



LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
**BIZNESĀ, VADĪBAS  
UN EKONOMIKAS  
FAKULTĀTE**

**LV PEAK**  
LATVIJAS UNIVERSITĀTES DOMNĪCA

## Projekts

**“Klimata mērķu ekonomiskās ietekmes modelēšana un analīze”**

**Saskaņā ar 2021. gada 27. augusta līgumu par finansējumu valsts pārvaldes  
uzdevuma izpildes nodrošināšanu Nr.5.2-17.2/2021/4**

## **GALA ZIŅOJUMS**

Projekta vadītāja: Inna Šteinbuka

Rīga, 2023. gada decembris

Šis Nodevums ietver pārskatu par līguma par finansējumu valsts pārvaldes uzdevuma izpildes nodrošināšanai veiktajām aktivitātēm un sasniegtiem rezultātiem darba uzdevumu 4.1.1. līdz 4.3.8. izpildē līguma izpildes laikā.

Atbilstoši Līgumam, Latvijas Universitātei (LU) ir izstrādāts Vispārējā līdzsvara modelis (VLA), kurš tapis sadarbībā ar uzņēmuma E3 Modelling (E3M) pētniekiem Eiropas Komisijas (EK) tehniskās palīdzības projekta ietvaros. VLA modelis ir datorsimulācija (GAMS datorprogrammā), kas ar vienādojumu sistēmu raksturo visu tautsaimniecības nozaru mijiedarbību. VLA modelis ir instruments, kas ļauj novērtēt enerģētikas un klimata politikas pasākumu ietekmi uz makroekonomiskajiem rādītājiem tautsaimniecības nozaru dalījumā (tajā skaitā uz nozarēm, kas nav tieši saistītas ar enerģētiku), kā arī uz sociālekonomiskajiem rādītājiem.

LU pētnieki šī Līguma ietvaros praktiski aprobēja VLA modeli trīs politikas scenārijos - oglekļa dioksīda nodokļa celšana, publiskās investīcijas ēku siltināšanā, akcīzes nodokļa pieaugums degvielai. VLA modelis ļauj saprast, vai šādu un tamlīdzīgu politikas iniciatīvu rezultātā palielināsies iekšzemes kopprodukts (nozaru dalījumā), privātais patēriņš un eksports; kā tās ietekmēs darba tirgu (par cik palielināsies nodarbināto skaits un samazināsies bezdarba līmenis), cik lielā mērā pieaugs algas un budžeta ieņēmumi. Ietekmes scenāriju iegūšanai visām politikas iniciatīvām jābūt definētām kvantitatīvi. Piemēram, oglekļa nodokļa ietekmes izvērtējumam vispirms jādefinē tieši cik liels oglekļa nodoklis un kad tiks noteikts kurai nozarei.

Kā jebkuram citam modelim, VLA ir savi ierobežojumi. Piemēram, tam labi padodas politikas iniciatīvu (eksogēno šoku) ietekmes izvērtējums uz makroekonomiskajiem rādītājiem, bet tas nav piemērots makroekonomisko rādītāju prognozēšanai (prognozes bāzes scenāriju izstrādei). Tas nav piemērots arī ekonometriskiem novērtējumiem (pat VLA modeli izmantotas parametru vērtības [elastības] tiek noteiktas ārpus VLA modeļa). VLA modelis neņem vērā nelabvēlīgo klimata pārmaiņu (globālā sasilšana, dabas katastrofas, ekstrēmāki laikapstākļi) ietekmi uz ekonomiku. Tas arī nemodelē mazāka vides piesārņojuma pozitīvu ietekmi uz iedzīvotāju veselību, kas varētu paaugstināt produktivitāti. VLA modelis arī nespēj atbildēt kādi klimata politikas pasākumi ir vajadzīgi, lai sasniegtu klimata neitralitātes mērķus – šādus politikas pasākumus ekonomikas mērvienībās jādefinē analītiski vai izmantojot enerģētikas modeli. Lai arī VLA modeļa pašreizējā versija ļauj novērtēt arī standarta (ne-enerģētikas) politikas pārmaiņu ietekmi (piemēram, pievienotās vērtības nodokļa likmes pārmaiņas ietekmi), šī ietekme tiks novērtēta ar mazāku detalizāciju nekā to spētu izdarīt speciāli šim nolūkam izstrādāts VLA modelis (ar mērķi novērtēt tieši nodokļu politikas ietekmi uz ekonomiku).

Zinātniskajā literatūrā ir skaidri minēts, ka VLA modeļi nespēj tikt galā ar detalizētu enerģētikas sektora struktūru un nevar skaidri attēlot enerģijas piedāvājumu vai tehnoloģijas. Šī iemesla dēļ ļoti būtiska ir VLA modeļa savienošana ar energosistēmas modeli (piemēram, TIMES). Piemēram, ja tiktu izmantots tikai VLA modelis, tad energosistēmas pielāgošanās process var būt nenovērtēts (jo modeli trūkst daudzu energosistēmas tehnisko detaļu), vai arī pārvērtēts (jo Latvijas enerģētikas sistēmā nav pārstāvētas visas pieejamās tehnoloģijas). Tā, Latvijas VLA modelis nespēj novērtēt kā jauno tehnoloģiju ieviešana mainīs pieprasījumu pēc enerģijas, kā enerģijas pieprasījuma svārstības maina enerģijas ieguves struktūru vai kā enerģijas piegādātāju konkurence un starpsavienojumi var mainīt energoresursu cenas.

E3M eksperti izveidoja VLA un TIMES (RTU) modeļu sasaistes mehānismu, kas paredz vispirms VLA modeļa izlaidi attiecībā uz iekšzemes kopproduktu, mājsaimniecības patēriņu un ražošanu nozaru dalījumā iedot TIMES modelim; tālāk TIMES modeļa izlaidi par enerģijas ieguves struktūru, investīcijām un energoresursu cenām iedot VLA modelim, uz kā pamata VLA modelis precizēs savu izlaidi. Taču praktiskā sasaiste starp abiem modeļiem EK tehniskās palīdzības programmas ietvaros netika pabeigta, kā arī modeļi

netika izmantoti reālo politikas iniciatīvu ietekmes izvērtēšanai un scenāriju veidošanai. Tāpēc šo darbu veica LU pētnieki jau pēc EK tehniskās palīdzības programmas beigām - 2023. gadā.

