



**VPP**

Valsts pētījumu  
programma

## Enerģētika

Enerģētikas un klimata modelēšana virzībā uz oglekļa neitralitāti, VPP-EM-2018/NEKP\_0001

**VISPĀRĒJĀ LĪDZSVARA  
APRĒĶINA METODES MODEĻA  
UZTURĒŠANA UN PARAMETRU  
AKTUALIZĒŠANA**

**Pētījumu finansē Latvijas Republikas Ekonomikas Ministrija, projekts  
“Enerģētikas un klimata modelēšana virzībā uz oglekļa neitralitāti”, projekta Nr.  
VPP-EM-2018/NEKP\_0001**

# VISPĀRĒJĀ LĪDZSVARA APRĒĶINA METODES MODEĻA UZTURĒŠANA UN PARAMETRU AKTUALIZĒŠANA, 2020., 30 lpp.

Izstrādāja

Latvijas Universitātes Biznesa, vadības un ekonomikas fakultāte

Autori

Dr.oec. Gundars Bērziņš

Dr.oec. Edgars Brēķis

Dr. oec. Jānis Priede

Mg.math. Rīta Freimane

Mg.oec.,Mg.iur. Līga Leitāne



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE



RĪGAS TEHNISKĀ  
UNIVERSITĀTE

## SATURS

Ievads .....	5
1. Latvijas VLA modeļa datubāzes raksturojums .....	7
2. Latvijas VLA un TIMES mīkstā sasaiste .....	12
Sasaiste, izmantojot TIMES rezultātus par izmaiņām enerģijas pieprasījumā .....	12
Sasaiste, ja TIMES modeļa rezultāti ir izmaiņa enerģijas pārdales sektorā .....	16
3. Simulācijas ar Latvijas VLA modeli .....	18
Simulācijas piemērs .....	20
4. Kopsavilkums .....	22
5. Pielikumi .....	25
1. pielikums: Latvijas VLA modeļa datubāzes struktūra un apzīmējumi .....	25
2. pielikums: Sintakse šoku definēšanas komandfailā .....	26
3. pielikums: Īstermiņa šokam atbilstoša modeļa noslēgšana .....	27
4. pielikums: Ilgtermiņa šokam atbilstoša modeļa noslēgšana .....	28
5. pielikums. Ilustratīvās simulācijas komandu fails .....	29

## IEVADS

LU pētnieku uzdevums: tāda Latvijas vispārējā līdzsvara aprēķina modeļa (VLA) modeļa izstrāde, lai sadarbībā ar TIMES modeļa ekspertiem, varētu veikt enerģētikas politikas ekonomisko efektu novērtēšanu Latvijas tautsaimniecībai, pie tam gan kopumā, gan pa nozarēm.

Iepriekšējos atskaites periodos (līdz 2020. gada jūnijam) darbs pie Latvijas VLA modeļa pamatā bija saistīts ar 1) modeļa datubāzes izveidi un pilnveidošanu; 2) GEMPACK programmatūras iespēju apguvi. Laika posmā no 2020. gada jūnija līdz decembrim šis process ir turpinājies. Pamatā tika strādāts pie iepriekš konstatēto nepilnību novēršanas, kā arī izveidota stratēģija, kā, iespēju robežās pielāgojot VLA modeli, labāk nodibināt mīksto sasaisti ar TIMES. Tādējādi arī tika ņemti vērā ārzemju un LZP ekspertu aizrādījumi un konstatētās nepilnības.

Pārskata periodā (no 2020. gada jūnija līdz decembrim) LU pētnieku darbība ietvērusi sekojošas aktivitātes.

1) Turpinājies darbs pie Latvijas VLA modeļa validēšanas. Jūnijā, veicot homogenitātes pārbaudi, procedūras rezultāti norādīja uz iespējamām kļūdām kādā no vienādojumu specifiskajām un/vai kopsakarību definēšanām, kas tagad ir tikušas atrastas un novērstas. Tā kā VLA un TIMES modeļa salāgošana turpinās, un joprojām epizodiski tiek veiktas izmaiņas VLA struktūrā un datubāzē, validēšanas procedūru pēc tam ir nācies veikt vēl vairākkārt.

2) Tika atklāta un novērsta problēma, kas saistīta ar daudzām 0 ievaddatu tabulā. Simulācijās, rēķinot procentuālo izmaiņu pret bāzes periodu, tehniskas problēmas rodas, ja bāzes gadā vērtība ir 0 (dalīšana ar 0). GEMPACK programmatūrā ir jānedefinē, kā šo problēmu risināt un, kā izrādījās, iepriekš izvēlēta pieeja (TINY) nebija veiksmīga. (Skaidrojums: TINY aizstāj 0 ar "mazu skaitli", kas attiecīgi rada iespējamu procentuālās izmaiņas aprēķinu. Problēma tika atklāta, kad modeļa testēšanas nolūkos veicot simulācijas, tika novērots, ka reizēm parādās neizskaidrojami liela procentuālā izmaiņa kādai atsevišķai nozarei vai produktam. Pamanot, ka kopīgais šādām "izlecošām vērtībām" ir sākuma vērtība 0, tika nomainīti GEMPACK uzstādījumi.

3) Līdz pat šī gada novembrim, strādājot pie abu modeļu saskares punktu definēšanas, bijām pārliecināti, ka drīzumā varēs tikt pie jaunākas ielaides – izlaides (*input -output*, IO) tabulas (par 2016. gadu) un mazināt diskusijas par bāzes gadu nesakrītību. Tādēļ bijām rēķinājušies, ka ātri vajadzēs atjaunot pamattabulu (modeļa bāzi). Apzinoties, cik tas ir laikietilpīgi, tika meklēti risinājumi GEMPACK *manual*. Noskaidrojām, ka tāda apakšprogramma ir izstrādāta, lejupielādējama un izmantojama. Kaut arī vēlāk izrādījās, ka Latvijas IO tabulas par 2016. gadu nav un nebūs,

programma un tās apraksts noderēs, kad Pasūtītājam nākotnē radīsies nepieciešamība atjaunot modeļa bāzes gadu. Minētās apakšprogrammas papildus ieguvums ir iespēja salīdzinoši operatīvi pāriet no lielākas datubāzes uz mazāku, izveidojot kartējumu (*mapping*), kas parāda agregācijas gan nozarēm, gan produktiem/precēm, ieskaitot starppatēriņa produktus/preces.

4) Tā kā VLA izstrādes mērķis ir dažādu scenārijiem atbilstošu rīcībpolitikas pasākumu ekonomiskā efekta novērtēšana, atskaites periodā daudz tika eksperimentēts ar simulācijām GEMPACK vidē. Katras simulācijas veikšana ir saistīta ar atsevišķa komandu faila izveidi, kurā šī simulācija tiek precīzi definēta. Saglabājot šo komandu failu, nepieciešamības gadījumā to var palaist atkārtoti, pie tam mainot skaitlisko šoka lielumu. Mums tas bija principiāli svarīgi, jo, izmantojot TIMES modeļa rezultātus, VLA modelī iekļaujamā šoka lielumu jārēķina manuāli, un tas var raisīt diskusijas. Ar nelielu soli variējot šoka lielumu un atkārtojot procedūru vairākkārt, ir iespējams redzēt novērtējuma stabilitāti un, attiecīgi, arī ticamību.

Atskaites sākumā sniegts Latvijas VLA modeļa datubāzes raksturojums, ieskaitot atbildi uz kritiku par bāzes gada nesakrītību. Turpinājumā aprakstīta un ilustrēta TIMES un Latvijas VLA mīkstā sasaiste atkarībā no TIMES izejas datiem. Pēc tam sniegts ieskats simulāciju procesa organizēšanā un rezultātu apkopošanā GEMPCAK vidē. Noslēgumā secinājumi par līdzšinējā darba sekmēm un turpmāk darāmo darbu plāns.

# 1. LATVIJAS VLA MODEĻA DATUBĀZES RAKSTUROJUMS

Saskaņā ar specifikāciju, viens no projekta uzdevumiem ir **datu pieejamības analīze un datubāzes izveide**.

Latvijas vispārējā līdzsvara modelis (VLA) ir izstrādāts ar mērķi novērtēt, kā tautsaimniecības attīstību kopumā, kā arī nozares atsevišķi ietekmē enerģētikas politikas izmaiņas. Izmantojot augstas detalizācijas pakāpes datus, ir izveidots modelis, lai politikas izstrādātājiem dotu iespēju šādu novērtējumu iegūt.

Latvijas VLA izveidē nepieciešamā detalizācijas pakāpe ir nodrošināta, izmantojot sekojošus datus:

**A bloks.** Detalizēta informācija par tautsaimniecību kopumā raksturojošajiem rādītājiem, gan arī nozaru attīstības rādītājiem (informācija apkopota par ilgāku laika posmu):

- ✓ IKP (faktiskās un salīdzināmās cenās), nacionālais kopprodukts;
- ✓ kopējie nodokļu ieņēmumi, kopējie budžeta ieņēmumi, kopējie valdības izdevumi;
- ✓ patēriņa cenu indekss, ražotāju cenu indekss, eksporta un importa vienas vienības cena;
- ✓ mājāsaimniecību kopējie ieņēmumi, rīcībā esošais ienākums, uzkrājumi, izdevumi;
- ✓ ekonomiski aktīvo iedzīvotāju skaits, nodarbināto un bezdarbnieku skaits u.c.

