto outputa v stalnih cenah referenčnega leta

Na podlagi strukture kanadske sintetične input-output tabele (glej Priloga 11, na str. 24) je razvidno, da v splošnem med bruto outputom, vmesno potrošnjo in BDP-jem obstaja naslednji odnos:

$$g = U' * i + t_U + h \quad (98)$$

Bruto output posameznega sektorja je torej enak vsoti inputov v kupčevih cenah, neto davkom in BDP-ju. Na podlagi osnovnih podatkovnih virov razpolagamo z robnimi omejitvami in s podatki o neto davkih v tekočih cenah, zato lahko izpeljemo oceno vektorja BDP-ja:

$$\tilde{h}_t = \tilde{g}_t - (\tilde{U}_t' * i + t_U) \quad (99)$$

\tilde{h}_t ... ocena vektorja BDP-ja v tekočih cenah referenčnega leta

\tilde{g}_t ... ocena vektorja bruto outputa b tekočih cenah referenčnega leta

\tilde{U}_t ... ocena diagonalne matrike vmesne potrošnje v tekočih cenah referenčnega leta

i ... enotski vektor

t_U ... vektor neto davkov v tekočih cenah referenčnega leta

6.4.1.2. Ocena matrike končne potrošnje

V drugem koraku ocenimo matriko končne potrošnje. Slednja nam omogoča vpogled v strukturo končne potrošnje po posameznih vrstah proizvodov in po posameznih komponentah končne potrošnje. Slednje so osebna potrošnja, investicije, spremembe v zalogah, izdatki države, izvoz in uvoz. Omenjene kategorije nastopajo v sistemu nacionalnih računov, in sicer natančneje v računu dohodka in izdatkov. Iz omenjenega razloga nam četrtnetne objave obeh računov v tekočih cenah predstavljajo pomemben podatkovni vir za ažuriranje po sintetičnem pristopu.

Oceno matrike končne potrošnje izpeljemo na ravni posameznih komponent oziroma pod-matrik. Podatki za pod-matriko osebne potrošnje (C) so nam na voljo na podlagi četrtnetnih računov. Slednje zgolj ponovno klasificiramo v skladu z input-output klasifikacijo. Ker četrtnetni računi ne omogočajo natančnejšega sektorskega pregleda, koeficiente osebne potrošnje predhodnega leta popravimo z ustreznimi cenovnimi faktorji ter jih apliciramo na znane omejitve. Analogno velja za pod-matriko investicij (I).

Nekoliko drugačen je postopek za ostale pod-matrike. Agregatni podatki o pod-matrikah sprememb v zalogah (N), potrošnje države (G), izvoza (X) in uvoza (M) so nam neposredno na voljo na podlagi četrtnetnih računov. Da bi dobili natančnejši vpogled v prvi dve omenjeni pod-matriki sprememb v zalogah in potrošnje države, izpeljemo zapisoma (83) in (84) analogna postopka, pri katerih apliciramo stopnje rasti agregatov in ustrezne koeficiente predhodnega leta, kar dodatno popravimo z ustreznim cenovnim vektorjem.

Pod-matriki izvoza in uvoza sta ocenjeni nekoliko drugače. Sektorski vpogled nam omogočijo podatkovne baze statističnih oddelkov zunanje trgovine in plačilne bilance, vendar je nujno potrebno izpeljati ponovno klasifikacijo podatkov v skladu z input-output klasifikacijo proizvodov.

Rezultat drugega koraka sta oceni \tilde{F}_i in \tilde{y}_i . Pri tem poudarimo, da le-ti nista konsistentni z ocenami iz prvega koraka, kar poruši identiteto med ponudbo in povpraševanjem.

6.4.1.3. Ocena matrike marž

Ocena matrike marž je predzadnja faza sintetičnega pristopa ažuriranja. Matrika marž sestoji iz trgovskih, transportnih in davčnih marž. Izračun trgovskih marž je v splošnem identičen tradicionalnemu izračunu trgovskih marž. Transportne marže dobimo z množenjem zadnje oziroma bazne matrike transportnih marž: a) z deflacioniranimi vrednostmi proizvodov in b) z reflacioniranjem vrednosti v stalnih cenah s tehtanimi cenami transportnih storitev. Sledi še postopek prilagajanja teh ocen z ustreznimi robnimi omejitvami (tj. vsotami) transportnih marž. Tudi izračun trgovskih marž je v splošnem identičen tradicionalnemu izračunu.

6.4.1.4. Balansiranje input-output tabel

Postopek balansiranja v okviru sintetičnega pristopa je razmeroma identičen iterativnemu postopku tradicionalnega balansiranja, saj oba stremita k skladnosti sintetičnih in tradicionalnih vrednosti. Izdelava sintetičnih tabel še poveča vlogo samega balansiranja. Fazi balansiranja po panogah in proizvodih predstavljata pomembno diagnostično orodje, saj običajno vodita do ugotovitve o neravnovesju, ki je posledica nepravilnega podatkovnega izbora, vrednostnega zajemanja in uporabe klasifikacij. Sintetično balansiranje nam nakazuje tudi druge pomanjkljivosti. V splošnem velja, da se koeficienti input-output analize s časom spreminjajo, predvsem zaradi novih relativnih cen, tehničnega napredka, sprememb tržnih deležev... V okviru zadnje faze skuša sintetični pristop odkriti omenjene vire neravnovesja. Balansiranje nam torej nudi priložnost za izboljšanje ocen, vendar le-to ni vedno zmožno zaznati celotnega obsega strukturnih sprememb ali sprememb v relativnih cenah in jih ustrezno vključiti v ocene sintetičnega pristopa.

6.4.2. TAU metoda

TAU metoda je ena izmed novejših, izpopolnjenih različic popularne RAS metode, ki jo je ob koncu 90-ih preteklega stoletja natančneje predstavil Snower. Podobno kot RAS metoda tudi ta zasleduje cilj konsistentnosti tabele, kar se zrcali skozi vrstične in stolpčne matrične omejitve, ki jih izpelje na osnovi statičnega odprtega Leontiefovega sistema.

Vrstične omejitve so izpeljane s pomočjo Leontiefovega sistema outputa, kjer je output definiran kot vsota outputa, ki je namenjen vmesni in končni potrošnji:

$$X^t = A^t * X^t + Y^t \quad (100)$$

S pomočjo postopka določenih transformacij izpeljemo diagonalno matriko vrstičnih korekcijskih faktorjev in zapišemo³⁷:

³⁷ Celotna izpeljava T matrike je nazorno predstavljena v Snower, 1990, str. 32.

$$T_i^{(t+h)} = \frac{\tilde{X}_i^{(t+h)} + \tilde{\xi}_i^{(t+h)} - \bar{Y}_i^{(t+h)}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^t * (\tilde{X}_j^{(t+h)} + \tilde{\xi}_j^{(t+h)})} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (101)$$

$T_i^{(t+h)}$... diagonalna matrika vrstičnih korekcijskih faktorjev

$\tilde{X}_i^{(t+h)}$... ocenjen vektor outputa za referenčno leto $(t+h)$

$\tilde{\xi}_i^{(t+h)}$... vektor nesistematičnih motenj

$\bar{Y}_i^{(t+h)}$... vektor napovedane končne potrošnje za referenčno leto $(t+h)$

a_{ij}^t ... bazni tehnični koeficient

$\tilde{X}_j^{(t+h)}$... ocenjen vektor vmesne potrošnje za referenčno leto $(t+h)$

$\tilde{\xi}_j^{(t+h)}$... vektor nesistematičnih motenj

Analogno definiramo tudi stolpčne omejitve, tokrat s pomočjo Leontiefovega cenovnega sistema, kjer ceno i -tega proizvoda opredelimo kot vsoto stroškov materiala oziroma inputov (na enoto proizvoda) in dodane vrednosti i -tega proizvodnega sektorja (na enoto proizvoda).

Zapišemo:

$$P^t = (A^t)' * P^t + VA^t \quad (102)$$

P^t ... vektor cen proizvodov

A^t ... matrika tehničnih koeficientov

VA^t ... vektor dodane vrednosti

Po določenih poenostavitvah sistema (102), dobimo diagonalno matriko stolpčnih korekcijskih faktorjev, ki je definirana kot³⁸:

$$U_j^{(t+h)} = \frac{\tilde{P}_j^{(t+h)} + \tilde{\psi}_j^{(t+h)} - \overline{VA}_j^{(t+h)}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^t * (P_i^{(t+h)} + \tilde{\psi}_i^{(t+h)})} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (103)$$

$U_j^{(t+h)}$... diagonalna matrika vrstičnih korekcijskih faktorjev

$\tilde{P}_j^{(t+h)}$... ocenjeni vrstični vektor relativnih cen proizvodov za referenčno leto

$\overline{VA}_j^{(t+h)}$... vrstični vektor projicirane dodane vrednosti za referenčno leto

$\tilde{\psi}_j^{(t+h)}$... vektor nesistematičnih motenj

a_{ij}^t ... bazni tehnični koeficient

³⁸ Natančna izpeljava U matrike je podana v Snower, 1990, str. 33.

$P_i^{(t+h)}$... stolpčni vektor relativnih cen proizvodov za referenčno leto

$\tilde{\psi}_i^{(t+h)}$... vektor nesistematičnih motenj

Predpostavljamo, da razpolagamo z matriko tehničnih koeficientov za bazno leto t in z vektorjema končne potrošnje in dodane vrednosti za referenčno leto $t+h$. Ažuriranje TAU metode poteka na ravni matrike tehničnih koeficientov, celoten postopek pa lahko razdelimo v štiri osnovne korake. V prvem koraku bazno matriko tehničnih koeficientov izrazimo v cenah referenčnega leta $t+h$:

$$A^{t \rightarrow (t+h)} = P^{(t+h)} * A^t * (P^{(t+h)})^{-1} \quad (104)$$

$A^{t \rightarrow (t+h)}$... bazna matrika tehničnih koeficientov, izražena v relativnih cenah referenčnega leta

$P^{(t+h)}$... vektor relativnih cen referenčnega leta

A^t ... bazna matrika tehničnih koeficientov

V naslednjem koraku izračunamo prvo diagonalno matriko $T_i^{(t+h)}$ na podlagi enačbe (101) in jo pomnožimo z bazno matriko, izraženo v cenah referenčnega leta. Dobimo prvo oceno ažurirane matrike:

$${}^{1/1} \tilde{A}^{(t+h)} = {}^{1/1} T^{(t+h)} * A^{t \rightarrow (t+h)} \quad (105)$$

Tretji korak obsega izračun prve diagonalne matrike $U_j^{(t+h)}$ na podlagi enačbe (103), jo apliciramo na prvo oceno ažurirane matrike iz zapisa (105) ter dobimo drugo oceno ažurirane matrike:

$${}^{1/2} \tilde{A}^{(t+h)} = {}^{1/1} \tilde{A}^{(t+h)} * U^{(t+h)} \quad (106)$$

Po obeh izpeljanih korekcijah ohranimo identitete cenovnega sistema (102), vendar hkrati kršimo identitete Leontiefovega sistema outputa (100). Zato nadaljujemo s ponovnim izračunom T matrike, ki jo pomnožimo z drugo oceno ažurirane matrike ter tako dobimo tretjo oceno. Sledi izračun druge U matrike in njena aplikacija na tretjo oceno matrike itd. Tovrstno iterativno proceduro nadaljujemo, vse dokler ažurirana matrika tehničnih koeficientov ni konsistentna z znanimi matričnimi omejitvami:

$${}^{k/} \tilde{A}^{(t+h)} = {}^{k-1/} T^{(t+h)} * A^t * {}^{k/} U^{(t+h)} \quad (107)$$

Na podlagi zapisa (107) je razvidno, da gre za skoraj identičen iterativni postopek kot pri RAS metodi. Tudi zanjo je tipično matrično sosledje, po katerem je dobila ime – T*A*U.