---

Līguma 4.1.2 - 4.1.6. punkti:

*Enerģētikas, vides un vispārējā līdzsvara modeļu (CGE) kopīgās izmantošanas izvērtējums klimata un enerģētikas politikas analizē;*

*Enerģētikas un klimata modeļa TIMES un CGE modeļu netiešās savienošanas (“soft linking”) iespēju izvērtējums, ārvalstu pieredzes izpēte un labas prakses piemērošana Latvijas vajadzībām, sadarbībā ar Fizikālās enerģētikas institūtu –FEI);*

*Makroekonomisko un sociālekonomisko rādītāju saraksta izveide, kurus var ietekmēt enerģētikas politikas iniciatīvas; modeļu iespēju un ierobežojumu novērtējums, modelējot ekonomisko ietekmi;*

*Modelēšanai nepieciešamo datu pieejamības analīze; ja nepieciešams, priekšlikumu izstrāde statistikas pilnveidošanai, kā arī alternatīvu datu ieguves metožu izstrāde (sadarbībā ar FEI);*

*Koncepta izstrāde par siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju ietveršanu CGE modelī;*

Latvijas Universitāte saskaņā ar līgumu ir izstrādājusi pētījumu [“Latvijas VLA modeļa pilnveides mehānismi, lai Latvijas gadījumam nodrošinātu starptautiski konkurētspējīgu vispārējā līdzsvara modeli klimata politikas ietekmes uz tautsaimniecību novērtēšanai un tās efektīvu sasaisti ar FEI TIMES modeli”](#).

Šis pētījums ietver projekta “Klimata mērķu ekonomiskās ietekmes modelēšana un analīze” Latvijas Universitātes Produktivitātes zinātniskā institūta “LU domnīca LV PEAK” modelēšanas komandas rezultātus kopš projekta sākuma 2021. gada septembra vidū līdz 2021. gada decembrim. Pētījuma mērķis – definēt Latvijas VLA modeļa pilnveides mehānismus, lai Latvijas gadījumam nodrošinātu starptautiski konkurētspējīgu vispārējā līdzsvara modeli klimata politikas ietekmes uz tautsaimniecību novērtēšanai un tās efektīvu sasaisti ar FEI īpašumā esošo TIMES/MARKAL modeli. Pamatojoties uz zinātnisko literatūru, tika izpētīta ārvalstu pieredze dažādu veidu CGE modeļu (statisko, dinamiski – rekursīvo un pilnībā dinamisko) priekšrocības un ierobežojumi, kā arī labas prakses piemērošanas iespējas Latvijas gadījumam. Tika izstrādāts koncepts par siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju ietveršanu CGE modelī, kā arī veikta CGE – TIMES modeļu netiešās sasaistes (“soft linking”) priekšrocības un ierobežojumu izvērtējums, salīdzinot ar citām sasaistes metodēm (“hard linking” un “hybrid linking”). Pēc LU vecās CGE modeļa versijas audita, sadarbībā ar FEI tika veikta modelēšanai nepieciešamo datu pieejamības analīze, izstrādājot priekšlikumus statistikas pilnveidošanai un piedāvājot alternatīvās datu ieguves metodes.

Pirmajā nodaļā, pamatojoties uz zinātnisko literatūru, tiek veikta dažādu modeļu veidu klasifikācija un raksturojums. Tiek izpētīta ārvalstu pieredze attiecībā uz dažāda veida VLA modeļu (statisko, dinamiski – rekursīvo un pilnībā dinamisko) priekšrocībām un ierobežojumiem. Tiek veikta VLA – TIMES modeļu mīkstās sasaistes (“soft linking”) priekšrocības un ierobežojumu izvērtējums, salīdzinot ar citām sasaistes metodēm (cieto sasaisti un hibrīdmodeļa izveidi), ņemot vērā sasaistes iterāciju konverģences un apstāšanās kritērijus. Tiek analizēti labās prakses piemēri attiecībā uz VLA – TIMES modeļu mīksto sasaisti un siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju ietveršanu VLA modelī, pamatojoties uz zinātnisko literatūru par līdzīgiem modeļiem Zviedrijā, Dānijā, Norvēģijā, Portugālē un Ķīnā.

Otrajā nodaļā tiek veikts vecā Latvijas VLA modeļa audits (veco VLA modeli izstrādāja LU pētnieki valsts pētījumu programmas projekta “Enerģētikas un klimata modelēšana virzībā uz oglekļa neitralitāti” ietvaros), salīdzinot Latvijas VLA modeļa nozaru struktūru un parametru vērtības ar Austrālijas VLA modeļa prototipu ORANI-G. Tiek kritiski analizēts CO2 nodokļa ieviešanas princips pašreizējā Latvijas VLA modelī, kā arī analizēta Latvijas VLA modelim nepieciešamo datu pieejamība. Balstoties uz pirmajā nodaļā veikto zinātniskās literatūrās labākās prakses analīzi un otrajā nodaļā veikto pašreizējā Latvijas VLA modeļa auditu, trešajā nodaļā tika izstrādāta ceļa karte jaunā Latvijas VLA modeļa izveidei (kas arī tika darīts šī Līguma ietvaros).

Līguma 4.1.1. un 4.1.7. punkti:

***Latvijas makroekonomiskās attīstības scenāriju un prognožu novērtējums, lai izvērtētu Eiropas Komisijas pārskatīto energoefektivitātes un atjaunoto energoresursu direktīvu ietekmi;***

***Priekšlikumu izstrāde Covid - 19 krīzes un ekonomikas atveseļošanas pasākumu (tajā skaitā Latvijas Attīstības un noturības mehānisma programmas) modelēšanai, izmantojot citu valstu labāko praksi;***

Latvijas Universitāte saskaņā ar līgumu ir izstrādājusi pētījumu “[Latvijas makroekonomiskās attīstības scenāriju un prognožu novērtējums, lai izvērtētu Eiropas Komisijas pārskatīto energoefektivitātes un atjaunoto energoresursu direktīvu ietekmi](#)”. Latvijas makroekonomiskās attīstības scenāriju un prognožu novērtējuma izstrādes mērķis - balstoties uz globālās attīstības tendenču (Covid-19 pandēmijas radītās pārmaiņas, globālās tehnoloģiju pārmaiņas, klimata pārmaiņas – Zaļais kurss un virzība uz klimatneitralitāti u.c.), Latvijas stratēģiskos politikas dokumentu un plānoto investīciju novērtējumu, kā arī, izvērtējot Latvijas demogrāfiskās attīstības tendences un ekonomikas attīstības iespējas, izstrādāt Latvijas makroekonomiskos pieņēmumus un ietekmējošos faktoros līdz 2030.gadam) un ilgtermiņa (līdz 2050.gadam) 3 attīstības scenārijiem (pesimistiskais, optimistiskais, bāzes). Pētījums iezīmē arī pasaules enerģētikas jomas attīstības scenārijus un enerģētikas politikas, identificējot pasākumus, kuriem ir ietekme uz enerģijas izmaksām, virzoties uz klimatneitralitāti.