**B bloks.** Informācija no izmaksu – izlaides tabulām (izmantotas LR CSP publicētās ielaides un izlaides tabulas par 2015. gadu (dažādās cenās), kā arī piedāvājuma tabula par 2016. gadu un izlietojuma tabula par 2016. gadu. Tiklīdz būs pieejama informācija par piedāvājuma tabulu un izlietojuma tabulu 2017. gadā, izmantosim arī to) :

- ✓ Eksports produktiem un nozarēm;
- ✓ Imports gala patēriņam pa produktiem un nozarēm;
- ✓ Mājāsaimniecību izdevumi pa produktiem un nozarēm;
- ✓ Valdības gala patēriņa izdevumi pa produktiem un nozarēm;
- ✓ Uzņēmēju sociālie maksājumi pa nozarēm;
- ✓ Ražošanas nodokļi pa nozarēm;
- ✓ Darba samaksa pa nozarēm;
- ✓ Ienākuma nodoklis pa nozarēm;
- ✓ Importa nodokļi pa nozarēm
- ✓ Eksporta nodokļi pa nozarēm.

**C bloks.** Aprēķinātā informācija – aizvietojamības elastības un citi parametri (avoti: autoru aprēķini no A bloka datiem, koriģēti, balstoties ekspertu rekomendācijās; vērtības no aprobētiem citu autoru iepriekš veiktiem pētījumiem; kā arī kalibrēšanas rezultātā iegūtas vērtības):

- ✓ Armingtona starppatēriņa elastības (kombinēta pieeja – ekonometriskie novērtējumi, rezultāti no LB pētījuma un ekspertu komentāriem, kalibrētas);
- ✓ Mājsaimniecību izdevumu elastības (aprēķinātas pēc mājsaimniecību apsekojumu datiem par 2015. gadu un 2016. gadu, kalibrētas);
- ✓ Friša parametri (aizgūti no iepriekšējiem pētījumiem, kalibrēti).

**D bloks.** Ievaddati no TIMES modeļa rezultātiem atkarībā no izvēlēta scenārija efektu novērtēšanas. **Izmaiņas salīdzinājumā ar jūniju** – RTU pētnieki sākuši apkopot informāciju par SEG emisijām, ko iekļaujot Latvijas VLA modelī, būs skaidrāk definējama abu modeļu informācijas apmaiņa – uzlabosies mīkstās saites uzturēšana)

Shematiski "jēlā" pamatdatu tabula VLA modelim izskatās šādi:

1.1.tabula

**Ielaides – izlaides (*Input – output*) tabula kā VLA modeļa pamats**

	Nozares Industries	Mājsaimniecības Households	Eksports Exports	-Nodokļi Duty	Kopā
Vietējās preces	(A)	(B)	(C)		Preču izlaide
Importētas preces	(D)	(E)		-(Z)	Importētas preces, izmaksas
Darbaspēks	(G)				Darbaspēka samaksa
Kapitāls	(H)				Maksājumi kapitālā
	Kopā izlaide	Kopā patēriņš	Kopā eksports	Kopā nodokļi	

1.1. tabulā parādīts, kāpēc datubāzes pamatā esošajai matricai noteikti jābūt simetriskai - lai nodrošinātu pieņēmumu, ka VLA modelī visi tirgi bāzes gadā ir līdzsvarā. Ņemot vērā, ka līdzsvara vienādojumiem tiek izmantota arī papildinformācija ar augstu detalizācijas pakāpi, manuāla



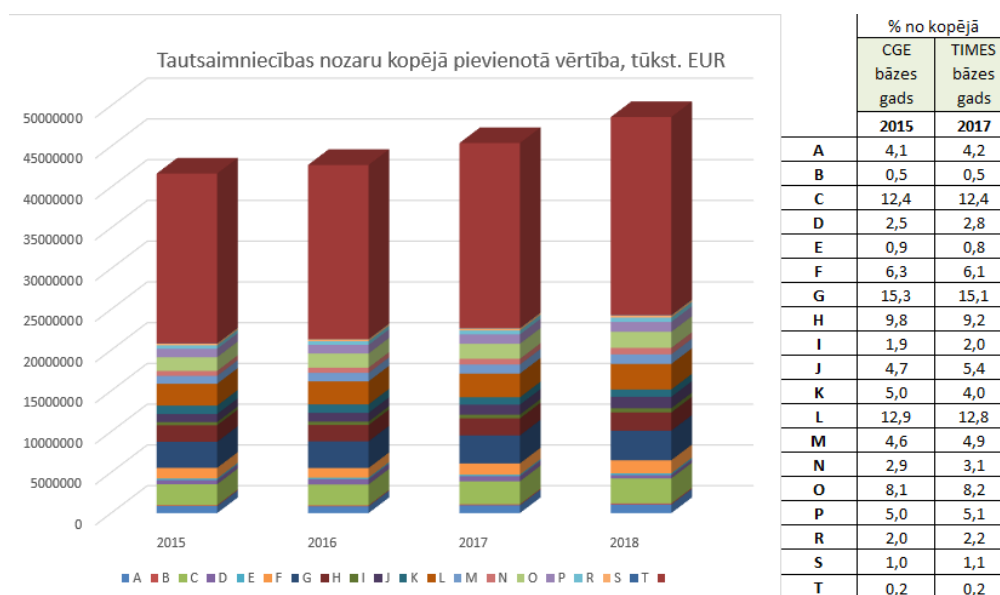
simetriskās matricas izveide nav iespējama. VLA modeļa vienādojumiem nepieciešamo papildinformāciju pievieno no citām matricām un vektoriem. Tieši jaunākas ielaides – izlaides matricas ne-pieejamība radīja situāciju, kurā mīkstajā sasaistē savietojamajiem modeļiem atšķiras bāzes gadi.

Darbā pie VLA modeļa, kā bāzes gads tika izvēlēts kā 2015. gads, izmantojot jaunākos pieejamos datus. (Jaunākie pieejamie dati simetriskām matricām ir par 2015. gadu (csb.gov.lv (eiro) vai OECD (dolāros)), jaunākās pieejamās Piedāvājuma-izlietojuma tabulas, kas nav simetriskas, ir par 2016. gadu (csb.gov.lv), WIOD datubāzē nav atjauninājumu kopš 2016. gada, un tur jaunākā pieejamā tabula par Latviju – ir tikai par 2014. gadu.)

Tā kā vispārējā līdzsvara modelis (VLA) balstās pieņēmumā, ka bāzes gadā visā tautsaimniecībā visi tirgi ir līdzsvarā, līdz ar to pamatdatu tabula ir noteikti simetriska matrica. Veidojot Latvijas VLA datubāzi, kā izejas dati tika izmantota Latvijas ielaides – izlaides tabula bāzes cenās (produkts x produkts greizumā), milj. EUR. Izvēli noteica tas, ka tā ir jaunākā pieejamā simetriskā tabula. Pārējā nepieciešamā informācija jau tika šai tabulai pakārtota, lai neizjauktu simetriju. Piemēram, detalizācijas nodrošināšanai izmantojām arī piedāvājuma, izlietojuma tabulas pircēju un bāzes cenās, iekšzemes un importa izlietojuma tabulas.

Izvirzīts pieņēmums, ka tautsaimniecības struktūra laika posmā no 2015. – 2017. gadam nav būtiski mainījies.

Pētot tautsaimniecības struktūru, izmantojot kopējās pievienotās iedalījumu nozarēs, kā redzams 11.. attēlā, var secināt, ka ļoti būtiskas izmaiņas starp 2015. un 2017. gadu nav konstatētas.



1.1. attēls. Tautsaimniecības struktūra pa NACE nozarēm laika posmā no 2015. – 2018. gadam. (Dati no csb.gov.lv, autoru aprēķini)

Tieši pierādījums, ka tautsaimniecības struktūra laika posmā no 2015.gada līdz 2018.gadam nav būtiski mainījies dod iespēju uzskatīt, ka VLA modeļa bāzes gada dati ir izmantojami, jo atbilstoši VLA modeļa teorētiskajai bāzei svarīgākais ir līdzsvara esamība.

Lai ekonomiskajā analizē izmantotu pēc iespējas jaunākus datus LU nosūtīja vēstuli CSP par iespēju saņemt jaunākus datus VLA modeļa vajadzībām.

Balstoties uz pētījuma ietvaros izdarīto pieprasījumu Nr. 22-7/116 par datu sniegšanu projekta īstenošanai, Centrālās statistikas pārvaldei, no Centrālās statistikas pārvaldes tika saņemta atbilde, ka piedāvājuma un izlietojuma tabulas par 2017. gadu ir plānots publicēt līdz šī gada beigām. Tomēr ielaides - izlaides tabulas par 2016. gadu sagatavošana netiek plānota.

CSP arī norādīja, ka piedāvājuma-izlietojuma un ielaides - izlades tabulas, atbilstoši 2013. gada 21. maija Eiropas Parlamenta un Padomes Regulai (ES) Nr. 549/2013 par Eiropas nacionālo un reģionālo kontu sistēmu Eiropas Savienībā, Pārvalde sagatavo par periodu t+36 mēneši sekojoši:

1. Ikgadēji: Piedāvājuma tabula bāzes cenās (ieskaitot pārveidošanu pircēju cenās) un Izlietojuma tabula pircēju cenās;

2. Reizi piecos gados (dati par gadiem, kas beidzas ar "0" vai "5"):

Izlietojuma tabula bāzes cenās, Iekšzemes produkcijas izlietojuma tabula bāzes cenās, Importa izlietojuma tabula bāzes cenās, Tirdzniecības un transporta uzņēmumi izlietojuma tabulā, Produktu nodokļi mīnus produktu subsīdijas izlietojuma tabulā, Ielaides - izlaides tabula bāzes cenās (produkts x produkts), Iekšzemes produkcijas ielaides - izlaides tabula bāzes cenās (produkts x produkts), Importa ielaides - izlaides tabula bāzes cenās (produkts x produkts).