6.5. Evalvacija metod ažuriranja

Teoretična predstavitev metod nam je omogočila nazoren vpogled v sam postopek ažuriranja, ki je bolj ali manj matematičen proces. Da bi lahko podali natančnejšo vrednostno oceno posameznih metod, bi bilo v nadaljevanju diplomskega dela empirično testiranje slednjih več kot na mestu, vendar gre za preobsežno zastavljen projekt. Osnovne prednosti in slabosti posameznih metod bomo podali zgolj na podlagi ugotovitev različnih avtorjev, ki so izvedli empirična testiranja določenih metod. Dopolnili jih bomo zgolj s skromno primerjavo konkretnih rezultatov dveh metod: PCM in RAS metode.

Če primerjamo osnovne metodološke skupine Eurostatove klasifikacije, potem opazimo podobnost univariatne in bivariatne skupine, saj obe vsebujeta predpostavko o homogenem značaju spremenljivk, ki vplivajo na tehnične koeficiente. V primerih nizke stopnje sektorske agregacije gospodarstva se slednja izkaže za prednost medtem, ko se v nasprotnem primeru in v primeru izrazitih strukturnih sprememb gospodarstva prevesi v pomanjkljivost, saj ni sposobna zajeti kompleksnega značaja sprememb. To omogočajo stohastične metode, ki predpostavljajo, da so spremembe tehničnih koeficientov kompleksne (tj. rezultat številnih spremenljivk), kar jim posledično daje stohastični oziroma slučajni značaj.

Če nadaljujemo s primerjavo univariatnih in bivariatnih metod ugotovimo, da prve izvajajo postopek ažuriranja zgolj na vrsticah matrike medtem, ko bivariatne simultano vpeljejo še stolpčno korekcijo. Pri tem aplicirajo ustrezne vrstične in stolpčne korekcijske faktorje, ki v skladu s predpostavko homogenosti vršijo uniformen vpliv učinka substitucije in fabrikacije na vse sektorje gospodarstva. Izjema je PSC metoda, ki predpostavlja, da se učinek substitucije razlikuje med posameznimi sektorji gospodarstva, zato vpelje dodatno korekcijo vrstičnih multiplikatorjev.

Da bi ugotovili koristnost simultane vrstične in stolpčne korekcije, bomo izvedli konkretno primerjavo ocen univariatne PCM in bivariatne RAS metode. V »Eurostat Input-Output Manual« je podana input-output tabela za hipotetično bazno leto $t = 1$ in robne vsote tabele za hipotetično referenčno leto $t = 2$. Input-output tabela je izdelana za hipotetično tri-sektorsko gospodarstvo (kmetijstvo, industrija in storitve). V nadaljevanju so podane tudi dejanske vrednosti referenčne input-output tabele, kar nam omogoči dodatno vrednotenje ocen.

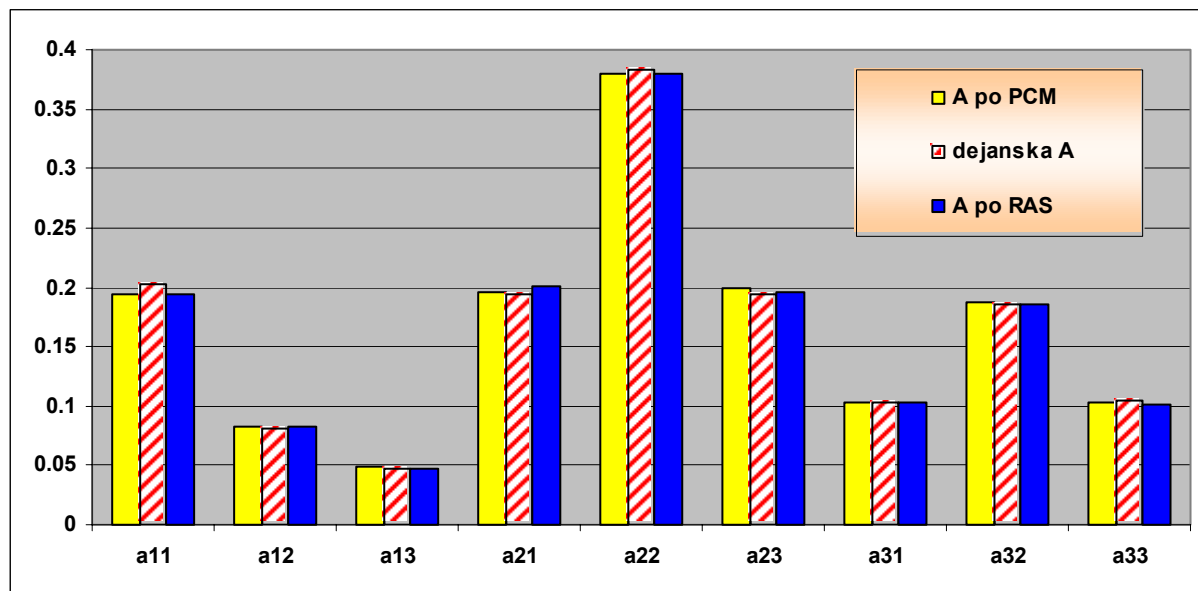
Najprej izpeljemo PCM (glej Priloga 1, na str. 2) in RAS (glej Priloga 2, na str. 6) postopek ažuriranja hipotetične input-output tabele za bazno leto v skladu s podanimi omejitvami. Na podlagi ažurirane input-output tabele izračunamo matriko tehničnih koeficientov, ki nam bo kot osrednji instrument input-output analize predstavljala osnovo za izvedbo primerjave. Analogno storimo za dejansko referenčno input-output tabelo. Če primerjamo ocenjene in dejanske tehnične koeficiente, potem ugotovimo, da obstajajo določena odstopanja pri obeh metodah (glej Slika 8, na str. 49).

Da bi dobili natančnejši vpogled v omenjena odklanjanja ocenjenih vrednosti od dejanskih, Eurostatovi strokovnjaki svetujejo izračun oziroma uporabo naslednjih treh kazalcev za

vrednotenje kakovosti ocen posameznih metod ažuriranja input-output tabel (The ESA 95 Input-Output Manual, str. 320):

- povprečni absolutni odklon,
- povprečna absolutna odstotna napaka,
- odstotna napaka ocene skupnega sektorskega multiplikatorja.

Slika 8: Prikaz dejanskih in ocenjenih vrednosti tehničnih koeficientov referenčnega leta za PCM in RAS metodo ažuriranja



Vir: The ESA 95 Input-Output Manual, 2002, lastni izračuni.

Povprečni absolutni odklon (*Mean Absolute Deviation – MAD*) nam kaže povprečno oddaljenost ocenjene vrednosti od dejanske. Na ravni tehničnega koeficienta ga izračunamo kot:

$$MAD = \left(\frac{1}{n^2}\right) * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left| \tilde{a}_{ij}^{(t+h)} - a_{ij}^{(t+h)} \right| ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (108)$$

Povprečna absolutna odstotna napaka (*Mean Absolute Percentage Error – MAPE*) nam pove, za koliko bo ocenjena vrednost v povprečju večja ali manjša od dejanske vrednosti. Na ravni tehničnega koeficienta jo zapišemo kot:

$$MAPE = \left(\frac{1}{n^2}\right) * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left| \frac{(\tilde{a}_{ij}^{(t+h)} - a_{ij}^{(t+h)})}{a_{ij}^{(t+h)}} * 100 \right| ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (109)$$

Odstotna napaka sektorskih multiplikatorjev (*Percentage Error in Output Multipliers - PEOM*) na kaže, kolikšne napake ocen skupnih sektorskih multiplikatorjev so nastale pri posamezni metodi ažuriranja. Napaka je izražena v % dejanske vrednosti. Zapišemo:

$$PEOM_j = \frac{\tilde{r}_j^{(t+h)} - \bar{r}_j^{(t+h)}}{\bar{r}_j^{(t+h)}} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (110)$$

kjer velja:

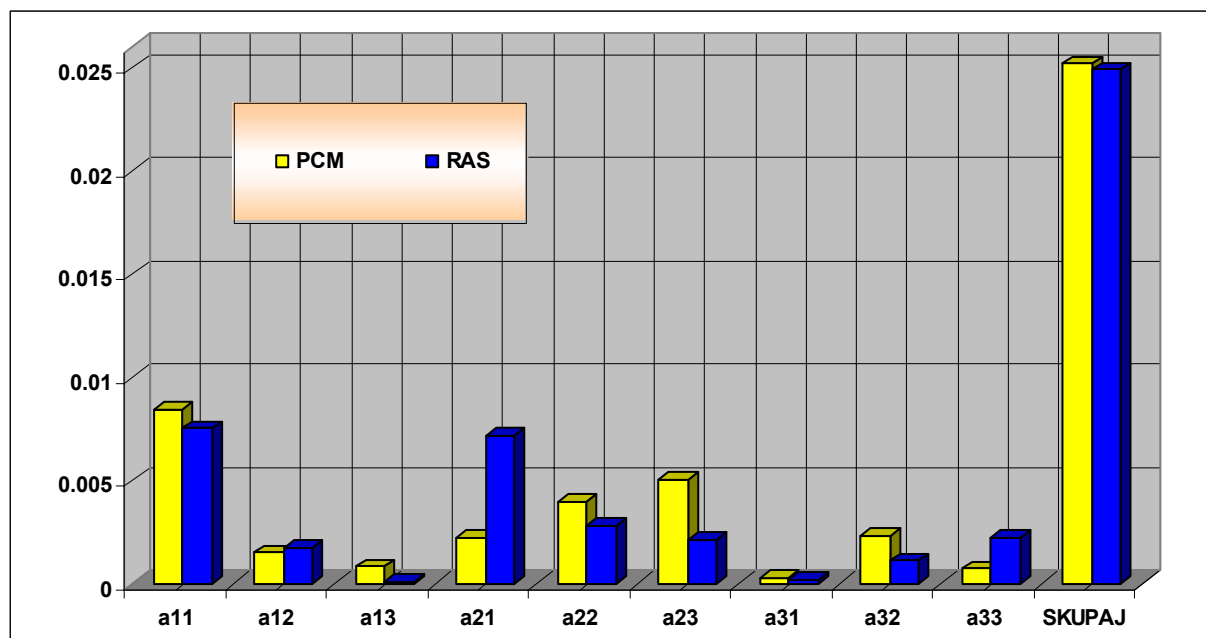
$$\tilde{r}_j^{(t+h)} \in \tilde{R}_j^{(t+h)} = \sum_{i=1}^n \tilde{R}^{(t+h)} = \sum_{i=1}^n (I - \tilde{A}^{(t+h)})^{-1} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (111)$$

in

$$\bar{r}_j^{(t+h)} \in \bar{R}_j^{(t+h)} = \sum_{i=1}^n R^{(t+h)} = \sum_{i=1}^n (I - A^{(t+h)})^{-1} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (112)$$

Na podlagi izračuna posameznih absolutnih odklonov (glej Priloga 6, na str. 19) ugotovimo, da se pri večini tehničnih koeficientov ocene PCM metode izraziteje odklanjajo od dejanskih vrednosti kot pri RAS metodi (glej Slika 9, na str. 50). Do identične ugotovitve nas vodi tudi skupen seštevek vseh absolutnih odklonov. Pri PCM metodi ta znaša 0,0252, pri RAS pa je nekoliko manjši in znaša 0,0249.

Slika 9: Prikaz posameznih in skupnih absolutnih odklonov ocen PCM in RAS metode na ravni tehničnih koeficientov



Vir: Lastni izračuni.