***LU un FEI semināra rīkošana par TIMES un CGE modeļa savienošanas metodoloģiju, kā arī citiem novatoriskiem risinājumiem. Iespējama EK ekspertu piedalīšanās (Līguma 4.1.8. punkts);***

Saskaņā ar līguma uzdevumu Latvijas Universitātes sadarbībā ar Ekonomikas ministriju (EM) un Fizikālās enerģētikas institūtu (FEI) organizēja ZOOM semināru “Klimata mērķu ekonomiskās ietekmes modelēšana un analīze”, kurā tika diskutēts par Eiropas zaļā kursa īstenošanu un tā ietekmi uz Latvijas tautsaimniecību. Seminārs tika skatāms LU Biznesa, vadības un ekonomikas fakultātes (BVEF) Facebook lapā un sabiedrisko mediju portālā LSM.lv. Seminārs notika 2021. gada 10. decembrī no plkst. 9.30 – 15.00 un to moderēja LU Produktivitātes zinātniskā institūta “LU domnīca LV PEAK” direktore prof. Inna Šteinbuka. Semināru atklāja EM parlamentārā sekretāre Ilze Indriksone, Saeimas deputāts Kārlis Šadurskis un Eiropas Komisijas pārstāvniecības Latvijā vadītāja Zane Petre. Savukārt ar prezentāciju EM vārdā uzstājās Ilgtspējīgas enerģētikas politikas departamenta direktors Dr. Dmitrijs Skoruks. Semināra pirmajā daļā, kas norisinājās latviešu valodā, uzstājās LU BVEF dekāns, Latvijas Produktivitātes padomes priekšsēdētājs prof. Gundars Bērziņš, kas runāja par valsts un sabiedrības iesaisti zaļā kursa realizācijā. Savukārt par zaļā kursa izaicinājumiem Latvijas enerģētikas sektorā runāja AS “Latvenergo” padomes priekšsēdētājs Ivars Golsts. Akadēmisko vidi seminārā pārstāvēja Rīgas Stradiņa universitāte Eiropas studiju fakultātes pētniece Vineta Kleinberga, kas savā prezentācijā iezīmēja zinātnes izšķirošo lomu klimata pārmaiņu politikas veidošanā. Latvijas Lauksaimniecības Universitāti diskusijā pārstāvēja

Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes asoc. prof. un vadošais pētnieks Dr. Aleksejs Nipers, kas uzstājās ar prezentāciju “Eiropas zaļais kurss – tehniska mērķu izpilde vai jēgpilna virzība?”. Savukārt Fizikālās enerģētikas institūta direktors Dr. Gaidis Klāvs klausītājus iepazīstināja ar modelēšanas pieejas pielietošanu Eiropas Komisijas “Gatavi mērķrādītājam 55%” iniciatīvas ietekmes novērtējumam. Sociālos partnerus seminārā pārstāvēja Latvijas Darba devēju konfederācijas ģenerāldirektore, Latvijas Produktivitātes padomes locekle Līga Meņģelšone, kas runāja par klimata mērķiem un līdzsvarotu pieeju to sasniegšanā. Bet Latvijas Tirdzniecības un rūpniecības kameras valdes loceklis, Politikas daļas direktors Jānis Lielpēteris runāja par to, kā zaļais kurss izskatās no uzņēmēju perspektīvas. Semināra otrā daļa notika angļu valodā un bija veltīta klimata pārmaiņu politikas modelēšanas pieredzei. Tajā uzstājās LU Produktivitātes zinātniskā institūta “LU domnīca LV PEAK” direktora vietnieks, Latvijas Bankas Monetārās Politikas pārvaldes galvenais ekonomists Dr. Oļegs Krasnopjorovs, viņa prezentācijas temats – “Kā modelēt klimata politikas ietekmi uz tautsaimniecību: atziņas no ārvalstu pieredzes”. ES tehniskās palīdzības eksperta, konsultācijas firmas “E3 Modelling” direktora Dr. Leonidas Paroussos uzstāšanās temats bija “Klimata pārmaiņu sociāli ekonomisko seku modelēšana: CGE modelēšanas pašreizējais attīstības stāvoklis un izaicinājumi”. Savukārt Fizikālās enerģētikas institūta pētnieks Dr. Jānis Reķis runāja par enerģētikas un vides sistēmas modelēšanu, bet Rīgas Tehniskā Universitātes docents, vadošais pētnieks Dr. Dzintars Jaunzems runāja par dilemmu – “Modeļos balstītas politikas veidošana vai uz politiku balstīta modelēšana?”.

Semināra programma, dalībnieku prezentācijas un pasākuma ieraksts ir pieejams LV PEAK mājaslapā: <https://www.lvpeak.lu.lv/zinatniskie-projekti/klimata-merku-ekonomiskas-ietekmes-modelesana-un-analize/2021/>

### ***TIMES un CGE modeļu savienošanas (“soft linking”) metodoloģijas izstrāde, CGE modeļa dinamiskās versijas izveide (Līguma 4.2.1. punkts).***

Sadarbībā ar E3 Modelling (E3M) ekspertiem Eiropas Komisijas tehniskās palīdzības projekta ietvaros izstrādāta CGE modeļa rekursīvi-dinamiskā versija, kas pamatota uz Latvijas ekonomikas datiem. Izstrādātais CGE modelis ietver detalizētu tautsaimniecības nozaru struktūru ar īpaši sīku enerģētikas sektora dalījumu. Turklāt, lai varētu novērtēt enerģētikas un klimata politikas ietekmi uz Latvijas ārējo tirdzniecību, modelī ietverts arī Latvijas galveno ārējās tirdzniecības partneru atspoguļojums. Latvijas Universitātes pētnieku sagatavotais kopsavilkums un komentāri par E3M piedāvāto CGE modeļa sākotnējo versiju sniegti 1. pielikumā.

Zinātniskajā literatūrā ir skaidri minēts, ka VLA modeļi nespēj tikt galā ar detalizētu enerģētikas sektora struktūru un nevar skaidri attēlot enerģijas piedāvājumu vai tehnoloģijas. Piemēram, Latvijas VLA modelis nespēj novērtēt kā jauno tehnoloģiju ieviešana mainīs pieprasījumu pēc enerģijas, kā enerģijas pieprasījuma svārstības maina enerģijas ieguves struktūru vai kā enerģijas piegādātāju konkurence un starpsavienojumi var mainīt energoresursu cenas.