No LR CSP oficiālās atbildes secināms, ka ielaides- izlaides (IO) tabulu pieejamība nebūs iespējama, tāpēc modeļa darbība tiek balstīta uz pieejamākajiem jaunākajiem datiem, tas ir 2015.gadu. Tāpat jāņem vērā fakts, ka arī turpmāk pasūtītājam būs šī pati situācija – ielaides-izlaides tabulas būs pieejamas ar lielu novēlošanos. Konsultējoties ar VLA modeļu ekspertiem no Austrālijas, tika pieņemts lēmums par to, ka VLA modelī svarīgāk par bāzes gadu kā konkrētu gadu, ir nodrošināt sabalansētu, aprobētu un validētu modeli par jaunākajiem uz šo brīdi pieejamajiem IO tabulas datiem. Pie tam, GEMPACK piedāvā apakšprogrammas, kas ļautu vienkāršāk atjaunināt līdzsvara gadu, bez tik liela manuāla un laikietilpīga darba kā pirmajā reizē.

Tādējādi izstrādātais Latvijas VLA modelis apvieno vispārējā līdzsvara modelēšanas principus no ekonomikas teorijas ar dezagregētiem datiem no izmaksu -izlaides tabulām,

tautsaimniecību raksturojošiem statistikas rādītājiem, mājsaimniecību ienākumu un izdevumu datiem, kas ļauj tā rezultātus lietot politikas veidotāju nospraustajiem mērķiem.

Papildus uzdevums, ar ko bija jārēķinās, izstrādājot Latvijas VLA, ir mīkstās sasaistes izveidošana ar TIMES modeli. Veiksmīgas sasaistes pamatā ir precīza abu modeļu saskares punktu definēšana modelēšanai izvēlētā scenārija ietvaros veikto pasākumu efektu novērtēšanā.

VLA modelī iespējams veikt šoku (rīcībpolitikas pasākumu) ietekmes novērtējumu, izvēloties ietekmēto mainīgo no ierobežota saraksta. Salīdzinoši viegli ir iegūt novērtējumu šokam, ja to identificējam kā konkrētu izmaiņu (absolūtu vai relatīvu) kādā no zemāk uzskaitītajiem mainīgajiem (ar iespēju precizēt nozari, produktu, ekonomisko aģentu, uz ko tas attiecas):

- 1) ražošanas apjoms;
- 2) investīcijas;
- 3) patēriņš;
- 4) eksports;
- 5) imports (ieskaitot vai neieskaitot nodokļu izmaiņas);
- 6) valdības izdevumi;
- 7) izmaiņas krājumos;
- 8) kapitāla izmaiņas;
- 9) izmaiņas darbaspēkā (kopumā, iedalījuma pa profesijām vai reģioniem nav);
- 10) cenas;
- 11) tarifi;
- 12) netiešie nodokļi.

Tādējādi, ja scenārija novērtējums sākas ar TIMES modelī iekļauto rīcībpolitikas pasākumu plānu, un rezultātā tiek iegūta enerģijas galapatēriņa apjomu tabula, ir noteikti nepieciešams papildus pārrēķins šoku identificēšanai.

## 2. LATVIJAS VLA UN TIMES MĪKSTĀ SASAISTE

Labāko pieredzi apkopojot, secinām, ka veiksmīgākie, politiskiem lēmumiem piemērotākie rezultāti nav balstīti tikai viena – VLA vai TIMES modeļa lietojumā. Tomēr šādas saites nodibināšana un uzturēšana prasa lielu pētnieku darba ieguldījumu.

Viens no pamatjautājumiem ir – kā identificēt saskares punktus starp abiem modeļiem? Saite veidojas, ja viena modeļa endogēns mainīgais tiek ielikts otrā modelī kā eksogēns (fiksēts). VLA modelī ir iespēja mainīt viena mainīgā statusu no endogēna un eksogēnu un otrādi, ja vien saglabājas identifikācijas nosacījumi (pietiekams vienādojumu skaits priekš nezināmo lielumu novērtēšanas). No otras puses, VLA ir top-down modelis un tā pielāgošanas iespējas citam modelim nav neierobežotas. Pēc Zviedrijas vai Portugāles pētnieku pieredzes, veidojot modeļu saskarni tika ņemts vērā, ka būs nepieciešamas veikt iegūtās informācijas pārveidojumu formātā, kas nepieciešams otram modelim, darbojoties Excel vidē. Turpinājumā aprakstīts abu modeļu sasaistes process.

### **Sasaiste, izmantojot TIMES rezultātus par izmaiņām enerģijas pieprasījumā**

Izmantojot izlietojuma-izlaides tabulas par 2015.gadu, tiek izveidota atbilstības matrica A starp Times-gala-patēriņa 3.līmeni un Ielaides-Izlaides tabulas nozarēm (NACE2 red. ) pēc produkta (CPA\*64) izlietojuma divās kategorijās – ‘Kokss un naftas pārstrādes produkti’ (V19) un ‘Elektroenerģija, gāze, ūdens, tvaiks un gaisa kondicionēšana’ (VD).

2.1. attēlā redzams ekrānšāviņš no pārveidojumu moduļa Excel. Aprēķini izveidoti nozaru līmenī, kas ļauj būt elastīgiem attiecībā pret nozaru grupēšanas pieeju. Izlaides un izlietojuma attiecība, kolonnā L, tiek rēķināta neņemot vērā izlaides pusē Koksa un naftas pārstrādes produktus un Elektroenerģijas, gāzes, ūdens, tvaika un gaisa kondicionēšanas apjomus (tiek atņemtas no kolonnas J kolonnas H un I). Tas tiek darīts, lai izvairītos no nenoteiktības kā tiek šī izlaide izmantota – kā produkcija vai paša patēriņam. Šajā gadījumā tiek pieņemts, ka enerģijas produktu izlaide tiek izmantota pašu patēriņam, līdz ar to šī perioda izlaide ir nākamā perioda enerģijas produktu ielaides daļa. Atbilstoši šiem pieņēmumiem, enerģētikas sektori netiek analizēti, jo to izlaides izlietojums neatbilst iepriekšējam pieņēmumam par pašpatēriņu.

Izlaides / izlietojuma attiecība tiek sadalīta komponentēs – pieaugumi, ko izraisa enerģētikas produktu izlietojums un ko izraisa pārējo produktu izlietojums. Enerģētikas politikas izmaiņas tiek attiecinātas uz pirmo komponenti, uz pieaugumu, ko izraisa enerģētikas produktu izlietojums. Enerģētikas politikas izmaiņas tiek izteikti kā vidējie pieprasījumi pieauguma koeficienti gadā, par

kuriem detalizētāk aprakstīts zemāk, un tiek manuāli ievadīti pārejas failā kolonnā M. Izlaides izmaiņas enerģētikas politikas izmaiņu rezultātā tiek izteikts kā procentuālas izmaiņas izlaides/izlietojuma attiecībai ar politikas ietekmi pret sākotnējo izlaides/izlietojuma attiecību (kolonna N), kas tad arī tiek izmantots kā politikas šoks VLA modelī.

B	C	D	E			F			G			H			I			J			K	L	M	N	
		IZLIETOJUMS		IZLAIDE (PIEDĀVĀJUMS)																					
		PRODUKTS (CPA*64)		R19	RD	R	R19	RD	RZ	Izlaide bāzes cenās		Izlaide/izlieto enerģijas izl. šoks													
		NOZARE (NACE 2.reed.)		Kokss un naf. Elektroenerģ. Kopā			Kokss un naf. Elektroenerģ. Kopā																		
NOZARU STARPPATĒRĪNŠ (NACE)	Augkopība un lopkopība, medniecība un saimniecība	V01	98.1157	65.0392	1008.513	0	20.2505	1407.7644	1.3758017	10%	7.7%														
	Mežsaimniecība un mežizstrāde	V02	51.0706	6.6491	588.2131	0	0	929.2139	1.5797232	10%	6.7%														
	Zivsaimniecība	V03	5.1368	1.8837	36.1865	0	0	69.5859	1.9229796	10%	6.1%														
	leguves rūpniecība un karjeru izstrāde	VB	13.9562	4.881	128.9968	0.0889	0.0097	234.7388	1.8189614	10%	6.2%														
	Pārtikas produktu; dzērienu; tabakas izstrādā V10_12		22.625	99.2608	1326.8808	0	3.5041	1849.2706	1.3910568	10%	7.4%														
	Tekstilizstrādājumu; apģērbu; ādas izstrādājumu ražošana V13_15		2.8329	9.6882	160.903	0	0	282.2098	1.7539126	10%	6.0%														
	Koksnes, koka un korķa izstrādājumu ražošana V16		28.5282	104.4669	1615.2439	0	2.7999	2187.3954	1.3524865	10%	7.6%														
	Papīra un papīra izstrādājumu ražošana V17		0.3669	2.6883	91.5424	0	0	127.7659	1.3957019	10%	7.3%														
	Poligrāfija un ierakstu reproducēšana V18		0.4204	5.6732	139.8743	0	0	209.2723	1.4961455	10%	6.8%														
	Koksa un naftas pārstrādes produktu ražošana V19		0.6069	0.041	1.893	1.9413	0	2.054	0.0595351																
	Ķīmisko vielu un ķīmisko produktu ražošana V20		11.5054	18.1261	175.8052	0	1.3433	236.2961	1.3364383	10%	7.9%														
	Farmaceutisko pamatvielu un farmaceutisko pr V21		1.0432	10.2887	82.6347	0	0	165.9393	2.0081068	10%	5.7%														
	Gumijas un plastmasas izstrādājumu ražošana V22		0.6505	3.9377	140.4472	0	0	209.1879	1.4894416	10%	6.8%														
	Nemetālisko minerālu izstrādājumu ražošana V23		5.6677	55.8895	319.8982	0	0	505.3725	1.5797916	10%	7.0%														
	Metālu ražošana V24		0.366	5.0293	67.3115	0	0	83.7753	1.2445912	10%	8.2%														
	Gatavo metālizstrādājumu ražošana, izņemot V25		4.087	12.166	373.778	0	0.047	587.3621	1.5712939	10%	6.5%														
	Datoru, elektronisko un optisko iekārtu ražošana V26		0.3523	2.2545	193.5725	0	0	327.2265	1.6904596	10%	6.0%														
	Elektrisko iekārtu ražošana V27		0.5045	5.668	128.8475	0	0	202.113	1.5686218	10%	6.5%														
	Citu neklasificētu iekārtu, mehānismu un dar V28		1.1614	5.982	130.7056	0	0.2472	203.4176	1.5544124	10%	6.6%														
	Automobiļu, piekabju un puspiekabju ražošana V29		0.759	3.9323	99.8262	0	0	158.5607	1.5883676	10%	6.5%														
	Citu transportlīdzekļu ražošana V30		0.3454	3.9047	80.3312	0	0	112.4245	1.3995123	10%	7.3%														
	Mēbeļu ražošana; cita veida ražošana V31_32		12.6824	8.1652	219.6355	0	0.0118	353.1287	1.6077406	10%	6.6%														
	Iekārtu un ierīču remonts un uzstādīšana V33		4.0411	10.7785	135.7549	0	2.1771	257.1874	1.8784611	10%	5.8%														
	Elektroenerģija, gāzes apgāde, siltumapgāde V D		15.2843	556.5464	1193.0411	0	1756.1268	1830.4444	0.0622926																
	Ūdens ieguve, attīrīšana un apgāde V36		1.2222	9.4178	30.2506	0	1.4301	83.8375	2.7241575	10%	5.9%														
	Notekūdeņu savākšana un attīrīšana; atkritun V37_39		14.5245	11.0164	173.5875	0	7.5815	307.8333	1.7296856	10%	6.4%														
	Būvniecība VF		102.0499	31.6969	2715.8603	0	0.8895	3897.1554	1.4346341	10%	7.1%														