Našo ugotovitev (tj. odkloni ocen so pri PCM metodi izrazitejši v primerjavi z RAS metodo) potrdi tudi izračun prvega kazalca, povprečnega absolutnega odklona za obe metodi:

$$MAD(PCM) = 0,00280$$

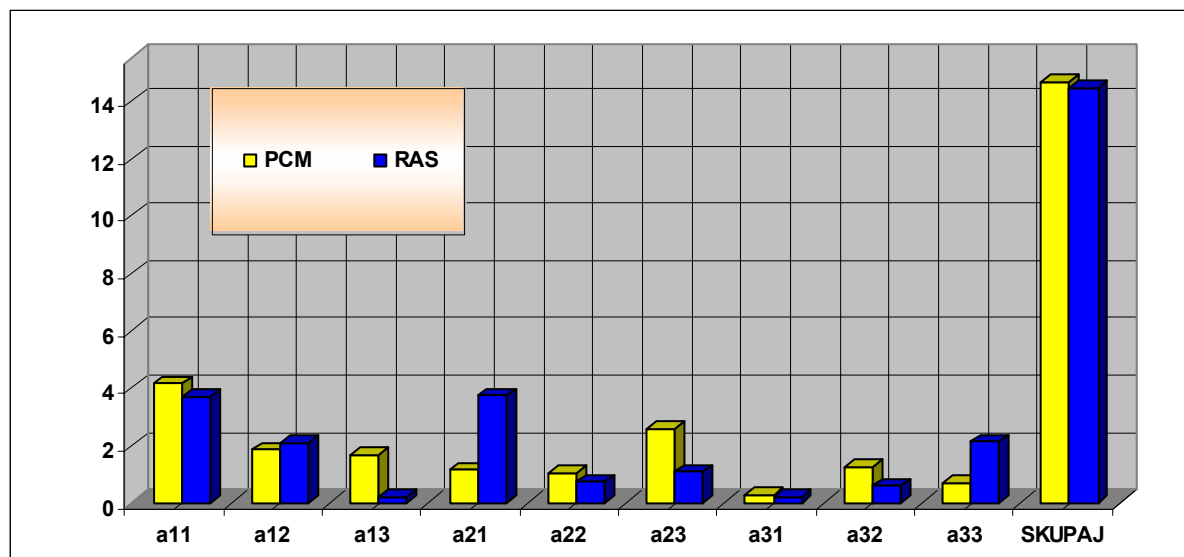
in

$$MAD(RAS) = 0,00277.$$

S PCM metodo ocenjeni posamezni tehnični koeficient se od svoje dejanske vrednosti v povprečju odklanja za 0,0028 medtem, ko se v primeru RAS metode odklanja nekoliko manj, in sicer v povprečju za 0,00277. Na podlagi izračuna povprečnega absolutnega odklona zaključimo, da bivariatna RAS metoda vodi do boljših ocen kot univariatna PCM metoda.

Nadaljujemo z izračunom posameznih absolutnih odstotnih napak (glej Priloga 7, na str. 20). Ugotovimo, da so pri večini tehničnih koeficientov absolutne odstotne napake večje pri PCM metodi ažuriranja kot pa pri RAS metodi (glej Slika 10, na str. 51). Do identičnega spoznanja nas vodi tudi izračun skupne absolutne odstotne napake, ki pri PCM metodi znaša 14,645 %, pri RAS pa 14,463 %.

Slika 10: Prikaz absolutnih odstotnih napak ocen tehničnih koeficientov za PCM in RAS



Vir: Lastni izračuni.

Koristnejši kazalec od posameznih in skupnih absolutnih odstotnih napak je povprečna absolutna odstotna napaka. Na podlagi izračunov le-te ugotovimo, da je posamezni z RAS metodo ocenjeni tehnični koeficient v povprečju večji ali manjši od dejanske vrednosti za 1,61 %, pri PCM metodi pa v povprečju za 1,63 %. Ta izračun še dodatno potrjuje ugotovitev o boljši predstavi RAS metode.

Predhodno ugotovljena odstopanja ocen od dejanskih vrednosti zagotovo vplivajo tudi na vrednosti sektorskih multiplikatorjev, ki poleg tehničnih koeficientov predstavljajo osrednji inštrument input-output analize. Zato izpeljemo izračun posameznih skupnih sektorskih multiplikatorjev za dejansko in ocenjeni input-output tabeli (glej Priloga 8, na str. 21). Tudi na ravni skupnih sektorskih multiplikatorjev zaznamo razlike pri odstopanju ocenjenih vrednosti od dejanskih.

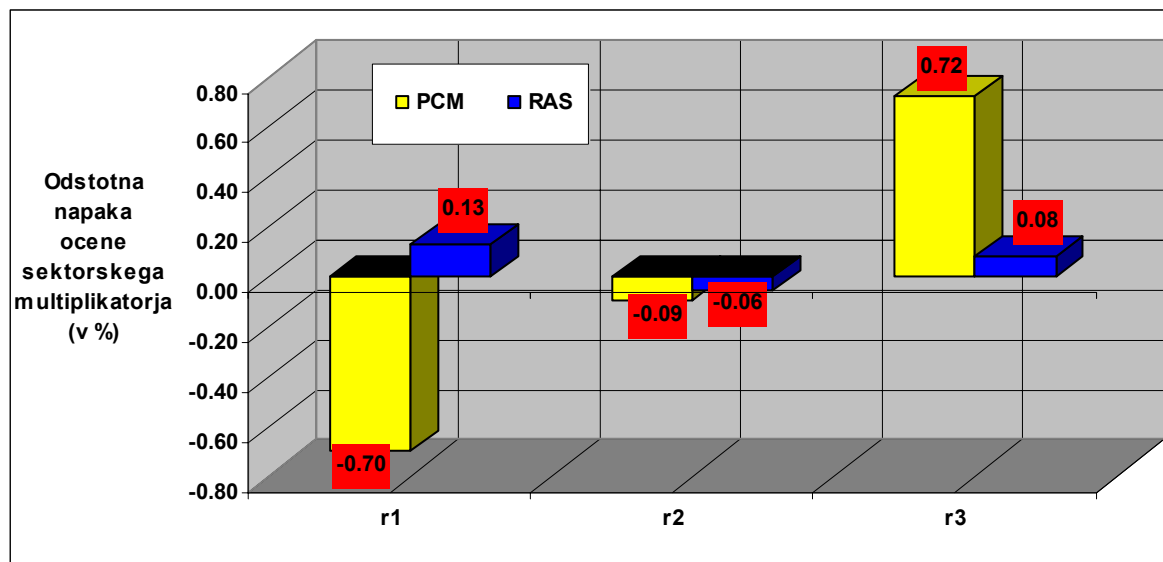
Za natančnejše ugotovitve je smiselno izračunati odstotne napake ocen posameznih skupnih sektorskih multiplikatorjev (glej Priloga 9, na str. 22). Obe metodi ažuriranja sicer vodita do določenih napak ocen, vendar so slednje tudi na tej ravni zopet večje pri PCM metodi.

Odstotne napake skupnih sektorskih multiplikatorjev so (v %):

$$\begin{array}{ll}
 PEOM_1(PCM) = -0,70 & PEOM_1(RAS) = 0,13 \\
 PEOM_2(PCM) = -0,09 & \text{in} \quad PEOM_2(RAS) = -0,06 \\
 PEOM_3(PCM) = 0,72 & PEOM_3(RAS) = 0,08
 \end{array}$$

Ocena drugega sektorskega multiplikatorja pri obeh metodah bistveno ne odstopa od dejanske vrednosti, medtem ko nam izračunani odstotni napaki za preostala skupna sektorska multiplikatorja nakazujeta vidno razhajanje obeh metod.

Slika 11: Primerjava odstotnih napak ocen sektorskih multiplikatorjev za PCM in RAS metodo (v %)



Vir: Lastni izračuni.

RAS metoda tudi pri oceni sektorskih multiplikatorjev ne generira bistvenih napak medtem, ko to ni moč trditi za PCM metodo, saj vodi do skoraj 1-odstotnih napak.

Na osnovi izpeljanih skromnih izračunov lahko zaključimo, da RAS metoda ažuriranja vodi do relativno boljših ocen kot PCM metoda. Razlog za to utegnemo pojasniti s simultano vrstično in stolpčno iterativno korekcijo RAS metode, ki je pri PCM omejena le na vrstice.

RAS metoda velja za najbolj znano in v praksi uporabljeno metodo ažuriranja. Njeni glavni prednosti sta analitična jasnost in računaska preprostost. Na splošno velja za hitro (tj. čas izračuna) in zanesljivo metodo, ki je izredno uporabna predvsem v razmerah neznatnih strukturnih sprememb, sprememb v relativnih cenah in tehnoloških spremembah (The ESA 95 Input-Output Manual, 2002, str. 315). Vendar ima tudi nekaj pomanjkljivosti. Izraziti šibkosti

se nahajata v predpostavki o homogenem učinku substitucije ter fabrikacije in v zahtevah konsistentnega kriterija, ki pogosto vodijo do neracionalnih arbitrarnih sprememb tehničnih koeficientov. V novejšem času so se pojavile njene številne različice, med katerimi je najpomembnejša TAU metoda, ki je v postopek ažuriranja vključila tudi faktor cenovnih gibanj. Bistvena prednost TAU metode je, da znatno poveča obseg informacij (tj. dodatna pojasnjevalna spremenljivka), kar posledično vodi do boljše kvalitete ocen, ki so analogne RAS rezultatom. Pri tem velja poudariti podobnost med obema metodama, saj gre dejansko za dva alternativna načina opredelitve vrstičnih in stolpčnih omejitev, v okviru katerih se izvede ažuriranje.

Vrstične omejitve RAS metode so določene s pomočjo sistema $R^{(t+h)} * A^t * X^{(t+h)} = {}^T X^{(t+h)}$, medtem ko jih TAU metoda izpelje s pomočjo sistema ${}^T X^{(t+h)} * A^{(t+h)} * (\tilde{X}^{(t+h)} + \tilde{\xi}^{(t+h)}) = {}^Y \bar{X}^{(t+h)}$. Vektor $X^{(t+h)}$ se razlikuje od $(\tilde{X}^{(t+h)} + \tilde{\xi}^{(t+h)})$ zgolj za vektor motenj, ki ne vsebuje sistematične komponente. Analogno velja, da se vektor ${}^T X^{(t+h)}$ loči od $(\tilde{X}^{(t+h)} + \tilde{\xi}^{(t+h)} - {}^Y \bar{X}^{(t+h)})$ prav tako zgolj za vektor motenj. Načeloma naj ne bi prihajalo do sistematičnih razlik med vrstičnimi omejitvami RAS in TAU metode, ki pa se v praksi pojavljajo, kar je odvisno od kakovosti ocene oziroma projekcije funkcije povpraševanja. V kolikor je slednja natančen posnetek dejanskega povpraševanja, potem govorimo o dveh popolnoma identičnih metodah.

Analogije vrstičnih omejitev ni moč prenesti na stolpčne omejitve. Slednje so pri RAS metodi določene s pomočjo sistema $(X^{(t+h)})' * A^t * S^{(t+h)} = ({}^B X^{(t+h)})'$, pri TAU pa s sistemom $((\tilde{P}^{(t+h)})' + (\tilde{\psi}^{(t+h)})') * A^t * U^{(t+h)} = (\tilde{P}^{(t+h)})' + (\tilde{\psi}^{(t+h)})' - \overline{(VA^{(t+h)})}'$. Ker vektorja $(X^{(t+h)})'$ in $({}^B X^{(t+h)})'$ nista linearno odvisna od vektorjev $(\tilde{P}^{(t+h)})' + (\tilde{\psi}^{(t+h)})'$ in $(\tilde{P}^{(t+h)})' + (\tilde{\psi}^{(t+h)})' - \overline{(VA^{(t+h)})}'$, nam je slednji sistem v pomoč pri znižanju stopinj prostosti pri določanju tehničnih koeficientov³⁹. Stolpčne omejitve TAU metode nam omogočijo konsistentnost med dodano vrednostjo in cenami, kar se utegne izkazati za koristno pri nadaljnjih projekcijah in simulacijah.

Bistvena prednost TAU metode se zrcali v njeni fleksibilnosti, saj jo je moč uporabiti v povezavi z RAS metodo na dva načina (Snower, 1990, str. 35):

- dodatni korak (v primeru neizpoljenih podatkovnih zahtev RAS metode),
- nadgradnja (v primeru izpoljenih podatkovnih zahtev z namenom izboljšave ocen RAS metode).