Šī iemesla dēļ ļoti būtiska ir VLA modeļa savienošana ar energosistēmas (TIMES) modeli. Vispirms VLA modeļa izlaide attiecībā uz iekšzemes kopproduktu, mājāsaimniecības patēriņu un ražošanu nozaru dalījumā tiek iedota TIMES modelim; tālāk TIMES modeļa izlaide par enerģijas ieguves struktūru, investīcijām un energoresursu cenām tiek iedota VLA modelim, uz kā pamata VLA modelis precizē savu izlaidi. Ņemot vērā, ka TIMES un CGE (VLA) modeļu savienošana netika panākta Eiropas Komisijas tehniskās palīdzības projekta ietvaros, modeļu savienošanu veica LU un FEI pētnieki 2023. gadā.

***Līdzdalības nodrošinājums Eiropas Komisijas Tehniskās palīdzības projektā “Enerģijas un klimata modelēšana un enerģētikas sistēmu integrācija Latvijā” attiecībā par ekonomisko ietekmju novērtējumu modelēšanas scenārijos; Modeļa testēšana un pielāgošana (Līguma 4.2.2. punkts).***

2022. gadā notika regulāras LU pētnieku tikšanās ar E3M un Ekonomikas Ministrijas ekspertiem (vidēji vienu reizi divās nedēļās), kā arī pēc nepieciešamības notika tehniskās tikšanās ar E3M ekspertiem par CGE modeļa funkcionēšanu GAMS vidē, kā arī atsevišķas tikšanās ar Fizikālās Enerģētikas institūta pētniekiem. Operatīvie jautājumi tika risināti regulārā e-pastu sarakstē ar E3M ekspertiem.

Tajā skaitā LU pētnieki:

- izveidoja enerģijas produktu nodokļu un subsīdiu datubāzi Latvijas gadījumam un sagatavoja šīs datubāzes aprakstu (sk. 2022. gada 2. cet. Progresā ziņojuma 2. pielikumu un 3. cet. Progresā ziņojuma 2. pielikumu). Uzdevums veikts konsultējoties ar EM, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas (VARAM) un Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) ekspertiem;
- izveidoja CGE modeļa eksogēno mainīgo sarakstu (sk. 2022. gada 1. cet. Progresā ziņojuma 1. pielikumu). Saraksts izveidots pēc E3M ekspertu pieprasījuma un lielā mērā noteica CGE modeļa funkcionalitāti (tieši šo mainīgo vērtību atšķirības noteiks scenāriju dažādību);
- sniedza komentārus par CGE modeļa sākotnējo versiju, pamatojoties uz E3M ekspertu sagatavoto dokumentu (D31\_CGEReview\_E3M\_13052022.pdf) un zinātniskās literatūras analīzi par klimata politikas instrumentu ietekmes novērtēšanu uz tautsaimniecību izmantojot CGE modeli (sk. 1. pielikumu);
- piedalījās E3M rīkotās apmācībās par CGE modeļa funkcionēšanu GAMS vidē (2022. gada 22. jūlijā) un tehniskajās tikšanās ar E3M par GAMS programmēšanu un alternatīvo scenāriju izveidi ar CGE modeli (2022. gada 12. septembrī; 4. oktobrī; 20. oktobrī; 24. novembrī);
- precizēja Latvijas makroekonomiskās un demogrāfiskās prognozes E3M ekspertu sagatavotajā CGE modeļa beta versijas bāzes scenārijā.

***Enerģijas pieprasījuma tautsaimniecības sektoros agregācijas un izmantojamo parametru harmonizēšana CGE un TIMES modeļos pielāgošana (Līguma 4.2.3. punkts).***

Tika sniegti komentāri par CGE modeļa sākotnējo versiju un saistes īpatnībām ar TIMES modeli (sk. 1. pielikumu). Izmantojamo parametru harmonizēšana CGE un TIMES modeļos 2022. gada laikā netika pabeigta TIMES modeļu kavējuma dēļ. Pašlaik (2023. gada decembrī) turpinās darbs saistībā ar datu apmaiņas procedūru (netiešo sasaiti) starp LU VLA modeli un Fizikālās Enerģētikas Institūta TIMES modeli. Darbu plānots pabeigt 2023. gadā.

***Rīku izstrāde ievades datu regulārai atjaunināšanai (ņemot vērā, ka jaunas ievades-izvades tabulas būs pieejamas 2022. gada vidū) (Līguma 4.2.4. punkts).***

Tika verificēta E3M ekspertu datubāze, kas ietver Eurostat datus Latvijas CGE modeļa vajadzībām [(1) Symmetric input-output table at basic prices; (2) Non-financial transactions; (3) Financial balance sheets; (4) Financial transactions; (5) Air emissions accounts by NACE Rev. 2 activity; (6) Final consumption expenditure of households by consumption purpose (COICOP 3 digit)]. Šis posms ir svarīgs, jo dod iespēju turpmāk atjaunot datus bez E3M ekspertu iesaistes.

Tika izveidota enerģijas produktu subsīdiu datubāze Latvijas gadījumam un sagatavots šīs datubāzes apraksts (sk. 2022. gada 2. cet. Progresā ziņojuma 2. pielikumu un 2022. gada 3. cet. Progresā ziņojuma 2.

pielikumu). Attiecīgo datubāzi no LU puses pieprasīja E3M eksperti. Uzdevums veikts konsultējoties ar EM, VARAM un RTU ekspertiem. Ar šo posmu tika pabeigts darbs attiecībā uz Latvijas datu bāzes izveidi CGE modeļa vajadzībām. Enerģijas produktu subsīdiju datubāzei ir liela nozīme arī mīkstās sasaistes nodrošināšanā ar TIMES modeli.

E3M ekspertu sagatavotajā CGE modeļa beta versijas bāzes scenārijā pēc LU ierosinājuma būtiski precizētas Latvijas makroekonomiskās un demogrāfiskās prognozes. Sākotnēji E3M izmantoja Eiropas Komisijas ilgtermiņa prognozes, kas, LU ieskatā, Latvijas un Lietuvas gadījumā ir nereāli pesimistiskas. Tāpēc tika nolemts Latvijas ilgtermiņa prognozes balstīt uz Ekonomikas ministrijas Analītikas dienesta materiāliem un LU ekspertu viedokli.

#### ***Modeļa izmantojamības pilnveidošana no lietotāja puses (Līguma 4.2.5. punkts).***

Vairākās tehniskajās tikšanās ar E3M ekspertiem par GAMS programmēšanu un alternatīvo klimata un enerģētikas politikas scenāriju izveidi (t. sk. 2022. gada 12. septembrī; 4. oktobrī; 20. oktobrī; 24. novembrī) tika testēta un analizēta CGE modeļa spēja novērtēt dažādu šoku ietekmi uz Latvijas ekonomikas rādītājiem; notika arī diskusija par iegūto rezultātu interpretāciju. Secināts, ka CGE modelis spēj reālistiski modelēt dažādu šoku ietekmi uz tautsaimniecību.