## 2.1. attēls. Modeļu pārejas aprēķinu piemērs.

Process pārejas realizācijai starp modeļiem tiek īstenots sekojoši.

**1.solis:** Pēc TIMES-gala-patēriņa datiem tiek aprēķināti 'Nozaru grupas' enerģijas pieprasījuma scenārija vidējie pieprasījumi pieauguma koeficienti gadā.

$$dTCn = (TC2050/TCto)^{(2050-to)} - 1$$

kur

to – bāzes gads

dTCn - enerģijas pieprasījuma vidējais pieaugums gadā dotajā periodā

TC2050 – enerģijas pieprasījuma prognoze 2050.gadā

TCto – enerģijas pieprasījums bāzes gadā

Enerģijas pieprasījuma vidējais pieaugums gadā tiek pieņemts kā enerģijas pieprasījuma šoks, kuru pievienot VLA modelim, atbilstoši TIMES scenārijiem.

**2. solis:** tiek īstenots pārejas failā Excel

Izlietojuma – izlaides 2016 .gada tabulas tiek izmantotas, lai aprēķinātu izlaides/izlietojuma attiecības nozaru griezumā.

Izlaides/izlietojuma attiecības izlaides pusē netiek ietverta izlaide, kas attiecināma uz Kokss un naftas pārstrādes produkti un Elektroenerģija, gāze, ūdens, tvaiks un gaisa kondicionēšana, citiem vārdiem, enerģija kā blakusprodukts.

Izlaides/izlietojuma koeficients papildus tiek sadalīts 2 komponentēs pēc izlietojuma produkta: izlaides/izlietojuma koeficienta komponente 'Kokss un naftas pārstrādes produkti un Elektroenerģija, gāze, ūdens, tvaiks un gaisa kondicionēšana', un izlaides/izlietojuma koeficienta komponente 'Pārējie produkti'.

**Izlaides-izlietojuma koeficients = (Izlaide bāzes cenās – R19 – RD)/Izlietojums kopā**

kur

R19 - Kokss un naftas pārstrādes produkti

RD - Elektroenerģija, gāze, ūdens, tvaiks un gaisa kondicionēšana

**Izlaides-izlietojuma koeficients = (Izlaides-izlietojuma koeficients EN -1) + (Izlaides-izlietojuma koeficients OTH -1) +1**

kur

EN – attiecas uz enerģijas produktu ieguldījuma daļu izlaides-izlietojuma koeficientā

OTH – attiecas uz ne-enerģijas produktu ieguldījuma daļu izlaides-izlietojuma koeficientā

Enerģijas pieprasījuma šoks tiek realizēts caur pirmo komponenti Izlaides-izlietojuma koeficients EN, pieņemot, ka īstermiņā ne-enerģijas komponente, (Izlaides-izlietojuma koeficients OTH, ir fiksēta.

**3. solis:** turpat pārejas Excel

Lai enerģijas pieprasījuma šoku pārveidotu saprotamu GCE, to ir jāpārveido kā 'Nozaru grupas' GDP izmaiņas. To iegūst aprēķinot Izlaides-izlietojuma koeficienta relatīvos pieaugumu: ja tik piemērots enerģijas pieprasījuma šoks pret koeficientu bez šoka.

**Nozaru grupas izlaides (GDP) pieaugums =**

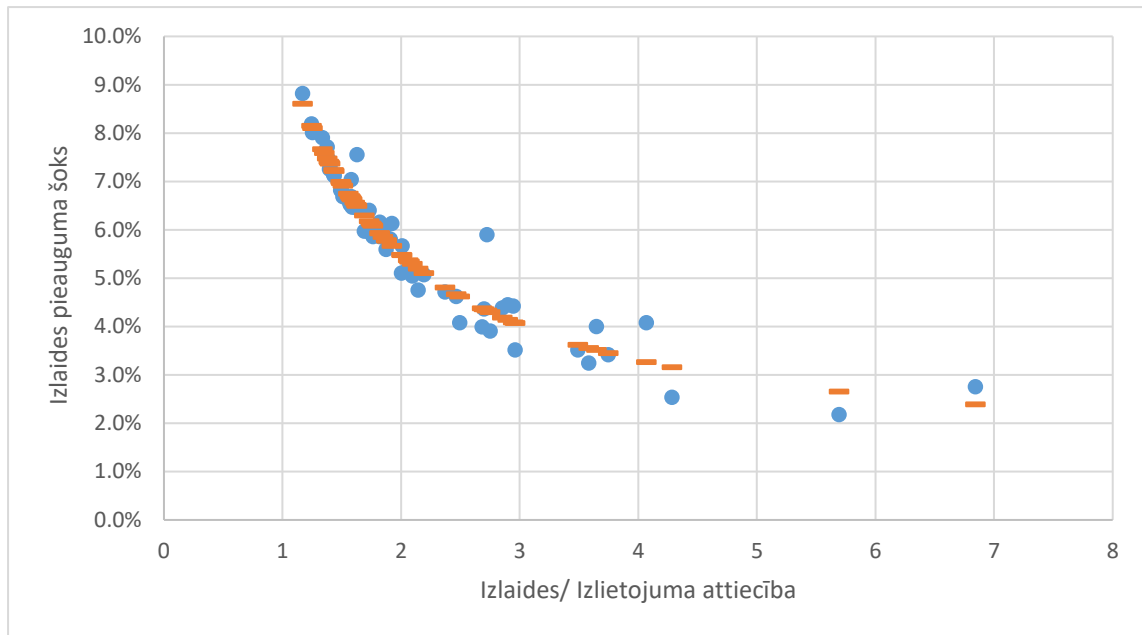
$$\frac{((\text{Izlaides-izlietojuma koeficients EN} -1) * (1+ dTCn) + (\text{Izlaides-izlietojuma koeficients OTH} -1)+1)}{((\text{Izlaides-izlietojuma koeficients EN} -1)+(\text{Izlaides-izlietojuma koeficients OTH} -1) +1) -1}$$

jeb

**Nozaru grupas izlaides (GDP) pieaugums =**

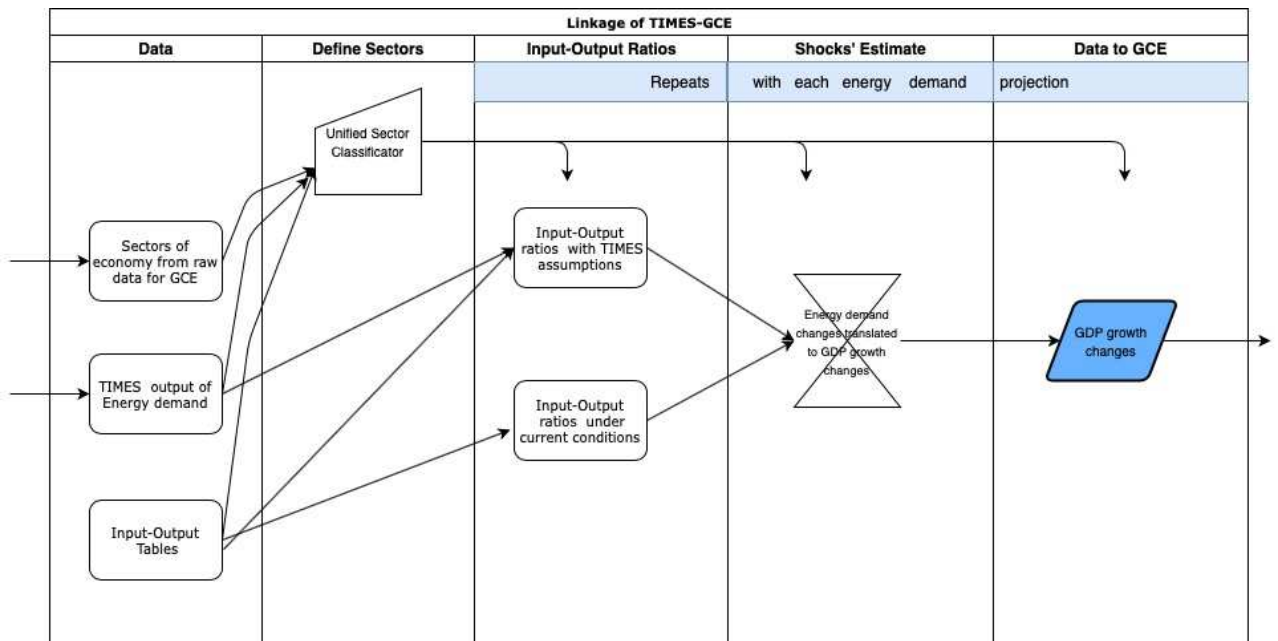
$$\text{Izlaides-izlietojuma koeficients EN} * dTCn / \text{Izlaides-izlietojuma koeficients}$$