Razmeroma uspešno konkurenco RAS metodi predstavlja Lagrangeva metoda, ki je značilna predvsem za nizozemsko prakso ažuriranja. Je teoretično bolj elegantna metoda, ki vodi do analognih rezultatov kot RAS metoda, zato je nekoliko presenetljivo, zakaj se bolj ne pojavlja v praksi. Eden izmed osnovnih razlogov je enostavnejši postopek programiranja RAS metode,

³⁹ Število stopinj prostosti nam kaže nezmožnost metode za določitev natančne ocene tehničnih koeficientov na podlagi dane empirične osnove (Snower 1990, str. 35).

saj gre za razmeroma preprost in v praksi že uveljavljen postopek. Poleg tega je čas izračuna slednje bistveno krajši in veliko bolj ekonomičnega značaja v smislu obremenitve osrednjega računalniškega spomina. Kljub omenjenim prednostim RAS metode, obe metodi vodita do bolj ali manj primerljivih rezultatov, vendar se Lagrangeva metoda izkaže za primernejšo predvsem pri ažuriranju dvodimenzionalnih tabel (Harthoorn, Van Dalen, 1971, str. 4) Dodaten argument v korist Lagrangeve metode predstavlja vpeljava intervalov zaupanja posameznih elementov.

V kanadski praksi se uporablja kanadska sintetična metoda, ki jo uvrščamo med hibridne metode ažuriranja, saj združuje tradicionalne tehnike ažuriranja, običajne analize in postopke balansiranja z razpoložljivimi podatkovnimi viri. Za razliko od ostalih metod izvaja sintetično ažuriranje oziroma ažuriranje celotnega sistema input-output tabel.

CSA metodo ažuriranja lahko ovrednotimo na dva načina (Siddiqi, Salem, 1995, str. 409):

- neposredna primerjava agregatov, dobljenih na podlagi CSA metode z dejanskimi agregati;
- primerjava napak ocene CSA metode z napakami alternativnih tehnik.

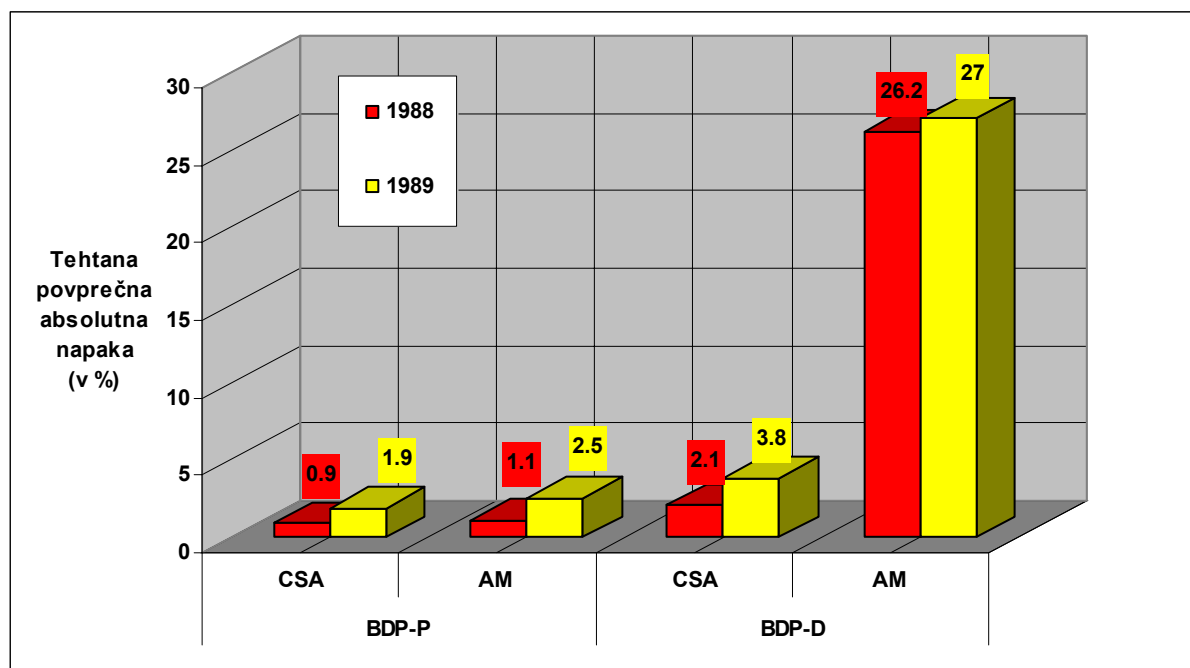
Ker je primarni namen izdelave input-output tabel izračun agregata bruto domačega proizvoda po izdatkovni in dohodkovni metodi v tekočih cenah, izvedemo neposredno primerjavo končne potrošnje BDP-ja. Namen te primerjave je zajeti velikost odklonov ocenjenih vrednosti od dejanskih. Te razlike ne opredeljujemo kot tipične napake napovedi, saj te hkrati odražajo tudi napake med projiciranimi in dejanskimi podatki. Tovrstno primerjavo sta izvedla Siddiqi in Salem za kanadsko gospodarstvo za leti 1988 ter 1989 (Siddiqi, Salem, 1995, str. 406).

Pri vrednotenju CSA metode na podlagi končne potrošnje BDP-ja sta ugotovila, da so bile ocene večine komponent končne potrošnje za leto 1988 ocenjene z relativno nizko stopnjo absolutne napake, ki je bila le z eno izjemo manjša od 5 % (Siddiqi, Salem, 1995, str. 406). Do identičnih ugotovitev sta prišla tudi za leto 1989, vendar so bile ocene napak znatno večje, kar sta pripisala poslabšanju razmer na trgu. Za primerjavo absolutnih napak ocene CSA in alternativne metode sta vpeljala tehtano povprečje absolutne napake. Na podlagi izračunov letega sta zaključila, da CSA metoda producira bolj natančne ocene kot alternativna⁴⁰.

Glede na omenjeno raziskavo lahko sklepamo, da so ocene CSA metode v povprečju dober približek dejanskih vrednosti in da v primerjavi z ostalimi tehnikami ažuriranja zagotavljajo premik naprej v smislu natančnosti. Vendar jih kljub pozitivnim ocenam ni moč obravnavati kot ustrezen substitut tradicionalno izdelanim tabelam.

⁴⁰ Alternativne metode v prispevku nista natančneje opredelila. Gre za eno izmed mehaničnih metod ažuriranja.

Slika 12: Grafični prikaz primerjav tehtane povprečne absolutne napake ocene BDP-ja po potrošni in dohodkovni metodi za CSA in alternativno metodo ažuriranja za leti 1988 in 1989



Legenda:

CSA ... kanadska sintetična metoda

AM ... alternativna metoda

BDP-P ... BDP po potrošni metodi

BDP-D ... BDP po dohodkovni metodi

Vir: Siddiqi, Salem, 1995.

Najnovejša metoda, ki naj bi odpravila večino pomanjkljivosti dosedanjih metod, je Eurostat metoda. Zasnovana je bila z namenom zapolniti petletni časovni odlog med uradnimi input-output tabelami članic Evropske unije. Uporablja zgolj uradne relevantne podatke in makroekonomske napovedi, ki jih obravnava kot endogene za razliko od predhodnic. Njeno prioriteto ne določa konsistenčni kriterij, temveč kriterij inovacij, tržnih sil in tehnološkega napredka, zato so neracionalne spremembe tehničnih koeficientov izvzete.

Osnovne prednosti je moč strniti v nekaj alineah (The ESA 95 Input-Output Manual, 2002, str. 331):

- zajeten postopek ažuriranja ob relativno nizkih stroških,
- uradna podatkovna osnova,
- integrirana ocena vseh kvadrantov input-output tabele,
- vrstične in stolpčne vsote vmesne potrošnje so izpeljane tekom postopka,
- struktura končne potrošnje je ocenjena tekom iterativnega postopka,
- konsistentnost zagotavlja input-output model.

Kljub obsežnemu spisku prednosti ima tudi šibkejšo stran, ki izhaja iz preproste strukture postopka in pomanjkljivega teoretičnega ozadja. Poleg tega so v praksi podatki ali makroekonomske napovedi o vmesni potrošnji izredno težko dostopni oziroma jih skorajda ni. Nadalje je potrebno omeniti, da ocene strukture končne potrošnje ne temeljijo na ekonometričnih funkcijah, kar pomeni, da Eurostat metoda ni sposobna v celoti zajeti vplivov relativnih cen, inovacij, tehnološkega napredka in podobnih pomembnejših ekonomskih spremenljivk. Primarno je namenjena poenotenju prakse ažuriranja input-output tabel v državah članicah evropske integracije.

7. Sklep

Sistem input-output tabel je integralni del sistema nacionalnih računov, ki se tradicionalno izdeluje za popisno leto. Gre za kompleksno proceduro, ki je časovno in stroškovno obsežen projekt. Posledično nastaja časovni odlog med letom izdelave in letom objave tabel, ki znižuje analitično uporabnost tabelam že ob objavi. Poleg tega so nam v med-popisnem obdobju na voljo zgolj zadnje razpoložljive tabele, ki pogosto ne predstavljajo ustrezne podatkovne baze za nadaljnje delo. Da bi omilili ali celo odpravili omenjeni problem časovne zastarelosti tradicionalno izdelanih input-output tabel, se je razvilo metodološko področje ažuriranja ali posodabljanja tabel.

Po skoraj enoletnem proučevanju tematike ažuriranja input-output tabel smo se dokopali do številnih ugotovitev.

Prvič, obseg razpoložljive literature na tematiko sistema nacionalnih računov je izjemen. Ažuriranje kot tematski sklop sistema nacionalnih računov pa je še dokaj nedodelano področje. Na voljo so nam številni prispevki različnih avtorjev, ki v svojih razpravah omenjajo ažuriranje input-output tabel, vendar se prepogosto distancirajo od natančnejše tematske obravnave. Avtorji v večini prispevkov ostanejo le na opisnoelementarni ravni metod, kar oteži natančnejši, kvalitativen in objektivni vpogled v tematiko ažuriranja. Referenčno literaturo, ki ima atribut poglobljanja v samo metodologijo ažuriranja lahko strnemo v dve grobi kategoriji. Tisto, starejšega datuma, ki je načeloma dostopna, vendar zaradi malomarnega ravnanja stroke s podatkovnimi bazami pogosto nedosegljiva, v izjemnih primerih pa ni slučaj, da naletimo na problem časovne zastarelosti, kar postavi pod vprašaj njeno aplikacijo na današnji čas. Aktualna, novejša literatura pa ima za raziskovalca brez akademske preteklosti značaj elitizma, saj je njena dostopnost bolj ali manj pogojena s članstvom v različnih združenjih oziroma je za njen dostop pogosto potrebno odšteti (pre)visoke zneske. Raziskovalec je prepuščen predvsem lastni iznajdljivosti in dobri volji posedovalcem redke literature. Slovenske literature o ažuriranju input-output tabel zaradi še ne uveljavljene prakse ažuriranja, preprosto ni.

Nadalje, kljub vse bolj pomembni vlogi ažuriranja pri izdelavi input-output tabel, je definicija slednjega v večini prispevkov izredno medlo opredeljena, saj v literaturi, predvsem tuji, pogosto prihaja do nerazločevanja treh terminov: updating, adjusting in projecting. Problem

pojasnimo s pomočjo vrste podatkovnega vira robnih vsot input-output tabele. Če gre za popisne podatke (podatke, dobljene na podlagi projekcij), potem je ažuriranje hkrati tudi prilagajanje (projiciranje).

Poleg tega področje ažuriranja nima še izdelane celostne klasifikacije metod ažuriranja. Relativno dober poskus le-te je izdelal Eurostat avgusta 2002, vendar gre za pomanjkljiv zbir metodološko površno predstavljenih tehnik, razvrščenih v tri večje družine: univariatno, bivariatno in stohastično. V prihodnosti ažuriranja je nujno potrebno izdelati celovit in natančnejši sistem metod ažuriranja input-output tabel, ki pa je vse prej kot enostaven projekt.