Tika sniegti komentāri par CGE modeļa alpha versiju, pamatojoties uz E3M sagatavoto dokumentu (D31\_CGEReview\_E3M\_13052022.pdf) un zinātniskās literatūras analīzi par klimata politikas instrumentu ietekmes novērtēšanu uz tautsaimniecību izmantojot CGE modeli (sk. 2022. gada 2.cet. Progresā ziņojuma 1. pielikumu).

Tika izveidots CGE modeļa eksogēno mainīgo saraksts (sk. 2022. gada 1. cet. Progresā ziņojuma 1. pielikumu). Saraksts izveidots pēc E3M ekspertu pieprasījuma un lielā mērā noteica CGE modeļa funkcionalitāti (tieši šo mainīgo vērtību atšķirības noteiks scenāriju dažādību).

E3M ekspertu sagatavotajā CGE modeļa beta versijas bāzes scenārijā pēc LU ierosinājuma būtiski precizētas Latvijas makroekonomiskās un demogrāfiskās prognozes. Sākotnēji E3M izmantoja Eiropas Komisijas ilgtermiņa prognozes, kas, LU ieskatā, Latvijas un Lietuvas gadījumā ir nereāli pesimistiskas. Tāpēc tika nolemts Latvijas ilgtermiņa prognozes balstīt uz Ekonomikas ministrijas Analītikas dienesta materiāliem un LU ekspertu viedokli.

#### ***Scenāriju modelēšanas tehniskā rīka izstrāde (Līguma 4.2.6. punkts).***

Tehniskajās sanāksmēs ar E3M ekspertiem par CGE modeļa funkcionēšanu GAMS vidē 2022. gada 12. septembrī, 4. oktobrī un 24. novembrī tika veiksmīgi aprobēti scenāriju modelēšanas tehniskie rīki.

Izveidots CGE modeļa eksogēno mainīgo saraksts (sk. 2022. gada 1. cet. Progresā ziņojuma 1. pielikumu). Saraksts izveidots pēc E3M ekspertu pieprasījuma un lielā mērā noteica CGE modeļa funkcionalitāti (tieši šo mainīgo vērtību atšķirības noteiks scenāriju dažādību).

Izveidota CGE modeļa alpha versijas palaišanas rokasgrāmata Gams vidē (2022. gada 2. cet. Progresā ziņojuma 3. pielikumā ievietota LU modelēšanas komandas (2022. gada 27. maija) prezentācija EM darbiniekiem par praktisko darbu ar Gams saistībā ar CGE modeļa sākotnējo versiju).

Līguma 4.2.7.; 4.2.8.; 4.2.10.; 4.2.11. punkti:

***Mērķa scenārija izstrāde, ņemot vērā pašreizējo politiku, kā arī klimata neitralitātes mērķus 2030. un 2050. gadam;***

***Covid-19 krīzes un ekonomiskās atveseļošanās pasākumu modelēšana, to ietekmes izvērtējums uz siltumnīcas efektu izraisīto gāzu emisiju;***

***Scenāriju izstrāde un modelēšana atbilstoši dažādiem starptautiskajos līgumos un normatīvajos aktos noteiktajiem ziņošanas mērķiem un formātiem;***

***Izstrādāt nepieciešamos datus mērķa scenārijam Nacionālā Enerģētikas un klimata plāna 2030 (NEKP2030) atjaunināšanas sākotnējam projektam;***

Balstoties uz loģiski konstruktīvo metodi (u.c.), ņemot par pamatu zinātnisko un specializēto literatūru, citu valstu pieredzi, kā arī Latvijas ekspertu aptauju, ir izstrādāts enerģētikas sektora klimata neitralitātes mērķa scenārijs (aprakstošs) 2050.gadam, identificējot tā sasniegšanas galvenos izaicinājumus. Tāpat tika sniegts izvērtējums par to, cik lielā mērā Covid-19 pandēmija un Krievijas agresija Ukrainā ietekmē kopējo virzību uz klimatneitralitātes mērķu sasniegšanu. (sk. 2022. gada Nodevumu "[LATVIJAS ATTĪSTĪBAS SCENĀRIJI UN ENERĢĒTIKAS SEKTORA KLIMATA NEITRALITĀTES MĒRĶA SCENĀRIJS \(APRAKSTOŠS\) 2050.GADAM](#)").

Ir precizēti 2021.gada nodevumā izstrādātie makroekonomiskās attīstības pamatpieņēmumi un scenāriji, ņemot vērā Covid-19 pandēmijas un Krievijas agresijas Ukrainā ietekmi uz ekonomisko attīstību un enerģētikas sektoru. Ir novērtēti ekonomiskās attīstības galvenie riski un izaicinājumi bāzes (mērķa) scenārija īstenošanai.

Pētījumā secināts, ka Covid-19 pandēmija un Krievijas agresija Ukrainā būtiski ir ietekmējusi ekonomisko attīstību, samazinot izaugsmi un izjaucot izejvielu piegādes ķēdes. Abu šo notikumu sekas būs jūtamas ne tikai vidējā, bet arī ilgtermiņa perspektīvā gan uz investīcijām, gan uz nozaru attīstību.

Pētījuma ietvaros ir modelēti 3 Latvijas ekonomikas attīstības scenāriji – bāzes, optimistiskais jeb straujākas izaugsmes, kā arī pesimistiskais izaugsmes scenārijs. Vērtēta katra attīstības scenārija ietekme uz nozaru attīstības tendencēm un strukturālajām izmaiņām. Bāzes scenārijs paredz, ka pēc Covid-19 un Krievijas kara Ukrainā radītajiem satricinājumiem, vidējā termiņā Latvijas ekonomikas izaugsme atgriežas pie iepriekšējās desmitgades (2011.-2019. gads) izaugsmes trenda. Optimistiskais scenārijs paredz straujāku ekonomikas attīstību, ko veicina ekonomikas transformācija, kur nozīmīga loma izaugsmē ir produktivitātes līmeņa kāpumam. Savukārt pesimistiskā attīstības scenārija pamatā ir Eiropas Komisijas izstrādātais 2020. gada references scenārijs.

Kopumā aprēķini parāda ka jaunāko tehnoloģiju ieviešana, jaunu produktu un pakalpojumu attīstīšana, kā arī digitālo risinājumu plašāka izmantošana un procesu efektivitātes uzlabošana rada būtisku ietekmi uz straujāku nozaru un visas tautsaimniecības izaugsmi. Produktivitātei visos attīstības scenārijos ir lielākais devums izaugsmē. Tomēr, nozīmīgs faktors straujākas izaugsmes nodrošināšanā ir arī darbaspēka pieejamības problēmas risinājumiem. Ieguldījumiem cilvēkkapitālā ir ļoti liela nozīme. Kritiski svarīgi ir nodrošināt augošās un produktīvās nozares ar darbaspēku, kas nozīmē, ka ir jāpārskata līdzšinējās pieaugušo izglītības programmas un jāveicina darbaspēka pārplūde no mazāk produktīviem sektoriem uz produktīvām nozarēm.