Minētie pieņēmumi nodrošina to, ka sakarība starp nozaru izlaides pieauguma šokiem un izlaides-izlietojuma koeficientu ir apgriezti proporcionāla, bet variācijas pie tuviem izlaides-izlietojuma koeficientiem atkarīgas no nozares energoatkarības Uzskatāmāk šī pāreja parādīta 3. attēlā:



2.3.attēls. Izlaides pieauguma šoki tautsaimniecības nozarēs pie vienāda enerģijas pieprasījuma izmaiņām (10%)

Kā redzams 2.3.attēlā, Nozaru grupas izlaides (GDP) pieauguma šoks ir tieši atkarīgs no enerģijas izlietojuma īpatsvara nozarē, un tikai loģiski, ka enerģijas pieprasījuma šoka efekts ir lielāks nozarēs ar lielāku enerģijas izlietojumu. (Shēmu skat. 2.4. att.)



2.4. attēls. VLA un TIMES modeļu mīkstās sasaistes shēma

2.4. attēlā parādīts abu modeļu sasaistes vienas iterācijas viens posms. Veidojot VLA un TIMES modeļu mīksto sasaisti, jāņem vērā, ka tas nav automātisks process un ka enerģētikas politikas kvantificēšana pirms izmantošanas ir jāvalidē. Lēmumi par izmaiņu lielumu, pārejot no

viena modeļa uz otru tiek kontrolēti attiecībā pret enerģētikas politikas izmaiņu ekonomisko novērtējumu, kuru sagatavo LU pētnieku grupas eksperti.

## **Sasaiste, ja TIMES modeļa rezultāti ir izmaiņa enerģijas pārdales sektorā**

Iepriekš izskatītais abu modeļu sasaistes paņēmieni der tādu scenāriju novērtēšanai, kur politikas īstenošanas pasākumi tieši rezultējas enerģijas galapatēriņa izmaiņās. Bet, iepazīstoties ar visu RTU izstrādāto modelējamo scenāriju sarakstu, nākas konstatēt, ka bāzes scenārija ietvaros izmaiņas notiek tikai enerģijas pārdales sektorā, kas VLA modelī atsevišķi nav tieši izdalāms un precīzi definējams un līdz ar to ietekmi uz tautsaimniecību pie šī scenārija ar pašreizējo modeļa formātu novērtēt ir sarežģīti. Lai to darītu, nāktos izvirzīt subjektīvus pieņēmumus, kā šīs izmaiņas ietekmē kādu no iepriekš minētajām šokējamo 12 mainīgo grupām.

VLA modelis izmanto datus, kas iegūti no TIMES modeļa, jo VLA modelī iegūtie ekonomiskie rezultāti parāda rīcībpolitikas makroekonomisko ietekmi. CO<sub>2</sub> emisiju izmaiņas, enerģijas pārveides sektorā nemaina nozaru ekonomiskos rezultātus pašus par sevi, tomēr, ja CO<sub>2</sub> izlaide tiek aplikta ar nodokli, tad, mainoties CO<sub>2</sub> izlaidei, mainās nodokļa apmērs. Simulāciju veikšanai var veikt aplēses par enerģijas tarifu izmaiņām, kas būs saistītas ar ražošanas veidiem, kas bijuši par pamatu enerģijas ražošanai, tomēr lai iegūtu precīzākus šī scenārija realizācijas rezultātus tas būtu jāiestrādā VLA modeļa vienādojumos. VLA modelis ļauj modelēt nozaru ekonomiskās izmaiņas pie cenu izmaiņām, kas tādējādi maina arī ražošanas apjomus.

Bāzes scenārijā, TIMES modelis sniedz datus par energopārveidi, tomēr, lai dati būtu izmantojami VLA modelī tika meklēts kopsaucējs, un tas ir CO<sub>2</sub> izlaide.

Makroekonomiskās analīzes veikšanai CO<sub>2</sub> izlaide tiek saistīta ar nodokli par CO<sub>2</sub>.

Dabas resursu nodoklis laikā no 2015-2050.gadam

Dabas resursu nodokļa likmes EUR par CO<sub>2</sub>t

Gada Dabas resursu nodokļa likme EUR par CO<sub>2</sub> t



**Dabas resursu nodokļa likmes EUR par CO<sub>2</sub>t**

Gada	Dabas resursu nodokļa likme EUR par CO <sub>2</sub> t
2015	3,50
2017	4,50
2018	4,50
2019	4,50
2020	9
2021	12
2022-2050	15 plānots

Tā kā datu par 2015.gada CO<sub>2</sub> izlaides daudzumiem nav, tad pieņemts tiek, ka 2017.gada CO<sub>2</sub> izlaides daudzums noticis arī 2015.gadā.

Izlaides apjoms, kā lielums tiešā veidā nerada makroekonomisko efektu, tāpēc sasaiste tiek īstenota ar dabas resursu nodokli.

Visa informācija par CO<sub>2</sub> izlaidi pa nozarēm a, kas izteikta kā t CO<sub>2</sub> tiek pārvērsta nodokļa summā. Iegūtais nodokļa apmērs tiek salīdzināts starp periodiem.

Kā bāzes gads pieņemts 2017.gada CO<sub>2</sub> izlaide, kas pārrēķināta nodokļa summā EUR, pie tarifa 4,50 EUR par CO<sub>2</sub> t. Tālāk arī visi pārrēķinātie dati nodokļa absolūtajos lielumos EUR tiek attiecināti pret bāzes gadu, tādējādi iegūstot nodokļa pieaugumus % pret bāzes gadu.

Minētais nodokļu pieaugums, kas tika aprēķināts un redzams tabulā tiek izmantots VLA modelī detalizētāka ekonomiskā efekta analīzē.

Nodokļa izmaiņas, kas paredzētas, ir pietiekami lielas, līdz ar to sagaidāmas būtiskas ekonomiskā efekta sekas.

Konsultējoties ar ekspertiem no *Centre of Policy Studies* Viktorijas universitātē Austrālijā, tika pieņemts lēmums, ka Latvijas modeli varētu papildināt ar CO<sub>2</sub> kā papildus preci/produktu (*commodity*) ar noteiktu cenu (simulācijās maināmu). Šāda iespēja ir radusies, jo RTU pētnieki ir sākuši apkopot SEG apjomus no galaprocēsiem bāzes scenārijā, iekļaujot primāro energoresursu SEG (no energoresursiem, kas tieši patērēti sektorā) un enerģijas pārveides sektora emitētās SEG, attiecinot uz gala-procēsiem, kas patērē centralizēto siltumenerģiju un elektroenerģiju. Tātad – scenārijā, kur vienīgais rīcībpolitikas izmaiņu rādītājs ir CO<sub>2</sub> cenas izmaiņa, varēs izmantot šo kanālu.

### 3. SIMULĀCIJAS AR LATVIJAS VLA MODELI

Šoka modelēšana GEMPACK programmatūrā ir simulācija, kas sākas ar noteikta mainīgā vai mainīgo grupu vērtību izmaiņu sarakstu, kurā norādīts, par cik procentiem attiecīgais mainīgais palielināsies (vai samazināsies). Šoku izmērs un mainīgie jānosaka iepriekš, tādējādi raksturojot izmaiņas, kas raksturo attiecīgo scenāriju. Simulācijas procesā programmatūra aprēķina jaunu vienādojumu sistēmas atrisinājumu, un rezultātus uzrāda kā procentuālas izmaiņas (vai absolūtas) salīdzinājumā ar sākotnējo atrisinājumu.

Tātad sākumā jānedefinē, kuri mainīgi būs eksogēnie un kādi tiem tiks piemēroti šoki, un programmatūra aprēķina izmaiņas atlikušajos mainīgajos (t.i., tiek novērtēta endogēno mainīgo reakcija uz šoku). Process, kurā definē simulācijas eksogēnos mainīgos, pieņemot, ka pārējie paliek endogēni, tiek saukts par modeļa slēgšanu (*closure*).