V literaturi najpogosteje omenjena in v praksi uveljavljena metoda ažuriranja je Stone-Brownova ali biproporcionalna ali RAS metoda. Gre za preprosto računsko tehniko, ki je sorazmerno hitra in vodi do relativno zanesljivih rezultatov v razmerah stabilnega gospodarstva. Njeno bistveno pomanjkljivost predstavlja predpostavka o homogenem značaju učinka substitucije in fabrikacije, do katere ta vodi predvsem v ekonomijah znatnih tehnoloških sprememb. Je iterativna tehnika, ki izvaja ažuriranje na ravni tehničnega koeficienta. Nanj aplicira ustrezne korekcijske faktorje, vse dokler se ne realizirajo znane robne omejitve. Njena novejša in bolj dodelana različica je TAU metoda, ki jo nadgradi z vpeljavo informacij o cenovnih gibanjih. Rezultati le-te so bolj ali manj analogni rezultatom RAS metode. Še posebej se izkaže za primerno metodo ažuriranja v gospodarstvih, ki se soočajo s tehnološkimi spremembami in izrazitimi spremembami relativnih cen. Pomembna metodološka lastnost TAU tehnike je njena fleksibilnost, saj jo je moč uporabiti kot dopolnilo ali nadgradnjo RAS metodi.

Neposredno konkurencu RAS metodi predstavlja Lagrangeva metoda, ki je značilna za prakso ažuriranja na Nizozemskem. Kljub primerljivosti ocen nizozemske tehnike z rezultati RAS metode, je še vedno neuveljavljena zunaj države njenega nastanka. Večina avtorjev kot osnovne razloge za to navaja daljši čas izračuna Lagrangevih multiplikatorjev, ki znatneje obremenijo osrednji računalniški spomin kot RAS metoda.

Novejšo metodologijo ažuriranja, poleg TAU metode, tvorita še metodi Evropskega in Kanadskega statističnega urada. Nekoliko starejša, kanadska sintetična metoda predstavlja nov hibriden pristop k ažuriranju input-output tabel, saj za razliko od ostalih izvaja sintetičen postopek ažuriranja, in sicer na celotnem sistemu input-output tabel. Edinstvena značilnost sintetičnega pristopa je, da ažuriranje izvaja glede na podlagi ocenjenih robnih omejitev, ki so izpeljane znotraj samega postopka ažuriranja. Na podlagi ugotovitev empiričnih testiranj avtorji ugotavljajo, da le-ta vodi do natančnejših ocen kot alternativne tehnike.

Najnovejša metoda ažuriranja je Eurostatova metoda, ki je primarno namenjena praksi ažuriranja v državah članicah Evropske unije. Glede na bližnje članstvo Slovenije v evropski integraciji, bo le-ta postala po vsej verjetnosti osrednja tehnika slovenske prakse ažuriranja input-output tabel. Od ostalih se loči predvsem po tem, da uporablja zgolj uradne relevantne podatkovne vire in projekcije. Gre za razmeroma obsežno proceduro ažuriranja, ki se kaže kot stroškovno ugodna tehnika, uporabna za določene specifične namene.

Kljub omenjenim pomanjkljivostim področja ažuriranja pa tovrsten postopek input-output strokovnjakom in uporabnikom tabel nudi tudi določene prednosti. V splošnem pogledu ažuriranje predstavlja cenejšo in hitrejšo alternativo tradicionalni izdelavi input-output tabel. Posledično zmanjšuje ali celo odpravi problem časovne vrzeli med-popisnega obdobja ter s tem vsaj delno odpravi problem časovne zastarelosti input-output tabel ob objavi. Vendar so s pomočjo postopka ažuriranja izdelane tabele še vedno bolj ali manj kvalitetni posnetki dejanskega stanja nekega gospodarskega sistema, tokrat zgolj posnetki posnetkov.

Med avtorji ni konsenza o najuporabnejši metodi, saj vsak izmed njih zagovarja sebi najljubšo metodo, za katero običajno ne izvede celostne primerjave z ostalimi alternativami, ki bi omogočila nekakšno objektivno vrednotenje. Slednje bi lahko bilo vodilo slovenskim input-output strokovnjakom, ki bodo skušali vpeljati prakso ažuriranja input-output tabel. Težnjo po čim bolj racionalni izbiri metode pa omejujejo tudi finančna sredstva, ki preprečujejo izvedbo vseh znanih metod ažuriranja za začetnih nekaj let in kasnejšo sodbo o natančnosti ocen ter primernosti za slovenske gospodarske razmere. Za najprimernejši metodi se ponujata Eurostat in TAU metoda. Prva zaradi vpetosti Slovenije v evro-atlantske integracijske procese, druga pa zaradi že preverjene zanesljivosti RAS metode, ki jo dopolnjuje s komponento cenovnih gibanj, kar bistveno izboljša ocene input-output tabel.

8. Literatura

1. Allen R. I. G., Gossling W. F.: Estimating and Projecting Input-Output Coefficients. London: Input-Output Publishing Company, 1975. 104 str.
2. Almon Clopper: Product-to-Product via Product-Technology with No Negative Flows. Economic Systems Research, Journal of the International Input-Output Association, Abingdon, 12 (2000), 1, str. 27-43.
3. Babić Mate: Osnove input-output analize. Zagreb: Narodne novine, 1990. 226 str.
4. Bacharach Michael: Biproportional Matrices and Input-Output Change. Cambridge: Cambridge University Press, 1969. 170 str.
5. Bregar Lea, Ograjenšek Irena, Bavdaž Kveder Mojca: Ekonomska statistika 2000. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1999. 272 str.
6. Bulmer – Thomas V: Input – Output Analysis in Developing Countries. Chichester: John Wiley & Sons, 1982. 297 str.
7. European System of Accounts, ESA 1995. Luxembourg: Eurostat, 1995. 383 str.
8. Gilchrist Donald A., St. Louis Larry V.: Completing Input-Output Tables Using Partial Information, with an Application to Canadian Data. Economic Systems Research, Journal of the International Input-Output Association, Abingdon, 11 (1999), 2, str. 185-193.
9. Harthoorn Rudi, Van Dalen Jan; On the Adjustmen of Tables with Lagrange Multipliers. Voorburg: Central Bureau of Statistics, 1987. 53 str.
10. Input-Output Tables and Analysis: Studies and Methods. New York: United Nations Series F, No. 74, str. 191-206.
11. Jaksch Jurgen Hans, Conrad Klaus: Zur Schatzung von Input-Output-Tabellen aus ihren Reihensummen. Sttutgart: Jahrbucher fur Nationalokonomie und Statistik, 1971, str. 131-138.
12. Jelenc Janko: Medsektorske povezave madžarskega gospodarstva in primerjava s slovenskimi. Diplomsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2002. 46 str.
13. Kalin Janja: Input – output tabele, Slovenija, 1996. Ljubljana: SURS, 2001. 48 str.
14. Kurz Heinz D., Lager Christian: Introduction: Input-Output Analysis and Classical Economic Theory. Economic Systems Research, Journal of International Input-Output Association, Abingdon, 12 (2000), 2, str. 139-140.
15. Kurz Heinz D., Salvadori Neri: Classical Roots of Input-Output Analysis: a Short Account of its Long Prehistory. Economic Systems Research, Journal of International Input-Output Association, Abingdon, 12 (2000), 2, str. 153-179.
16. Lavrač Ivo, Kalin Janja: Findings in Compiling Supply and Use Tables in Slovenia: Lessons for the Transition of Data Sources. A paper for the XIII. International conference on Input-output Techniques, Maccerrata, 2000. 10 str.
17. Lecomber J. R. C.: A Critique of Methods of Adjusting, Updating and Projecting Matrices. Estimating and Projecting Input-Output Coefficients. London: Input-Output Publishing Company, 1975, str. 1-24.

18. Leontief Wassily W: Input – Output economics. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 1986. 436 str.
19. Miller E. Ronald, Blair D. Peter: Input-Output Analysis Foundations and Extensions. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall, 1985, 464 str.
20. Mušič Alenka: Ključni sektorji gospodarstva Republike Slovenije: analiza na podlagi input – output tabel. Diplomsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1993. 47 str.
21. Norčič Oto: Razvoj in temelji sodobne ekonomske misli. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2000. 488 str.
22. O'Connor Robert, Henry Edmund W.: Input-Output Analysis and its Application. London: Charles Griffin and Company Ltd, 1975. 214 str.
23. Parikh Ashok: Forecasts of Input-Output Matrices Using RAS Method. Review of Economics and Statistics, 61 (1979), str. 477-481.
24. Peterson William: Advances in Input-Output Analysis, Technology, Planning and Development. New York: Oxford University Press, 1991. 246 str.
25. Polenske Karen R.: Wassily Leontief, 1905-99. Economic Systems Research, Journal of International Input-Output Association, Abingdon, 11 (1999), 4, str. 341-348.
26. Rainer Norbert: Derivation of Input-Output Matrices from Supply and Use Tables in the 1993 SNA/ 1995 ESA. Paper of 12th International Conference on Input-Output Techniques. New York, 1998.
27. Richter Josef: Reflections on the Empirical Foundations of Input-Output Analysis. Paper of 12th International Conference on Input-Output Techniques. New York, 1998.
28. Ruiz Yolanda: United Kingdom Input-Output Analytical Tables, 1995. National Statistics, London, 2002. 31 str.
29. Sekulić Mijo: Međusektorski modeli i strukturna analiza. Zagreb: Informator, 1980. 303 str.
30. Siddiqi Yusuf, Salem Mehrzad: A Synthetic Approach to Projecting Input-Output Tables. Economic Systems Research, Journal of International Input-Output Association, Abingdon, 7 (1995), 4, str. 397-412.
31. Snower Dennis: New Methods of Updating Input-Output Matrices. Journal of International Input-Output Association, Abingdon, 2 (1990), 2, str. 27-37.
32. System of National Accounts 1993. Brussels/ Luxembourg: Commission of the European Communities, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations, World Bank, 1993. 711 str.
33. Strmšnik Igor: Metodologija in eksperimentalna ocena medsektorske tabele SR Slovenije za leto 1988: primerjalna analiza metod ocenjevanja regionalnih input – output tabel. Magistrsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 1989. 149 str.
34. System of National Accounts 1993. Brussels/ Luxembourg: Commission of the European Communities, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations, World Bank, 1993. 711 str.

35. Štraser Vesna: Razmerja v slovenskem gospodarstvu v letih 1992 in 1993 v luči input – output tabel. Delovni zvezek št.11/letnik IV/1995. Ljubljana: UMAR, 1996. 111 str.
36. The ESA 95 Input-Output Manual – Compilation and Analysis. Luxembourg: Eurostat, 2002, str. 313-334.
37. Toh Mun-Heng: The RAS Approach in Updating Input-Output Matrices: An Instrumental Variable Interpretation and Analysis of Structural Change. Journal of International Input-Output Association, Abingdon, 10 (1998), 1, str. 63-78.
38. Wilcoxon Peter J.: Kuroda's Method for Constructing Consistent Input-Output Data Sets. Melbourne: University of Melbourne, Impact Research Centre, 1989. 7 str.
39. Wilcoxon Peter Jensen: The Effects of Environmental Regulation and Energy Prices on U.S. Economic Performance. Cambridge: Harvard University, 1998. 271 str..