Minētie scenāriji būs pamats (ieejas nosacījumi) tālākam darbam līguma ietvaros, lai noteiktu identificēto ekonomikas un klimata mērķu sasniegšanas ekonomisko ietekmi dažādu hipotēžu ietvaros, izmantojot enerģētikas un klimata TIMES un CGE modeļus.

Pētījuma ietvaros tika raksturots klimatneitralitātes koncepts un tā ieviešanas gaita ES, izpētīta situācija un galvenie izaicinājumi, t.sk. Covid-19 pandēmijas un Ukrainas kara ietekme, Latvijas virzība uz klimatneitralitāti un, balstoties uz loģiski konstruktīvo metodi (u.c.), ņemot par pamatu zinātnisko un specializēto literatūru, citu valstu pieredzi, kā arī Latvijas ekspertu aptauju, tika aprakstīts enerģētikas sektora klimata neitralitātes mērķa scenārijs un tā īstenošanas alternatīvas un riski.

Pētījuma rezultātā secināts, ka veidojot efektīvu valsts enerģētikas politiku liels izaicinājums ir panākt ne reti savstarpēji konfliktējošo enerģētikas trilemmas dimensiju - drošums, ilgtspēja, pieejamība - optimālu līdzsvaru, jo nesabalansēto politikas mērķu uzstādīšana, orientējoties tikai uz vienas dimensijas prioritāti, ir saistīta ar augstiem riskiem nākotnē. Šobrīd pasaule cieš no globāliem satricinājumiem, ko izraisījuši vairāku krīžu konverģence: klimata pārmaiņas, Covid-19 pandēmija un 2022.gada 24.februārī Krievijas uzsāktais karš Ukrainā. Investīcijas enerģijas avotu dažādošanā tiek uzskatītas par prioritāti, risinot energoapgādes drošības un pieejamības izaicinājumus. Pasaules enerģētikas eksperti uzskata, ka, ņemot vērā esošās krīzes, situācija pasaulē varētu stabilizēties, periodā līdz 5 gadiem.

Virzoties uz ilgtspējīgu enerģijas portfeli, pastāv dažādas iespējas, ar kādām tehnoloģijām sasniegt vēlamu rezultātu. Attiecīgi, izmantojot dažādas tehnoloģiju kombinācijas, veidojas atšķirīgi enerģijas portfeļu scenāriji. Ilgtspējīga enerģijas portfeļa veidošanā svarīgi ne tik daudz fokusēties uz konkrētu tehnoloģiju izvēli, bet uz piegāžu ķēdēm un cilvēkresursiem. Veidojot ilgtspējīgu mērķa enerģijas portfeļa scenāriju ar maksimālo pievienoto vērtību visai tautsaimniecībai, būtu jāievēro šādi pamata principi: maksimāla enerģētikas sistēmas dalībnieku iesaiste un rīcības saskaņotība, attiecīgi mazinot izmaksas; sistēmas izturētspēja un atkarības mazināšana; maksimāli iespējamais ekonomiskais piensums. Vienlaikus jāatzīmē, ka bezdarbības izmaksas varētu būt krietni augstākas nekā darbības izmaksas, neskatoties uz to, ka tās ir grūtāk gan apzināt, gan arī izteikt finansiālā izteiksmē.

Pāreju uz klimatneitralitāti ir iespējams paātrināt, identificējot iesaistīto pušu interešu konfliktus un salāgojot to savstarpējās intereses, sadarboties caur finanšu instrumentiem, kā arī operējot ar uzskatāmiem datiem, ko nodrošina digitalizācijas iespējas. Politikas veidotājiem būtiski nodrošināt stabilu tiesisko ietvaru un palīdzēt enerģētikas sistēmas dalībniekiem saprast, kādus lēmumus par rīcību tiem būtu jāpieņem, lai tie saskan ar politikas mērķiem. Valstīm, meklējot iespējas mazināt atkarību no šobrīd dominējošajiem piegādātājiem, maksimāli jāizmanto vietējie resursi visos vērtības rašanas posmos, tādejādi stabilizējot piegāžu ķēdes. Tāpat ir jāņem vērā, ka AER tehnoloģiju plašāka izmantošana prasa valstī uzturēt arī lielākas bāzes jaudas.

Vērtējot ekonomisko piensumu, būtiski ņemt vērā ne tikai valsts ieņēmumus un izmaksas no izvēlēto tehnoloģiju plašākas izmantošanas, bet arī citu saistītu jomu ekonomiskos blakus efektus. Būtu jāņem vērā arī darbaspēka iesaisti gan attīstības posmā, gan vēlāk, attiecīgo tehnoloģiju uzturot. Lai rastu ilgtspējīgu risinājumu, klimatneitralitāte nedrīkst būt kā pašmērķis, bet kā viens no labi sabalansētās enerģētikas trilemmas elementiem.

Izvērtējot alternatīvo risinājumu scenārijus, kuri varētu veidot nākotnes enerģētikas portfeli, lai pamatotu valstij optimālo izvēli, būtu nepieciešams veikt potenciālās atkarības testu un potenciālā ekonomiskā snieguma testu. Tie palīdzētu identificēt ne tikai tiešos riskus un potenciālos ieguvumus enerģētikas un saistītajās jomās dažādos gala pakalpojuma vērtības veidošanas posmos, bet arī iezīmētu attiecīgo pārmaiņu ietekmi uz ekonomiku plašākā izpausmē.

Izpētes ietvaros tika izmantota ekspertaptaujas metode, lai noskaidrotu Latvijas vadošo ekspertu viedokli par iespējamo klimatneitralitātes mērķa scenārija sasniegšanu, iezīmētu galvenās tendences un izaicinājumus. Laika posmā no 2022.gada 6.novembra līdz 17.novembrim MS Forms vidē tika veikta Latvijas vadošo ekspertu individuāla tiešsaistes aptauja, kas sastāvēja no 9 jautājumiem un atbildes sniedza 14 respondenti. Aptaujā piedalījās eksperti no šādām organizācijām: Latvijas Elektroenerģētiķu un Energobūvnieku asociācijas, Rīgas Tehniskās universitātes, Latvijas Brīvo Arodbiedrību savienības, AS "Augstsprieguma tīkls", SIA "Salaspils Siltums", Rīgas Enerģētikas aģentūras, Latvijas Degvielas ražotāju asociācijas, AS "Conexus Baltic Grid", AS "Sadales tīkls", Latvijas Atjaunojamās enerģijas federācijas, AS "Gasol", AS "Rīgas Siltums", vienas Latvijas pētniecības iestādes un Nākotnes Enerģētikas līderi Latvijā programmas.