Simulācijas izejas punkts ir TABLO fails un datu fails (HAR fails). Tā kā simulācijas rezultātā tiek ģenerēti daudzi jauni faili, lai tie visi nonāktu vienā mapē, sākumā izveido direktoriju C:\...\SIMULATION\_1. Un GEMPACK logā zem *File* izvēlas *Change both default directories*. Tālākie soļi: 1) ievieš simulāciju TABLO failā. 2) palaiž simulāciju (CMF fails), 3) aplūko rezultātus (ViewSOL vai AnalyseGE). Palaižot simulāciju atkārtoti (piemēram, izvēloties citu izmaiņu vai citu *closure*, pirmais solis vairs nav jāatkārto).

*Closure* var būt īstermiņa vai ilgtermiņa. Tā kā TIMES modelī nepieciešama informācija, ietverot dinamiku, nākas izvirzīt pieņēmumus par laiku. Tā kā Latvijas VLA modelis balstās ORANI-G modeļa struktūrā, tad šī modeļa simulāciju rezultāti raksturojami kā izmaiņa endogēnā mainīgā vērtībā laika periodu T (nenodefinējot) pēc šoka. Konsultējoties ar ORANI-G modeļa ekspertiem no Austrālijas, noskaidrojām, ka īstermiņa *closure* gadījumā "ar laiku T pēc šoka" parasti saprot 1-2 gadus, ar piebildi, ka tādā mazā atvērtā tautsaimniecībā kā Latvija tas, visticamāk, atbilstu vienam gadam pēc šoka.

Ilgtermiņa šoka modelēšanai, izvēloties mainīgos šoku modelēšanai, pieņem, ka efekts notiek ilgākā laika periodā, ļaujot ekonomiskajiem aģentiem pielāgoties izmaiņām. Laika periods parasti precīzi gados nav definēts.

Īstermiņa un ilgtermiņa šoku modelēšanai vienādojumu sistēmas atrisināšanai nepieciešamos pieņēmumus par eksogēniem (pārējie – endogēni) mainīgajiem uzskatāmāk var redzēt 3. un 4. pielikumā.

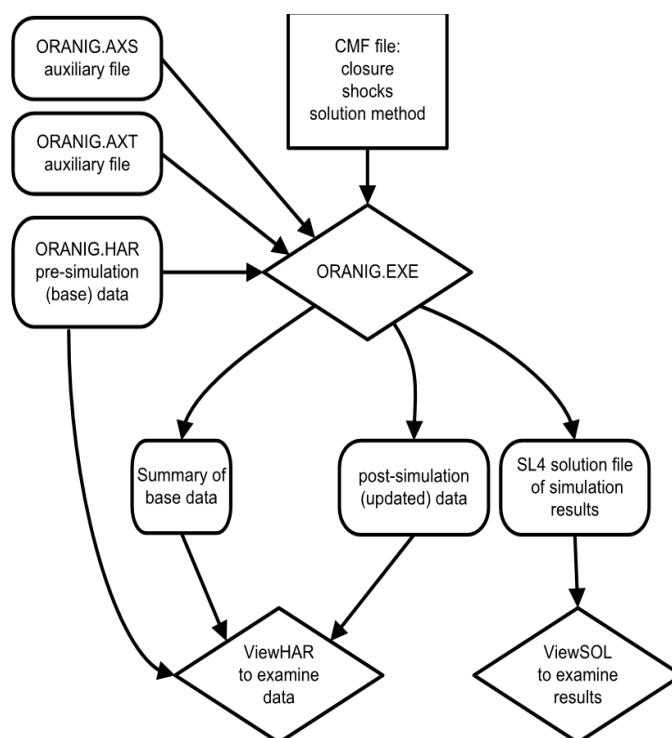
#### Simulācijas specifikācija

Jebkuras simulācijas ieviešanai GEMPACK programmatūrā jānorāda sekojoša informācija:

- kuru modeli izmantot;
- ar kuru datu failu sākt (t.i., jānorāda pirms-simulācijas atrisinājums, ar kuru tiek salīdzināti simulāciju rezultāti);
- kādu *closure* izmantot (t.i., precīzi definēt eksogēnos un endogēnos mainīgos);
- norādīt, kuriem mainīgajiem un cik liela izmaiņa jāpiemēro;
- kā nosaukt rezultātu failus (*output*).

GEMPACK programatūrā šie soļi ir veicami, izveidojot komandu failu (*Command file CMF*). Komandu faila izveide notiek teksta rediģēšanas režīmā, bet vienreiz to izveidojot, pēc tam var izmantot atkārtoti. Sintaksē izmantotā vienotā apzīmējumu sistēma redzama 1. un 2. pielikumā. Lietotāja ērtībai katram scenārijam tiek izstrādāts atsevišķs CMF fails.

Simulācijas process shematiski parādīts 3.1. attēlā.



3.1. attēls. Process no šoka identificēšanas līdz rezultātiem (avots: Gempack manual) (3.1. attēlā ar rombiem apzīmētas programmas, ar taisnstūriem – teksta fails (fails, kurā šoks tiek identificēts, lietojot GEMPACK sintaksi (dota 2. pielikumā); noapaļotie lauki – binārā formā kodētas informācijas datu faili))

Pēc šoka identificēšanas CMF failā, programmas sašaurināšanas STI (*stored input*) failā, Gempack programmatūrā sākas iterāciju process jaunās vienādojumu sistēmas atrisināšanai.

Ja simulācija ir veiksmīga, var pievērsties iegūtā atrisinājuma analīzei. GEMPACK programmatūrā tas nozīmē, ka sākumā – pirms simulācijas – iegūtais atrisinājums tiek izmantots kā bāze salīdzinājumam ar simulācijas rezultātā noteiktajām jaunā līdzsvara vērtībām. Rezultātus

var iegūt vēlamajā detalizācijas pakāpē (ierobežojums atkarīgs no tā, cik detalizēti bija ievaddati). Vērtību pieaugums (vai samazinājums) pētnieka ērtībām ir aprēķināts kā procentuālā izmaiņa.

Lai nodemonstrētu, kā notiek simulāciju process GEMPACK vidē un kādā formātā iespējams izgūt simulāciju rezultātus, aplūkosim divus piemērus. Piemēriem ir tikai ilustratīvs raksturs. RTU izstrādātajiem scenārijiem atbilstošās simulācijas vēl nav līdz galam izstrādātas. Tiek meklēts īstais risinājums problēmai, ka VLA nav laika dimensijas.

## Simulācijas piemērs

Pieņemsim, ka ir nepieciešams rast atbildi uz jautājumi, kā Latvijas tautsaimniecību kopumā ietekmē Covid19 izraisītais kritums nozarē ar nosaukumu "Izmitināšana un ēdināšanas pakalpojumi" (VLA modelī izmantots nosaukums "Hotel\_Cafe").

Simulācijas komandu fails pievienots 5. pielikumā. Raksturojot tā saturu, vajadzētu uzsvērt, ka tas ir tipisks un šoku iespējams definēt, nevis sākot rakstīt visu procedūru no tukša faila, bet izmantot GEMPACK saskarni. Tā gan nav tik vienkārši izmantojama kā daudzām citām programmatūrām mūsdienās, tomēr lietotājam draudzīga. Bez tam katrā solī iespējams meklēt atbildi GEMPACK Manual, kas tiek uzinstalēts līdz ar pašu programmatūru.

Simulāciju failu rakstot, sākumā jānorāda, kurš datu fails tiks izmantots, kur tiks saglabāti iterāciju starprezultāti un gala rezultāti. Tie ir dažāda formāta faili, kuru apskatei izmantojamas atsevišķas programmas.



3.2. attēls GEMPACK programmu paka

Piemēram, rezultātu fails, kas ir fails ar papildinājumu ...SL4, kā parādīts 3.1. attēlā ir bināras informācijas fails, kura atvēršanai izmanto programmu ar nosaukumu ViewSOL. Šī programma ļauj rezultātus apkopot matricās, kas ir daudzdimensiju masīvi.

Un, kā redzams 3.3. attēlā, rezultātu pārlūkošanai jāzina, ko tieši pētnieks vēlas sameklēt. Pivotēšanai var izmantot kreisā augšējā stūrī izvēli no variantiem "Everything" vai jebkādā griezumā (vai konkrēta nozare, vai eksports, vai cita pozīcija, pēc izcelsmes – DOM vai IMP, ja būtu definētas profesijas – pēc profesijām, ja būtu reģioni – pēc reģioniem). Tātad VLA modeli izstrādājot un novērtējot ar GEMPACK, rezultātus var iegūt jebkādā griezumā, kā vien Pasūtītājs vēlas.

Macros	firstsim	Macros	firstsim
w0gdpdif	-0,00	pCap_p1prim	1,59
w0gdpexp	-3,35	pCap_p2tot	0,64
w0gdpinc	-3,35	phi	0
w0gnc	-4,77	pLabEff	-5,49
w0imp_c	-0,23	pLabEff_p1prim	-1,62
w0tax_csi	-1,73	pLabEff_p3tot	-0,00
w1cap_i	-2,39	q	0
w1lab_io	-4,79	realwage	0
w1lnd_i	6,67	utility	-0,00
w1oct_i	-4,84	w0cif_c	-0,21
w1prim_i	-3,57	w0gdpdif	-0,00
w2tot_i	-3,02	w0gdpexp	1,68
w3lux	-5,71		
w3tot	-5,49		
w4tot	8,37		
w5tot	-4,49		
w6tot	-1,33		
x0cif_c	-0,21		
x0gdpdif	0,00		
x0gdpexp	1,68		

3.3. attēls. Fragmenti no simulācijas rezultātu faila (dažāda līmeņa skati).

Piemēram, 3.3. attēlā parādīts, ka reaģējot uz īstermiņa šoku – 30% kritumu nozarē ar nosaukumu "Izmitināšana un ēdināšanas pakalpojumi", rada nominālā IKP samazinājumu par 3.35%.