Seznam prilog

Priloga 1: Konkretni primer ažuriranja input-output tabel s PCM metodo	2
Priloga 2: Konkretni primer ažuriranja input-output tabel z RAS metodo	6
Priloga 3: Prikaz Eurostatovega postopka ažuriranja v osmih zaporednih korakih	12
Priloga 4: Shematičen prikaz strukture input-output tabele v okviru Eurostatove metode v obliki šestih kvadrantov	17
Priloga 5: Dejanska input-output tabela za referenčno leto $t=2$	18
Priloga 6: Izračun posameznih absolutnih odklonov za ocene PCM in RAS metode na ravni tehničnih koeficientov ter izračun povprečnega absolutnega odklona (MAD)	19
Priloga 7: Izračun posameznih povprečnih absolutnih odstotnih napak za ocene PCM in RAS metode na ravni tehničnih koeficientov ter izračun povprečne absolutne odstotne napake (MADE).....	20
Priloga 8: Izračun skupnih sektorskih multiplikatorjev za dejansko in za s PCM in RAS metodami ocenjenimi matrikami tehničnih koeficientov	21
Priloga 9: Izračun odstotnih napak ocen skupnih sektorskih multiplikatorjev za PCM in RAS metodo (PEOM).....	22
Priloga 10: Primerjava tehtanih povprečnih absolutnih napak (WMAD) za ocene BDP-ja (po potrošni in dohodkovni metodi) za kanadsko sintetično metodo (CSA) in alternativno metodo za leti 1988 in 1989	23
Priloga 11: Prikaz strukture kanadske sintetične input-output tabele	24

Priloga 1: Konkretni primer ažuriranja input-output tabel s PCM metodo

1. Razpoložljiva input-output matrika za bazno leto t=1

Tabela 1.1: Input-output tabela za bazno leto t=1

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	20	34	10	64	36	100
	industrija	20	152	40	212	188	400
	storitve	10	72	20	102	98	200
	skupaj	50	258	70	378	322	700
DODANA VREDNOST		50	142	130	322	0	322
INPUT		100	400	200	700	322	1022

Vir: The ESA 95 Input-Output Manual, 2002.

2. Razpoložljive informacije o referenčnem letu t=1

Tabela 1.2: Znale informacije o input-output tabeli za referenčno leto t=2

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	?	?	?	?	32,10	94,78
	industrija	?	?	?	?	195,02	412,86
	storitve	?	?	?	?	104,32	212,68
	skupaj	?	?	?	?	331,44	720,32
DODANA VREDNOST		?	?	?	?	0	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: The ESA 95 Input-Output Manual, 2002.

3. Izračun matrike tehničnih koeficientov za bazno leto t=1

Posamezni tehnični koeficient izračunamo po naslednjem obrazcu:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Bazna matrika tehničnih koeficientov je:

$$A^{t=1} = \begin{bmatrix} 0,2000 & 0,0850 & 0,0500 \\ 0,2000 & 0,3800 & 0,2000 \\ 0,1000 & 0,1800 & 0,1000 \end{bmatrix}$$

4. Projekcija bazne input-output tabele na referenčno leto t=2 s pomočjo predpostavke stabilnih tehničnih koeficientov

Zapišemo predpostavko stabilnih tehničnih koeficientov:

$$a_{ij}^{t=1} = a_{ij}^{t=2} = const. ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Torej velja:

$$A^{t=2} = A^{t=1} = \begin{bmatrix} 0,2000 & 0,0850 & 0,0500 \\ 0,2000 & 0,3800 & 0,2000 \\ 0,1000 & 0,1800 & 0,1000 \end{bmatrix}$$

Posamezne elemente kvadranta vmesne potrošnje izračunamo tako, da bazno matriko tehničnih koeficientov apliciramo na znane podatke o outputu:

$$\tilde{X}_{ij}^{t=2} = a_{ij}^{t=1} * X_j^{t=2} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabela 1.3: Projekcija bazne input-output tabele na referenčno leto t=2

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	0,2000*94,78 =18,956	0,0850*412,86 =35,093	0,0500*212,68 =10,634	64,683	94,78-64,683 =30,097	94,78
	industrija	18,956	156,887	42,536	218,379	194,481	412,86
	storitve	9,478	74,315	21,268	105,061	107,619	212,68
	skupaj	47,390	266,295	74,438	388,123	332,197	720,32
DODANA VREDNOST		94,78-47,390 =47,390	146,565	138,242	332,197	-0,757	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: Lastni izračuni.

5. Izračun deleža vmesne potrošnje v outputu na sektorski ravni

Deleže vmesne potrošnje v outputu izračunamo s pomočjo naslednjega obrazca:

$$vp_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{X_i} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabela 1.4: Izračun deleža vmesne potrošnje v outputu po sektorjih

	ocenjena vmesna potrošnja (t=2)	OCENJENI vp	dejanska vmesna potrošnja (t=2)	DEJANSKI vp	OUTPUT
kmetijstvo	64,683	64,683/94,78 =0,6825	94,78-32,10 =62,68	0,6613	94,78
industrija	218,379	0,5289	412,86- 195,02 =217,84	0,5276	412,86
storitve	105,061	0,4939	212,68- 104,32 =108,36	0,5095	212,68

Vir: Lastni izračuni.

6. Izračun diagonalne matrike vrstičnih korekcijskih faktorjev

Posamezni vrstični korekcijski faktor izračunamo kot:

$$r_i^{(t+h)} = \frac{vp_i^{(t+h)}}{\widetilde{vp}_i^{(t+h)}} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Izračun za prvi vrstični korekcijski faktor je:

$$r_1^{(t=2)} = \frac{0,6613}{0,6825} = 0,9689$$

Zapišemo diagonalno matriko vrstičnih korekcijskih faktorjev:

$$R^{(t=2)} = \begin{bmatrix} 0,9689 & 0 & 0 \\ 0 & 0,9975 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0316 \end{bmatrix}$$

7. Izračun ažurirane matrike tehničnih koeficientov za referenčno leto t=2

Ažuriranje po PCM metodi zapišemo kot:

$$R^{t=1} * A^{t=1} = \tilde{A}^{t=2}$$

$$\begin{bmatrix} 0,9689 & 0 & 0 \\ 0 & 0,9975 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0316 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,2000 & 0,0850 & 0,0500 \\ 0,2000 & 0,3800 & 0,2000 \\ 0,1000 & 0,1800 & 0,1000 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,1938 & 0,0824 & 0,0485 \\ 0,1995 & 0,3791 & 0,1995 \\ 0,1031 & 0,1875 & 0,1031 \end{bmatrix}$$

Ocenjena ali ažurirana matrika tehničnih koeficientov za referenčno leto t=2 je:

$$\tilde{A}^{t=2} = \begin{bmatrix} 0,1938 & 0,0824 & 0,0485 \\ 0,1995 & 0,3791 & 0,1995 \\ 0,1031 & 0,1875 & 0,1031 \end{bmatrix}$$

8. Izračun ažurirane input-output tabele za referenčno leto t=2

Manjkajoče vrednosti kvadranta vmesne potrošnje input-output tabele za referenčno leto t=2 izračunamo tako, da ocenjeno matriko tehničnih koeficientov apliciramo na znane podatke o outputu:

$$\tilde{X}_{ij}^{t=2} = \tilde{a}_{ij}^{t=2} * X_j^{t=2}$$

Tabela 1.5: Ažurirana input-output tabela za referenčno leto t=2

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	0,1938*94,78 =18,368	34,019	10,315	62,68	32,10	94,78
	industrija	18,909	156,515	42,429	217,84	195,02	412,86
	storitve	9,772	76,668	21,927	108,36	104,32	212,68
	skupaj	47,049	267,202	74,671	388,88	331,44	720,32
DODANA VREDNOST		94,78-47,049 =47,731	145,658	138,009	331,44	0	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 2: Konkretni primer ažuriranja input-output tabel z RAS metodo

1. Razpoložljiva input-output matrika za bazno leto t=1

Tabela 2.1: Input-output tabela za bazno leto t=1

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	20	34	10	64	36	100
	industrija	20	152	40	212	188	400
	storitve	10	72	20	102	98	200
	skupaj	50	258	70	378	322	700
DODANA VREDNOST		50	142	130	322	0	322
INPUT		100	400	200	700	322	1022

Vir: The ESA 95 Input-Output Manual, 2002.

2. Razpoložljive informacije o referenčnem letu t=1

Tabela 2.2: Znale informacije o input-output tabeli za referenčno leto t=2

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	?	?	?	?	32,10	94,78
	industrija	?	?	?	?	195,02	412,86
	storitve	?	?	?	?	104,32	212,68
	skupaj	?	?	?	?	331,44	720,32
DODANA VREDNOST		47,50	144,84	139,10	331,44	0	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: The ESA 95 Input-Output Manual, 2002.

3. Izračun matrike tehničnih koeficientov za bazno leto t=1

Obrazec za izračun tehničnih koeficientov je:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Bazna matrika tehničnih koeficientov je:

$$A^{t=1} = \begin{bmatrix} 0,2000 & 0,0850 & 0,0500 \\ 0,2000 & 0,3800 & 0,2000 \\ 0,1000 & 0,1800 & 0,1000 \end{bmatrix}$$

4. Projekcija bazne input-output tabele na referenčno leto t=2 s pomočjo predpostavke stabilnih tehničnih koeficientov

Zapišemo predpostavko stabilnih tehničnih koeficientov:

$$a_{ij}^{t=1} = a_{ij}^{t=2} = const. ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Torej velja:

$$A^{t=2} = A^{t=1} = \begin{bmatrix} 0,2000 & 0,0850 & 0,0500 \\ 0,2000 & 0,3800 & 0,2000 \\ 0,1000 & 0,1800 & 0,1000 \end{bmatrix}$$

Posamezne elemente kvadranta vmesne potrošnje izračunamo tako, da bazno matriko tehničnih koeficientov apliciramo na znane podatke o outputu:

$$\tilde{X}_{ij}^{t=2} = a_{ij}^{t=1} * X_j^{t=2} ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabela 2.3: Projekcija bazne input-output tabele na referenčno leto t=2

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	0,2000*94,78 =18,956	0,0850*412,86 =35,093	0,0500*212,68 =10,634	64,683	94,78-64,683 =30,097	94,78
	industrija	18,956	156,887	42,536	218,379	194,481	412,86
	storitve	9,478	74,315	21,268	105,061	107,619	212,68
	skupaj	47,390	266,295	74,438	388,123	332,197	720,32
DODANA VREDNOST		94,78-47,390 =47,390	146,565	138,242	332,197	-0,757	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: Lastni izračuni.

5. Izračun diagonalne matrike vrstičnih multiplikatorjev

Vrstične multiplikatorje RAS metoda izračuna s pomočjo naslednjega obrazca:

$$r_i^{t=1} = \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{X}_{ij}^{t=2}}{\sum_{j=1}^n X_{ij}^{t=2}} = \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{X}_{ij}^{t=2}}{(X_j^{t=2} - Y_j^{t=2})}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabela 2.4: Izračun vrstičnih multiplikatorjev

	ocenjena vmesna potrošnja (t=2)	dejanska vmesna potrošnja (t=2)	VRSTIČNI MULTIPLIKATOR
kmetijstvo	64,683	94,78-32,10=62,68	62,68/64,683 =0,9690
industrija	218,379	412,86-195,02=217,84	0,9975
storitve	105,061	212,68-104,32= 108,36	1,0314

Vir: Lastni izračuni.