Apkopojot Latvijas vadošo enerģētikas ekspertu viedokļus secināms, ka vairākums aptaujāto ekspertu uzskata, ka Latvijas noteiktie klimata mērķi 2050.gadam ir drīzāk sasniedzami vai pilnībā sasniedzami. Tas, kas šobrīd galvenokārt kavē Latvijas klimatneitralitātes mērķu sasniegšanu, ekspertu skatījumā, ir saraustītas darbības un stabilitātes trūkums politikā, valdības stratēģijas un ilgtermiņas rīcības plāna trūkums, kā arī sabiedrības pretestība. Kā galvenos instrumentus, kas veicinātu Latvijas klimatneitralitātes mērķu sasniegšanu aptaujātie eksperti nosauca nodokļu politiku, valsts stimulus ieguldījumiem klimatneitralitātes pasākumos un enerģijas lietotāju uzticamības veicināšanu. Ekspertu skatījumā, galvenie riski, definējot vēlamu enerģijas ģenerācijas portfeli ir ietekmes uz publiskām izmaksām nepietiekama apzināšana, neskaidrs/neefektīvs tiesiskais regulējums un neskaidri/neefektīvi noteiktie mērķi. Pēc aptaujāto ekspertu domām, trīs galvenās tehnoloģijas, kas varētu veidot elektroenerģijas portfeli Latvijā 2050.gadā būtu vēja enerģija, saules enerģija un siltumsūkņi. Sniegtajos komentāros eksperti izceļ plašākas vietējo AER resursu izmantošanas iespējas un energoefektivitātes būtisku lomu, Latvijai virzoties uz klimatneitralitāti. Lai virzība būtu sekmīga, būtiski nodrošināt skaidru, uz datiem balstītu stratēģiju ar definētām nākotnes politikas prioritātēm. Stabils tiesisks regulējums ir svarīgs priekšnosacījums tādas uzņēmējdarbības vides nodrošināšanai, kas piesaista investīcijas un veicina ilgtspējīgu projektu sekmīgu realizēšanu.

***Starptautiskā semināra organizēšana un zinātniskā raksta sagatavošana par modeļa risinājumu (Līguma 4.2.9. punkts).***

Saskaņā ar līguma uzdevumu 2022. gada 18.martā Latvijas Universitātes 80. starptautiskās zinātniskās konferences ietvaros tika organizēta zinātniskā sekcija "TOWARDS CLIMATE NEUTRALITY: ECONOMIC IMPACTS, OPPORTUNITIES AND RISKS" ("Virzība uz klimata neitralitāti: ietekmes, iespējas un riski"). Sekcijā piedalījās 27 dalībnieki no Latvijas, Lietuvas, Čehijas, Grieķijas diskutējot par 11 prezentētajiem ziņojumiem. Sekcijas programma, kopsavilkums, dalībnieku prezentācijas un pasākuma ieraksts ir pieejams LV PEAK mājaslapā: <https://www.lvpeak.lu.lv/zinatniskie-projekti/klimata-merku-ekonomiskas-ietekmes-modelesana-un-analize/nodevumi/2022/> (sk. 2022. gada Ziņojumu par 2022. g. uzdevuma izpildi: starptautiskā semināra organizēšanu).

2022. gada 13. maijā Latvijas Universitātes 14. starptautiskajā konferencē "New Challenges in Economic and Business Development – 2022: Responsible Growth" Oļegs Krasnopjorovs prezentēja referātu "On the Use of General Equilibrium Model to Assess the Impact of Climate Policy in Latvia". Attiecīgais zinātniskais raksts 2022. gada augustā tika publicēts konferences zinātnisko rakstu krājumā (lpp. 154 – 159; raksta autori ir Oļegs Krasnopjorovs, Dāniels Jukna un Konstantīns Kovaļovs).

[https://www.bvef.lu.lv/fileadmin/user\\_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.bvef.lu.lv/Proceeding\\_of\\_Reports\\_2022.pdf](https://www.bvef.lu.lv/fileadmin/user_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.bvef.lu.lv/Proceeding_of_Reports_2022.pdf).

Minētajā konferencē tika prezentēts arī Oļgas Bogdanovas un Kārļa Piģēna ziņojums “Factors affecting Energy Costs: Analysis of the Future Scenarios”. Arī ar šo ziņojumu saistīts zinātnisks raksts 2022. gada augustā tika publicēts konferences zinātnisko rakstu krājumā (lpp. 62-68; raksta autori ir Olga Bogdanova, Kārlis Piģēns)

[https://www.bvef.lu.lv/fileadmin/user\\_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.bvef.lu.lv/Proceeding\\_of\\_Reports\\_2022.pdf](https://www.bvef.lu.lv/fileadmin/user_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.bvef.lu.lv/Proceeding_of_Reports_2022.pdf).

Latvijas Universitātes Akadēmiskajā apgādā izdošanai ir iesniegta recenzēta monogrāfija angļu valodā “Towards Climate Neutrality: Economic Impacts, Opportunities and Risks” (red. Inna Šteinbuka un Oļga Bogdanova, sk. 2022. gada 3. ceturkšņa Progresā ziņojuma 5. pielikumu), kas tiks publicēta 2023. gada martā. Monogrāfija balstās uz 2022. gada 18. martā notikušās LU 80. zinātniskās konferences sekcijas “Virzība uz klimata neitralitāti: ietekmes, iespējas un riski” materiāliem. Monogrāfijā iekļauta projekta pētnieku Oļgas Bogdanovas un Kārļa Piģēna sagatavotā nodaļa “The potential impact of energy policies on energy costs” un pētnieka Oļega Krasnopjorova nodaļa “Is Riga a green city? Measuring a perceived quality of the environment in Riga compared to the other European cities”.

Līguma 4.3.1. – 4.3.4. punkti:

***Pārskatīto 2030. gada mērķu un 2050. gada klimata neitralitātes mērķu sasniegšanas makroekonomiskās ietekmes izvērtējums;***

***Datu nodrošinājums scenāriju izstrādei un modelēšanai NEKP2030 atjaunināšanas plāna gala ziņojumam;***

***Papildu politikas iniciatīvu nepieciešamības izvērtējums, lai klimata neitralitātes mērķus sasniegtu ar minimālām izmaksām (ņemot vērā arī sociālekonomisko ietekmi);***

***Dažādu politikas iniciatīvu (t.sk. siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju samazināšanas) makroekonomiskās ietekmes izvērtējums un scenāriju izstrāde;***

LU pētnieki 2023. gadā veica VLA modeļa praktisko aprobāciju, izstrādājot sekojošu trīs scenāriju makroekonomiskās un sociālekonomiskās ietekmes izvērtējumu:

- oglekļa dioksīda nodokļa celšana;
- publiskās investīcijas ēku siltināšanā;
- akcīzes nodokļa pieaugums degvielai.