Simulāciju iedalījums īstermiņa un ilgtermiņa šokos VLA modelī ir panākams, izvēloties eksogēnos un endogēnos mainīgos. Kā parādīts 3. pielikumā, īstermiņa šoka gadījumā vienādojumi, pēc kuriem tiek aprēķināta reakcija, ir atbilstoši endogēnajiem mainīgajiem: IKP, Nodarbinātība un tirdzniecības bilance, un ienesīgums no kapitāla. Fiksēts kapitāla apjoms identificē, ka attiecīgā simulācija ir īstermiņa.

Šoku vienmēr raksta simulācijas komandu faila beigās. Šajā simulācijā izmaiņa jeb šoks ir attiecināts uz mainīgo ar nosaukumu "x1tot" nozarei "Hotel\_Cafe", kas ir tulkojams kā izmaiņa šīs nozarei izlaidē (sniegtā pakalpojuma apjoma samazinājums).

Jāatzīmē, ka labi izveidotam modelim ir salīdzinoši viegli iegūt rezultātu, veicot simulācijas, un sarežģītākā daļa ir izstrādāta scenārija plānam atbilstoša ietekmes kanāla piemeklēšana un šoka definēšana. Īpaši sarežģīts šis uzdevums kļūst situācijā, kurā rīcībpolitikas pasākumi ir ar visaptverošu ietekmi uz tautsaimniecību, un simulācijas izstrādē jāaskata kanāli, caur kuriem tie darbojas.

## 4. KOPSAVILKUMS

1. Latvijas VLA un TIMES modeļa sasaistes veikšanai izvirzīts pieņēmums, ka bāzes gadu atšķirība nav kavēklis mīkstās sasaistes izveidei un uzturēšanai, jo tautsaimniecības struktūra abu modeļu bāzes gados nav būtiskai atšķirīga. Datu ierobežotās pieejamības noteiktais pieņēmums nevar pasliktināt modeļa nozīmīgumu, jo primārais uzdevums ir izveidot sabalansētu modeli, ar pieņēmumu, ka bāzes gadā visi tirgi ir līdzsvarā.

2. LU izstrādātais Latvijas VLA modelis, kā klasiska vienas valsts ORANI-G modeļa adaptācija Latvijas datiem un situācijai, ļauj novērtēt dažos scenārijos identificēto politikas pasākumu ietekmi uz makroekonomiskajiem rādītājiem, tai skaitā tautsaimniecību nozaru griezumā, ņemot vērā potenciālos ieguvumus un zaudējumus. Ņemot vērā projekta izpildes partneru, RTU puses ieinteresētību iekļaut iespēju modelēt CO<sub>2</sub> cenu izmaiņu ietekmi, tuvākais uzdevums ir modificēt VLA modeli, lai pievienotu šo abu modeļu kopīgo saskares punktu. Lai nodrošinātu šādu risinājumu, LU puse ir veikusi konsultācijas/ diskusiju ar ORANI-G modeļa izstrādātājiem (Victoria University, Australia) par šāda papildinājuma iespējamību. Saņemts apstiprinājums, ka šī novitāte ir saturīga un ir iespējams īstenot modelī.

3. Lēmums par labu jau pilnībā funkcionējoša Latvijas VLA modeļa pārprogrammēšanai tika pieņemts, saskatot ne tikai ieguvumu projekta mērķa sasniegšanā, bet arī kā potenciālu ieguldījumu zinātnē, papildinot akadēmisko literatūru. Tā būtu novitāte, jo līdz šim izstrādātajos Latvijas VLA variantos šis kanāls netika izdalīts un modelēts.

4. Simulācijas, kurās šoka iegūšanai no TIMES iegūtie SEG emisiju novērtējumi fiziskās vienībās tika pārrēķināti uz naudas vienībām un pēc tam procentuālām pārmaiņām, kas tika identificētas kā šoki, iegūtie rezultāti ir visai diskutabli. No ekonomikas teorijas viedokļa tie sakrīta ar gaidīto – tika iegūts šoka rezultātā samazinājies ekonomiskās aktivitātes līmenis (kritums reālā IKP), ko varētu izskaidrot ar kritumu ražošanas faktoru lietojumā, ko, savukārt, izsauc samazinājums kapitāla apjomā, tomēr; redzot šoka ietekmes apjomu, ir skaidrs, ka precīzāk jādefinē kanāli, caur kuriem šoks tiek pārnesti modelī un jāizvērtē īstermiņa un ilgtermiņa šoka izmēri.

5. Neapmierinoši dažu simulāciju rezultāti liecina par nepieciešamību ieviest precīzākus katra scenārija definīciju no ekonomikas teorijas pozīcijām, kas jau ir uzsākts, bet ne visos NEKP

punktos. Jāturpina sadarbībā ar enerģētikas speciālistiem no RTU pilnveidot enerģētikas politikas scenāriju ekonomiskos aprakstus. Tas ir nepieciešams, lai varētu pamatot šoka instrumentu izvēli.

6. Partneru izstrādātajiem scenārijiem atbilstošās simulācijas vēl nav līdz galam izstrādātas. Tiek meklēts īstais risinājums problēmai, ka VLA nav laika dimensijas, ko iepriekš bija paredzēts atrisināt, sagaidot 2016. gada IO tabulu un, papildinot līdzšinējo versiju ar papildus informāciju, izveidojot rekursīvu VLA modeli. Ja to izdosies atrisināt ar daļēju informāciju – izmantojot piedāvājuma un izlietojuma tabulas produkts  $\times$  nozare griezumā, tad ar vairākkārtēju iterāciju palīdzību arī VLA modeļa rezultātus varēs datēt ar gada skaitļiem, sniedzot prognozi konkrētam gadam.

7. Atskaitē sniegtais ieskats simulāciju procesā ir kā apstiprinājums, ka pēc savas struktūras un detalizācijas pakāpes Latvijas VLA modelis ir atbilstošs projekta mērķim. Izpildītāju zināšanas un prasmes darbā ar GEMPACK ir pietiekamas, lai veiktu pilnveidojumus, ja tie ir nepieciešami labākas sasaistes ar TIMES modeli nodrošināšanai.

**Tuvākā nākotnē veicamie pasākumi:**

- 1) jauno datu par SEG emisijām ieviešana Latvijas VLA modelī, kā arī modeļa vienādojumu pielāgošana sakarību definēšanai starp iesaistītajiem mainīgajiem.
- 2) Iespējami ātra pārveidotā modeļa kalibrācija un validācija.
- 3) Scenārijiem atbilstošo CMF failu ar simulācijām izveide. Simulāciju veikšana, efektu novērtēšanas procesā nodrošinot abu modeļu mīksto sasaisti.
- 4) Priekšlikumu sagatavošana valsts enerģētikas politikas īstenošanas rezultātu monitoringa sistēmas izstrādei atbilstoši Eiropas Savienības normatīvo aktu prasībām (Enerģētikas savienības pārvaldības regula), identificējot nepieciešamos monitoringa datus un indikatorus.
- 5) Publicēt iegūtos rezultātus *Scopus* vai *Web of Science* indeksētā žurnālā.

## Papildinājums literatūras sarakstā

Papildus iepriekšējam literatūras sarakstam klāt nākuši avoti par SEG emisiju modelēšanu GEMPACK:

Adams, P.D., Parmenter, B.R., Verikios, G., (2013). An Emissions Trading Scheme for Australia: National and Regional Impacts. Saite: <https://www.copsmodels.com/ftp/workpapr/g-243.pdf>

Adams, P.D. and B.R. Parmenter (2013), "Computable general equilibrium modeling of environmental issues in Australia: economic impacts of an emissions trading scheme", in Dixon, P.B. and D.W. Jorgenson (eds.), Handbook of Computable General Equilibrium Modeling, vol. 1A, 1st edition, NorthHolland, Amsterdam, pp. 553-657.

Bye, B., Taran, F., Orvika, R., (2015) Residential energy efficiency and European carbon policies: A CGE-analysis with bottom-up information on energy efficiency technologies, ZBW, Discussion Papers, No. 817

Mastrandrea, M.D., (2010), "Representation of climate impacts in integrated assessment models", in Assessing the Benefits of Avoided Climate Change: Cost-Benefit Analysis and Beyond, Gullede, J., L. J. Richardson, L. Adkins and S. Seidel (eds.), Proceedings of Workshop on Assessing the Benefits of Avoided Climate Change, Washington, DC, March 16-17, 2009, Pew Center on Global Climate Change: Arlington, VA, pp. 87-101. Saite: <http://www.pewclimate.org/events/2009/benefitsworkshop>



## 5. PIELIKUMI

### 1. pielikums: Latvijas VLA modeļa datubāzes struktūra un apzīmējumi

#### Apzīmējums

1	Nozares	COM	Preču skaits
2	Investori	IND	Nozaru skaits
3	Mājsaimniecības	SRC	izcelsme=2: vietējie, importa
4	Eksports	OCC	Profesijas (netiek izdalītas sīkāk)
5	Valdība	MAR	Preču skaits, ko izmanto kā starppatēriņu
6	Krājumi		
0	Visi lietotāji		