Zapišemo diagonalno matriko vrstičnih multiplikatorjev:

$$R^{t=2} = \begin{bmatrix} 0,9690 & 0 & 0 \\ 0 & 0,9975 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0314 \end{bmatrix}$$

6. Izračun prve ažurirane matrike tehničnih koeficientov za referenčno leto t=2

Izračunano diagonalno matriko vrstičnih multiplikatorjev apliciramo na bazno matriko tehničnih koeficientov in tako dobimo prvo oceno ažurirane matrike:

$$R^{t=2} * A^{t=1} = \tilde{A}^{t=2}$$

$$\begin{bmatrix} 0,9690 & 0 & 0 \\ 0 & 0,9975 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0314 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0,2000 & 0,0850 & 0,0500 \\ 0,2000 & 0,3800 & 0,2000 \\ 0,1000 & 0,1800 & 0,1000 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,1938 & 0,0824 & 0,0485 \\ 0,1995 & 0,3791 & 0,1995 \\ 0,1031 & 0,1857 & 0,1031 \end{bmatrix}$$

$${}^{(1)}\tilde{A}^{t=2} = \begin{bmatrix} 0,1938 & 0,0824 & 0,0485 \\ 0,1995 & 0,3791 & 0,1995 \\ 0,1031 & 0,1875 & 0,1031 \end{bmatrix}$$

7. Izračun prve ažurirane input-output tabele za referenčno leto t=2

Manjkajoče vrednosti kvadranta vmesne potrošnje input-output tabele za referenčno leto t=2 izračunamo tako, da ocenjeno matriko tehničnih koeficientov apliciramo na znane podatke o outputu:

$$\tilde{X}_{ij}^{t=2} = \tilde{a}_{ij}^{t=2} * X_j^{t=2}$$

Tabela 2.5: Prva ažurirana input-output tabela za referenčno leto t=2

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	0,1938*94,78 =18,368	0,0824*412,86 =34,019	0,0485*212,68 =10,315	62,702	94,78-62,702 =32,078	94,78
	industrija	18,907	156,515	42,429	217,851	195,009	412,86
	storitve	9,772	76,668	21,927	108,367	104,313	212,68
	skupaj	47,047	267,202	74,671	388,92	331,400	720,32
DODANA VREDNOST		94,78-47,049 =47,731	145,658	138,009	332,197	-0,757	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: Lastni izračuni.

8. Izračun diagonalne matrike stolpčnih multiplikatorjev

Stolpčne multiplikatorje izračunamo kot:

$$s_j^{t=2} = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}^{t=2}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}^{t=2}} = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{X}_{ij}^{t=2}}{(X_j^{t=2} - VA_j^{t=2})}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabela 2.6: Izračun stolpčnih multiplikatorjev

	kmetijstvo	industrija	storitve
ocenjena vmesna potrošnja (t=2)	47,047	267,202	74,671
dejanska vmesna potrošnja(t=2)	47,280	268,020	73,580
STOLPČNI MULTIPLIKATOR	47,280/47,047 =1,0049	1,0031	0,9854

Vir: Lastni izračuni.

Diagonalno matriko stolpčnih multiplikatorjev zapišemo:

$$S^{t=2} = \begin{bmatrix} 1,0049 & 0 & 0 \\ 0 & 1,0031 & 0 \\ 0 & 0 & 0,9854 \end{bmatrix}$$

9. Izračun druge ažurirane matrike tehničnih koeficientov za referenčno leto t=2

$${}^{(2)}\tilde{A}^{t=2} = {}^{(1)}\tilde{A}^{(t=2)} * S$$

$$\begin{bmatrix} 0,1938 & 0,0824 & 0,0485 \\ 0,1995 & 0,3791 & 0,1995 \\ 0,1031 & 0,1857 & 0,1031 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1,0049 & 0 & 0 \\ 0 & 1,0031 & 0 \\ 0 & 0 & 0,9854 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,1947 & 0,0826 & 0,0478 \\ 0,2005 & 0,3803 & 0,1966 \\ 0,1036 & 0,1863 & 0,1016 \end{bmatrix}$$

$${}^{(2)}\tilde{A}^{t=2} = \begin{bmatrix} 0,1947 & 0,0826 & 0,0478 \\ 0,2005 & 0,3803 & 0,1966 \\ 0,1036 & 0,1863 & 0,1016 \end{bmatrix}$$

10. Izračun druge ažurirane input-output tabele za referenčno leto t=2

Tabela 2.7: Druga ažurirana input-output tabela za referenčno leto t=2

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERIALNI STROŠKI	kmetijstvo	0,1947*94,78 =18,454	0,0826*412,86 =34,102	0,0478*212,68 =10,166	62,72	32,06	94,78
	industrija	19,003	157,011	41,813	217,83	195,03	412,86
	storitve	9,819	76,916	21,608	108,34	104,34	212,68
	skupaj	94,78-47,50 =47,28	412,86-144,84 =268,02	212,68-139,10 =73,58	388,89	331,44	720,32
DODANA VREDNOST		47,50	144,84	139,10	331,4	0	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: Lastni izračuni.

11. Končna ažurirana input-output tabele za referenčno leto t=2 po k-tih iteracijah

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERISTRO ŠKI	kmetijstvo	18,45	34,09	10,15	62,68	32,10	94,78
	industrija	19,01	157,02	41,81	217,84	195,02	412,86
	storitve	9,83	76,91	21,62	108,36	104,32	212,68
	skupaj	47,28	268,02	73,58	388,88	331,44	720,32
DODANA VREDNOST		47,50	144,84	139,10	331,4	0	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: The ESA 95 Input-Output Manual, 2002.

Priloga 3: Prikaz Eurostatovega postopka ažuriranja v osmih zaporednih korakih

1. korak: Ažuriranje vmesne in končne potrošnje

Vse transakcije od I do IV kvadranta tehtamo z aritmetično sredino ustreznih stopenj rasti outputa, ki jih označimo s simbolom z in stopenj rasti inputa, ki jih označimo z oznako s :

$$T_2 = Z * T_1 \quad \text{in} \quad T_3 = T_1 * S$$

T_2 ... matrika transakcij, tehtanih s stopnjami rasti outputa

T_1 ... matrika vmesne in končne potrošnje

Z ... diagonalna matrika stopenj rasti outputa

T_3 ... matrika transakcij, tehtanih s stopnjami rasti dejavnosti

S ... diagonalna matrika stopenj rasti vmesne in končne potrošnje

Pri tem je aritmetična sredina opredeljena kot:

$$T_4 = \frac{(T_2 + T_3)}{2}$$

T_4 ... matrika tehtanih transakcij od I do IV kvadranta

2. korak: Ažuriranje dodane vrednosti

Ažuriranje dodane vrednosti se izpelje na sektorski ravni. Izvedemo ga kot množenje dodane vrednosti v baznem letu z diagonalno matriko stopenj rasti inputa:

$$T_5 = d * WI$$

T_5 ... vrstični vektor transakcij dodane vrednosti, tehtanih s stopnjami rasti sektorjev potrošnikov

d ... vrstični vektor dodane vrednosti

WI ... diagonalna matrika stopenj rasti inputa

3. korak: Prva agregacija input-output tabele

Prvi približek ažurirane input-output tabele ocenimo s pomočjo prve vodoravne korekcije. Izid prvih treh korakov Eurostatove metode je ažurirana input-output tabela, vendar z nekonsistentimi stopnjami inputa in outputa.

4. korak: Izračun tehničnih koeficientov

Predpostavljamo, da je nova tehnologija predstavljena z input-output strukturo tabele. Na podlagi slednje lahko izračunamo celoten sklop prilagojenih oziroma ažuriranih tehničnih koeficientov.

Izračunamo:

- domači tehnični koeficient: $(a_{ij}^d)^c = \frac{X_{ij}^d}{X_j}$,
- uvozni tehnični koeficient: $(a_{ij}^u)^c = \frac{X_{ij}^u}{X_j}$ ter
- koeficient dodane vrednosti: $(d_j)^c = \frac{D_j}{X_j}$.

$(a_{ij}^d)^c$... ažuriran domači tehnični koeficient

X_{ij}^d ... vmesna potrošnja proizvodov domačega sektorja i pri proizvodnji sektorja j

X_j ... vrednost proizvodnje sektorja j

$(a_{ij}^u)^c$... ažuriran uvozni tehnični koeficient

X_{ij}^u ... vmesna potrošnja proizvodov iz uvoza, uvrščenih v sektor i pri proizvodnji sektorja j

$(d_j)^c$... ažuriran koeficient dodane vrednosti sektorja j

D_j ... dodana vrednost, ustvarjena pri proizvodnji sektorja j

5. korak: Input-output model

Input-output model temelji na ažuriranih tehničnih koeficientih, ki smo jih izračunali v prejšnjem koraku. Na podlagi slednjih najprej izračunamo inverzno matriko tehničnih koeficientov in jo nato pomnožimo z vektorjem končne potrošnje, ki smo ga izpeljali na podlagi posodobljene input-output tabele iz tretjega koraka, kar zapišemo:

$$X = (I - A^c)^{-1} * Y = R^c * Y$$

X ... stolpčni vektor domačega outputa

I ... enotska matrika

A^c ... ažurirana matrika tehničnih koeficientov

Y ... stolpčni vektor končne potrošnje

$(I - A^c)^{-1} = R^c$... ažurirana inverzna matrika tehničnih koeficientov

6. korak: Input zahteve

Namen izračuna input zahtev oziroma potreb je določiti transakcije balansirane oziroma usklajene input-output tabele, na osnovi katere bo v naslednjem koraku izvedena agregacija. Zapišemo:

$$Z = B * (I - A^c)^{-1} * Y$$

Z ... matrika domačih in uvoznih tehničnih koeficientov in koeficientov dodane vrednosti

B ... matrika input zahtev oziroma potreb

I ... enotska matrika

A^c ... ažurirana matrika tehničnih koeficientov

Y ... stolpčni vektor končne potrošnje

7. korak: Druga agregacija input-output tabele

Analogno tretjemu koraku je tokrat končna ocena ažurirane input-output tabele dobljena s postopkom druge vodoravne korekcije. Rezultat je ažurirana input-output tabela, ki je konsistentna in jo označimo s simbolom B . Vendar se pojavi dodatna težava, in sicer neuskklajenost stopenj dodane vrednosti in končne potrošnje z eksogenimi projekcijami. Da bi odpravili ta problem, je nujno potrebno izpeljati iterativni postopek.

8. Iterativni postopek

Bistvo iterativnega postopka je mejno spreminjanje stopenj rasti outputa (w_o) in inputa (w_i), dokler napovedane stopnje rasti dodane vrednosti in končne potrošnje v input-output tabeli B niso skladne z danimi projekcijami. Večje bo število izpeljanih iteracij (k), boljše bodo projicirane spremenljivke. Postopek prilagajanja stopenj rasti se zaključi v k iteracijah ob 1-odstotni stopnji deviacije. Odklon med makroekonomskimi napovedmi in rezultati input-output modela je definiran naslednje:

$$dev = \frac{pro}{mo}$$

dev ... odklon napovedane vrednosti in vrednosti, dobljene z input-output modelom

pro ... eksogeno dana makroekonomska napoved

mo ... projekcija input-output modela

Ugotovljeno odklanjanje omenjenih vrednosti neposredno uporabimo za nadaljnje prilagajanje stopenj rasti outputa in inputa. Prilagoditveni faktorji in funkcije tipa I so definirani glede na vrednost odklona.

Če gre za pozitivne odklone ($dev > 0$), potem velja:

$$MULT = DEV - I$$

$$Z^c = Z + MULT$$

$$S^c = S + MULT$$

Če gre za negativne odklone ($dev < 0$), potem velja:

$$MULT = I - DEV$$

$$Z^c = Z - MULT$$

$$S^c = S - MULT$$

$MULT$... diagonalna matrika prilagoditvenih faktorjev za stopnje rasti

DEV ... diagonalna matrika faktorjev odklona

I ... enotska matrika

Z^c ... prilagojena diagonalna matrika stopenj rasti za input

Z ... diagonalna matrika stopenj rasti za input

S^c ... prilagojena diagonalna matrika stopenj rasti za output

S ... diagonalna matrika stopenj rasti za output

Prilagoditveni postopek tipa I je učinkovit pri iskanju rešitev brez nepotrebnega obsežnega števila iteracij, vendar v tem primeru ciklična nihanja vodijo v nestabilnost input-output sistema. Relativno uspešnejša je prilagoditev tipa II, za katero so značilne konveksne prilagoditvene funkcije. Če input-output model podcenjuje (precenjuje) napovedane makroekonomske spremenljivke, potem so stopnje rasti inputa in outputa ustrezno povečane (znižane) glede na konveksno funkcijo prilagoditve, ki je analogno tipu I definirana glede na vrednost odklona.