	Virsraksts	Nosaukums	Koeficienti	Dimensijas
1	1BAS	Starppatēriņš, bāzes cenas	V1BAS	COM*SRC*IND
2	2BAS	Investīcijas, bāzes cenas	V2BAS	COM*SRC*IND
3	3BAS	Mājsaimniecības, bāzes cenas	V3BAS	COM*SRC
4	4BAS	Eksports, bāzes cenas	V4BAS	COM
5	5BAS	Valdības izdevumi, bāzes cenas	V5BAS	COM*SRC
6	6BAS	Krājumu izmaiņas	V6BAS	COM*SRC
7	1TAX	Starppatēriņa nodokļi	V1TAX	COM*SRC*IND
8	2TAX	Investīciju nodokļi	V2TAX	COM*SRC*IND
9	3TAX	Mājsaimniecību nodokļi	V3TAX	COM*SRC
10	4TAX	Eksporta nodokļi	V4TAX	COM
11	5TAX	Valdības nodokļi	V5TAX	COM*SRC
12	1LAB	Darbaspēks	V1LAB	IND*OCC
13	1CAP	Kapitāls	V1CAP	IND
14	1LND	Zeme	V1LND	IND
15	1PTX	Ražošanas nodokļi	V1PTX	IND
16	1OCT	Citas izmaksas	V1OCT	IND
17	0TAR	Tarifu ieņēmumi	V0TAR	COM
18	SLAB	Darbaspēka elastība Sigma	SIGMA1LAB	IND
19	P028	Primāro ražošanas faktoru elastība Sigma	SIGMA1PRIM	IND
20	P021	Friša parametri	FRISCH	1
21	1ARM	Starppatēriņa Armingtona elastība	SIGMA1	COM
22	2ARM	Investīciju Armingtona elastība	SIGMA2	COM
23	3ARM	Mājsaimniecību Armingtona elastība	SIGMA3	COM
24	SCET	Izlaides SIGMA	SIGMA1OUT	IND
25	MAKE	Multiproduktu Matrica	MAKE	COM*IND
26	XPEL	Izdevumu elastības	EPS	COM
27	ITEX	Elastība atsevišķām eksporta precēm	IsIndivExp	COM
28	P018	Individuāla eksporta elastība	EXP_ELAST	COM
29	EXNT	Apvienotā eksporta elastība	EXP_ELAST_NT	1

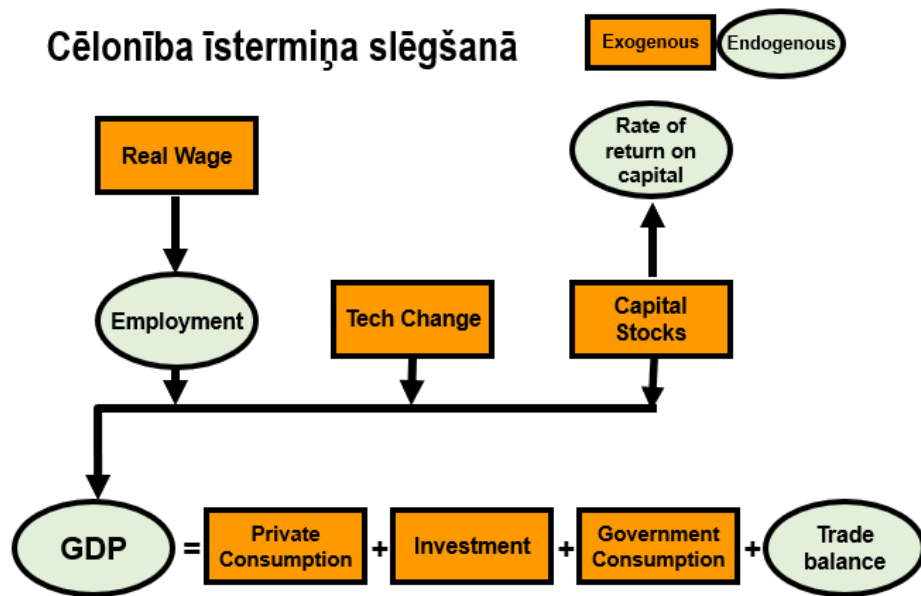
## 2. pielikums: Sintakse šoku definēšanas komandfailā

COEFFICIENT	Visi koeficienti ar lielajiem burtiem
variable	Visi mainīgie ar mazajiem burtiem
<b>bas</b>	basic prices
<b>mar</b>	margins
<b>tax</b>	indirect taxes
<b>pur</b>	at purchasers' prices
<b>imp</b>	imports (duty paid)
<b>cap</b>	capital
<b>lab</b>	labour
<b>lnd</b>	land
<b>prim</b>	all primary factors
<b>tot</b>	total inputs for a user
<b>V</b>	levels value
<b>p</b>	% price
<b>x</b>	% quantity
<b>del</b>	ord.change
<b>1</b>	intermediate
<b>2</b>	investment
<b>3</b>	households
<b>4</b>	exports
<b>5</b>	government
<b>6</b>	inventories
<b>0</b>	all users

Piemēram:

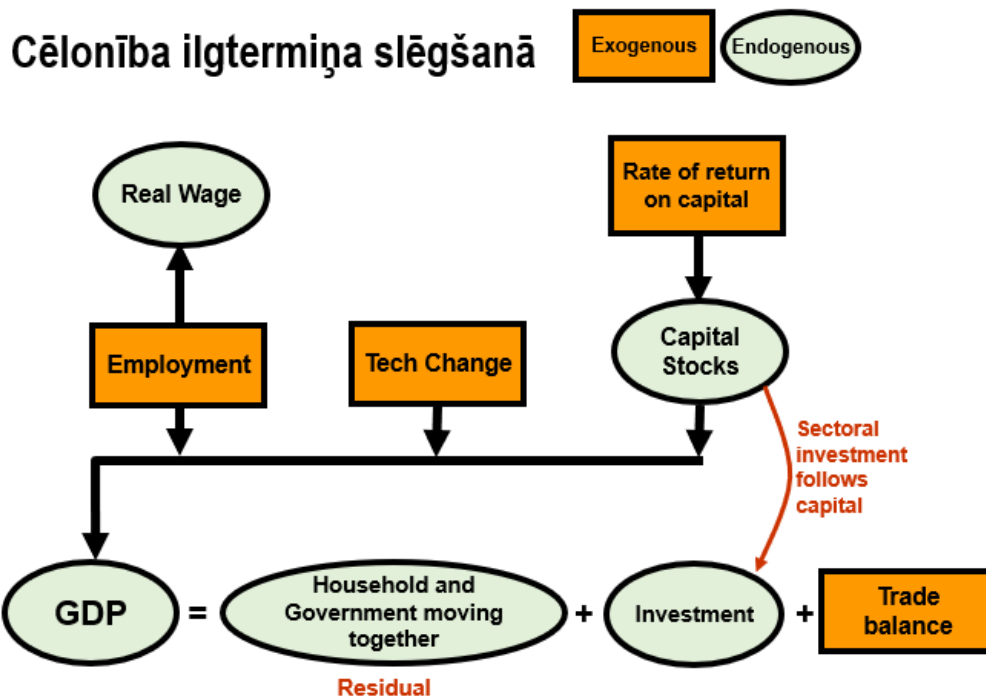
V2TAX(c, s, i)
p1lab_o(i)
x3mar(c,s,m)

### 3. pielikums: Īstermiņa šokam atbilstoša modeļa noslēgšana



Avots: ORANI18 helpfile

#### 4. pielikums: Ilgtermiņa šokam atbilstoša modeļa noslēgšana



Avots: ORANI18 helpfile

## 5. pielikums. Ilustratīvās simulācijas komandu fails

*! Test 1 Simulation: Command file for ORANIG model: short-run closure*

**check-on-read elements** = warn; *! very often needed*  
**cpu=yes** ; *! (Optional) Reports CPU times for various stages*  
**log file** = yes; *! Optional*  
**auxiliary files** = oranig; *! needed by GEMSIM*

*! Solution method*

**method** = euler ;  
**steps** = 3 4 5;  
*!method = johansen; ! alternative to above*

*! Data and summary file*

**file basedata** = LV23.har ;  
**updated file basedata** = <cmf>.upd;  
**file summary** = summary.har;

*! Closure*

*! Exogenous variables constraining real GDP from the supply side*

**exogenous** x1cap *! all sectoral capital*  
a1cap a1lab\_o a1lnd  
a1prim a1tot a2tot *! all technological change*  
realwage ; *! Average real wage*

*! Exogenous settings of real GDP from the expenditure side*

**exogenous** x3tot *! real private consumption expenditure*  
x2tot\_i *! real investment expenditure*  
x5tot *! real government expenditure on goods*  
delx6 ; *! real demands for inventories by commodity*

*! The demand curves of exports are fixed in both quantity and price axes*

**exogenous** f4p f4q *! individual exports*  
f4p\_ntrad f4q\_ntrad ; *! collective exports*

*! Exogenous foreign prices of imports ;*

**exogenous** pf0cif ;

*! All tax rates are exogenous*

**exogenous** delPTXRATE f0tax\_s f1tax\_csi f2tax\_csi f3tax\_cs f5tax\_cs t0imp  
f4tax\_trad f4tax\_ntrad f1oct ;

*! distribution of government demands !*

**exogenous** f5 ;

*! The nominal exchange rate is the numeraire*

**exogenous** phi ;

*! Number of households and their consumption preferences are exogenous*  
**exogenous**  $q$   $a3_s$  ;

**exogenous**  $capslack$ ; *! switch off aggregate capital constraint !*

*! Distribution of investment between industries*

**xSet**  $EXOGINV$  # 'exogenous' investment industries #

**xSubset**  $EXOGINV$  is subset of  $IND$ ;

**xSet**  $ENDOGINV$  # 'endogenous' investment industries # =  $IND - EXOGINV$ ;

**exogenous**  $finv1(ENDOGINV)$ ; *! investment linked to profits*

**exogenous**  $finv2(EXOGINV)$ ; *! investment follows aggregate investment*

**rest** endogenous ;

**verbal description** = Reduced output in RI: hotel+cafe: DPSV shortrun closure;

**shock**  $x1tot("Hotel_Cafe") = -30$ ;