Če gre za pozitivne odklone ($dev > 0$), potem velja:

$$mult = 1 + \frac{[(dev - 1) * 100]^{e^c}}{100}$$

$$wo^c = wo * mult$$

$$wi^c = wi * mult$$

Če gre za negativne odklone ($dev < 0$), potem velja:

$$mult = 1 - \frac{[(dev - 1) * 100]^{e^c}}{100}$$

$$wo^c = wo * mult$$

$$wi^c = wi * mult$$

e^c ... elastičnost prilagoditve

Osrednja prioriteta Eurostat metode so inovacijski in tehnični trendi in ne kriterij konsistentnosti.

Priloga 4: Shematičen prikaz strukture input-output tabele v okviru Eurostat metode v obliki šestih kvadrantov

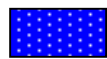
		PROIZVODNE AKTIVNOSTI					KONČNA POTROŠNJA						OUTPUT (26+32)
		K	E	I	S	$\Sigma(1-25)$	OP	PD	BFK	SZ	IZ	$\Sigma(27-31)$	(26+32)
		1	25	26	27	28	29	30	31	32		33
1	K	I					II						DOMAČA PROIZVO DNJA
...	E												
...	I												
25	S												
26	$\Sigma(1-25)$												
27	K	III					IV						UVOZ
...	E												
...	I												
51	S												
52	$\Sigma(27-51)$												
53	PK	V					VI						DODANA VREDNOST
54	DDV												
55	DD												
56	SZ												
57	PP												
58	DV (53-57)												
59	I (26+52+58)												

Legenda:

K ... kmetijstvo	OP ... osebna potrošnja	PK ... potrošnja kapitala
E ... energija	PD ... potrošnja države	DDV ... davek na dodano vrednost
I ... industrija	BFK ... bruto fiksni kapital	DD ... drugi davki
S ... storitve	SZ ... spremembe zalog	SZ ... sredstva za zaposlene
IZ ... izvoz	DV ... dodana vrednost	
	PP ... poslovni presežek	
	I ... input	



... napovedane realne stopnje rasti dodane vrednosti po posameznih sektorjih



... napovedane realne stopnje rasti komponent končne potrošnje

Vir: The ESA 96 Input-Output Manual – Compilation and Analysis, 2002.

Priloga 5: Dejanska input-output tabela za referenčno leto t=2

		VMESNA POTROŠNJA				KONČNA POTROŠNJA	OUTPUT
		kmetijstvo	industrija	storitve	skupaj		
MATERISTROŠKI	kmetijstvo	19,16	33,38	10,14	62,68	31,10	94,78
	industrija	18,32	158,16	41,36	217,84	195,02	412,86
	storitve	9,80	76,48	22,08	108,36	104,32	212,68
	skupaj	47,28	268,02	73,58	388,88	331,44	720,32
DODANA VREDNOST		47,50	144,84	139,10	331,44	0	331,44
INPUT		94,78	412,86	212,68	720,32	331,44	1051,76

Vir: The ESA 95 Input-Output Manual, 2002.

Priloga 6: Izračun posameznih absolutnih odklonov za ocene PCM in RAS metode na ravni tehničnih koeficientov ter povprečnega absolutnega odklona (MAD)

Posamezni absolutni odklon ocene izračunamo kot:

$$AD_{ij}^{t=2} = \left| \tilde{a}_{ij}^{t=2} - a_{ij}^{t=2} \right| ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabela 6.1: Absolutni odkloni ocen PCM metode

	kmetijstvo	industrija	storitve
kmetijstvo	0,0084	0,0015	0,0008
industrija	0,0022	0,004	0,005
storitve	0,0003	0,0023	0,0007

Vir: Lastni izračuni.

Tabela 6.2: Absolutni odkloni ocen RAS metode

	kmetijstvo	industrija	storitve
kmetijstvo	0,0075	0,0017	0,0001
industrija	0,0072	0,0028	0,0021
storitve	0,0002	0,0011	0,0022

Vir: Lastni izračuni.

Povprečni absolutni odklon (*Mean Absolute Deviation* – MAD) nam kaže povprečno oddaljenost ocenjene od dejanske vrednosti;

$$MAD = \left(\frac{1}{n} \right) * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left| \tilde{a}_{ij}^{(t+h)} - a_{ij}^{(t+h)} \right| ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$MAD(PCM) = \left(\frac{1}{3^2} \right) * 0,0252 = 0,0028$$

S PCM metodo ocenjeni tehnični koeficient je od svoje dejanske vrednosti v povprečju oddaljen za 0,0028.

$$MAD(RAS) = \left(\frac{1}{3^2} \right) * 0,0249 = 0,00277$$

Z RAS metodo ocenjeni tehnični koeficient je od svoje dejanske vrednosti v povprečju oddaljen za 0,00277, kar je manj kot pri PCM metodi.

Priloga 7: Izračun posameznih absolutnih odstotnih napak za PCM in RAS ocene na ravni tehničnih koeficientov ter povprečne absolutne odstotne napake (MADE)

Posamezno absolutno odstotno napako ocene izračunamo kot:

$$ADE_{ij}^{t=2} = \left| \left(\frac{\tilde{a}_{ij}^{t=2} - a_{ij}^{t=2}}{a_{ij}^{t=2}} \right) * 100 \right| ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabela 7.1: Absolutne odstotne napake ocen PCM metode

	kmetijstvo	industrija	storitve
kmetijstvo	4,1543	1,8541	1,6771
industrija	1,1381	1,0441	2,5707
storitve	0,2901	1,2419	0,6744

Vir: Lastni izračuni.

Tabela 7.2: Absolutne odstotne napake ocen RAS metode

	kmetijstvo	industrija	storitve
kmetijstvo	3,7092	2,1014	0,2096
industrija	3,7248	0,7309	1,0797
storitve	0,1934	0,5940	2,1195

Vir: Lastni izračuni.

Povprečna absolutna odstotna napaka (*Mean Absolute Percentage Error* – MAPE) nam pove, za koliko bo v povprečju ocenjena vrednost večja ali manjša od dejanske vrednosti:

$$MAPE = \left(\frac{1}{n^2} \right) * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left| \frac{(\tilde{a}_{ij}^{(t+h)} - a_{ij}^{(t+h)})}{a_{ij}^{(t+h)}} * 100 \right| ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$MAPE(PCM) = \left(\frac{1}{3^2} \right) * 14,645 \cong 1,63 \%$$

$$MAPE(RAS) = \left(\frac{1}{3^2} \right) * 14,463 \cong 1,61 \%$$

S PCM metodo ocenjeni tehnični koeficient je v povprečju za 1,63 % večji ali manjši od svoje dejanske vrednosti. Pri RAS metodi je ta odstotek nekoliko manjši in znaša 1,61 %.

Priloga 8: Izračun skupnih sektorskih multiplikatorjev za dejansko in za s PCM in RAS metodama ocenjenimi matrikami tehničnih koeficientov

Posamezni skupni sektorski multiplikator izračunamo kot:

$$\bar{r}_j^t \in \bar{R}_j^t = \sum_{i=1}^n R^t = \sum_{i=1}^n (I - A^t)^{-1}$$

Izračuni so podani v naslednji tabeli:

A			(I-A)			inv (I-A)			
DEJANSKA									
	kmetijstvo	industrija	storitve	kmetijstvo	industrija	storitve	kmetijstvo	industrija	storitve
kmetijstvo	0,2022	0,0809	0,0477	0,7978	-0,0809	-0,0477	1,3187	0,2075	0,1152
industrija	0,1933	0,3831	0,1945	-0,1933	0,6169	-0,1945	0,4933	1,8116	0,4194
storitve	0,1034	0,1852	0,1038	-0,1034	-0,1852	0,8962	0,2541	0,3983	1,2158
							\bar{r}_1	\bar{r}_2	\bar{r}_3
							2,0660	2,4174	1,7504
RAS METODA									
	kmetijstvo	industrija	storitve	kmetijstvo	industrija	storitve	kmetijstvo	industrija	storitve
kmetijstvo	0,1947	0,0826	0,0478	0,8053	-0,0826	-0,0478	1,3087	0,2091	0,1154
industrija	0,2005	0,3803	0,1966	-0,2005	0,6197	-0,1966	0,5045	1,8079	0,4225
storitve	0,1036	0,1863	0,1016	-0,1036	-0,1863	0,8984	0,2555	0,3990	1,2140
							\bar{r}_1	\bar{r}_2	\bar{r}_3
							2,0687	2,4161	1,7519
PCM METODA									
	kmetijstvo	industrija	storitve	kmetijstvo	industrija	storitve	kmetijstvo	industrija	storitve
kmetijstvo	0,1938	0,0824	0,0485	0,8062	-0,0824	-0,0485	1,3060	0,2087	0,1170
industrija	0,1955	0,3791	0,1995	-0,1955	0,6209	-0,1995	0,4925	1,8052	0,4282
storitve	0,1031	0,1875	0,1031	-0,1031	-0,1875	0,8969	0,2531	0,4014	1,2179
							\bar{r}_1	\bar{r}_2	\bar{r}_3
							2,0516	2,4153	1,7631

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 9: Izračun odstotnih napak ocen skupnih sektorskih multiplikatorjev za PCM in RAS metodo (PEOM)

Odstotne napake ocen skupnih sektorskih multiplikatorjev (*Percentage Error in Output Multipliers* - PEOM) izračunamo s pomočjo naslednjega obrazca:

$$PEOM_j = \frac{\tilde{r}_j^{(t+h)} - \bar{r}_j^{(t+h)}}{\bar{r}_j^{(t+h)}} * 100 ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabela 9.1: Odstotne napake ocen skupnih sektorskih multiplikatorjev za PCM in RAS metodo (v %)

	r1	r2	r3
PCM metoda	-0,70	-0,09	0,72
RAS metoda	0,13	-0,06	0,08

Vir: Lastni izračuni.

Odstotni napaki ocene drugega skupnega sektorskega multiplikatorja sta pri obeh metodah skoraj identični in relativno majhni (manjši od 0,09 %). Medtem, ko nam odstotni napaki za preostala sektorja kažeta vidno kvalitativno razhajanje obeh metod. PCM metoda vodi do skoraj 1-odstotnih napak ocen, medtem ko RAS metoda tudi tu ne producira izrazitejših napak.

Priloga 10: Primerjava tehtanih povprečnih absolutnih napak (WMAD) za ocene BDP-ja (po potrošni in dohodkovni metodi) za kanadsko sintetično (CSA) in alternativno metodo za leti 1988 in 1989

WMAD (v %)	CSA metoda		Alternativna metoda	
	1988	1989	1988	1989
leto	1988	1989	1988	1989
BDP (potrošna metoda)	0,9	1,9	1,1	2,5
BDP (dohodkovna metoda)	2,1	3,8	26,2	27,0

Legenda:

WMAD...tehtana povprečna absolutna napaka ocene BDP-ja

CSA...kanadska sintetična metoda

Vir: Siddiqi, Salem, 1995.

Priloga 11: Prikaz strukture kanadske sintetične input-output tabele

			končna (finalna) potrošnja						skupaj
	proizvod	panoga	C	I	N	G	X	-M	
proizvod		U	F						q
drugi posredni davki minus subvencije		t^U	t^F						t
BDP		h'	y'						
panoga	V								g
skupaj	q'	g'	e'						

Legenda:

C ... osebna potrošnja

I ... investicije

N ... spremembe v zalogah

G ... potrošnja države

X ... izvoz

M ... uvoz

BDP ... bruto domači proizvod

U... matrika vmesne potrošnje v kupčevih cenah

V... matrika bruto outputa v proizvajalčevih cenah

F... končna potrošnja

t^F ... vektor neto davkov za posamezne kategorije končne potrošnje

t^U ... vektor neto davkov po posamezni panogi

t... vektor celotnih neto davkov

g... vektor celotnega panožnega bruto output

h' ...vektor BDP-ja po posameznih panogah

Vir: Siddiqi, Salem, 1995.