Projekta ietvaros ar vispārēja līdzsvara modeli (VLA) tika novērtēta katra scenārija ietekme uz iekšzemes kopproduktu, investīcijām, privāto patēriņu, produktivitāti, nodarbināto skaitu, bezdarba līmeni, vidējo algu, patēriņa cenu indeksu, eksportu, importu, budžeta ieņēmumiem un pievienoto vērtību tautsaimniecības nozaru dalījumā. Visu trīs scenāriju ietekmes izvērtējuma analītiskais apraksts sniegts 2. pielikumā.

Projekta gaita tika apspriesta LU pētniekiem tiekoties ar EM Valsts sekretāru Edmundu Valanti (2023. gada 13. jūnijā) un ar EM parlamentāro sekretāru Jurgi Miezaini (2023. gada 9. novembrī). LU pētnieku prezentācija 9. novembra sanāksmē sniegta 3. pielikumā.

Ņemot vērā, ka aktualizētais Nacionālais Enerģētikas un Klimata plāns kļuva pieejams 2023. gada beigās un vairāku pasākumu apraksts tajā nesniedza VLA modelim nepieciešamo detalizācijas pakāpi (atbilstoši

2023. gada 9. novembra sanāksmē izrunātajam), darbu attiecībā uz enerģētikas un klimata politikas pasākumu ietekmes izvērtējumu plānots turpināt 2024. gadā. LU un FEI pētnieku priekšlikums par 2024. gadā darāmiem darbiem (kas izstrādāts 2023. gada novembrī) sniegts 4. pielikumā.

***Dažādu tautsaimniecības nozaru lomas izvērtējums klimata neitralitātes mērķu sasniegšanā (Līguma 4.3.5. punkts);***

Pētnieces Olgas Bogdanovas ziņojums “Eiropas enerģētikas nākotne un transformācijas izaicinājumi Latvijai”, kurš tika prezentēts Ekonomistu apvienības 2023.gada rudens konferencē, šī gada 25. augustā, sniegts 5. pielikumā (sk. 2023. gada 3. ceturkšņa Progresā ziņojumu).

***Augsta līmeņa konferences rīkošana par ceļa karti klimata neitralitātes mērķu sasniegšanā, tās makroekonomisko un sociālekonomisko ietekmi (Līguma 4.3.6. punkts);***

Saskaņā ar līguma uzdevumu 2023. gada 27 martā Latvijas Universitātes 81. starptautiskās zinātniskās konferences ietvaros tika organizēta zinātniskā sekcija **“VEIKSMĪGA ENERĢĒTIKAS TRANSFORMĀCIJA: PLAISA STARP AMBĪCIJĀM UN RĪCĪBU”** (konferences sekcijas atskaite tika iesniegta kopā ar 2023. gada 2. ceturkšņa progresā ziņojumu). Konferences sekcija tika veltīta enerģētikas pārejas procesu un to izaicinājumu apspriešanai, kā arī, lai prezentētu recenzētu monogrāfiju angļu valodā **“Towards Climate Neutrality: Economic Impacts, Opportunities and Risks”** (monogrāfijas digitālā versija tika iesniegta kopā ar 2023. gada 1. ceturkšņa progresā ziņojumu), kura tapusi šī līguma ietvaros un balstās uz 2022. gada 18. martā LU domnīcas LV PEAK rīkotās LU 80. zinātniskās konferences sekcijas “Virzība uz klimata neitralitāti: ietekmes, iespējas un riski” materiāliem (sk. 2022. gada Ziņojumu par 2022. g. uzdevuma izpildi: starptautiskā semināra organizēšana). Monogrāfija ietver visaptverošu enerģētikas ekspertu grupas no septiņām valstīm pētījumu par enerģētikas pārejas procesu uz klimata neitralitāti un tā izaicinājumiem, izvērtējot gan globālās tendences trīs enerģētikas trilemmas dimensijās – ilgtspēja, pieejamība un drošums, gan atspoguļojot dažādu valstu konkrētus piemērus enerģētikas pārejas instrumentu ieviešanā. Konferences sekcijas mērķis bija nodrošināt platformu, kur tikties zinātniekiem, pētniekiem un nozares profesionāļiem, lai apmainītos ar idejām, atziņām, pētījumu rezultātiem un apspriestu aktuālos ar enerģētikas transformāciju saistītos jautājumus. Konferences sekcija tika īstenota sadarbībā ar Eiropas Komisijas pārstāvniecību Latvijā. Sekcijā piedalījās 58 dalībnieki no Latvijas, Portugāles, Grieķijas, Urugvajas un Indijas, diskutējot par 11 referātiem, saistītiem ar projekta tēmu. Sekcijas programma, kopsavilkums, dalībnieku prezentācijas un pasākuma ieraksts ir pieejams LV PEAK mājaslapā: <https://www.lvpeak.lu.lv/zinatniskie-projekti/klimata-merku-ekonomiskas-ietekmes-modelesana-un-analize/2021/2023/>

***Gala ziņojuma sagatavošana (Līguma 4.3.7. punkts);***

Gala ziņojums sagatavots un iesniegts Ekonomikas ministrijā 2023. gada decembrī.

***Zinātniskā raksta sagatavošana par izstrādāto scenāriju makroekonomisko un sociālekonomisko ietekmi (Līguma 4.3.8. punkts).***

Tika publicēta starptautiskā zinātniskā monogrāfija: Šteinbuka, I., Bogdanova, O. (eds). Towards Climate Neutrality: Economic Impacts, Opportunities and Risks : reviewed monograph. Riga: University of Latvia

Press, 2023, 272 pages. ISBN 978-9934-18-947-0, ISBN 978-9934-18-948-7 (PDF), <https://doi.org/10.22364/tcn.23>. Monogrāfija prezentē Latvijas un sešu citu valstu zinātnieku starpdisciplinārus enerģētikai veltītus pētījumus. Galvenais mērķis ir veicināt Eiropas Savienības (ES) un Latvijas klimata neitralitātes sasniegšanu līdz 2050. gadam. Autori savlaicīgi reaģējuši uz pandēmijas krīzes sekām un globālā enerģijas tirgus darbības traucējumiem, ko izraisīja Krievijas iebrukums Ukrainā un identificēja nākotnes riskus. Tieši šo risku apzināšana un vieda rīcība, tos mazinot, būs noteicoša pārmaiņu veiksmīgai norisei. Monogrāfija izceļ tādus svarīgus faktoros kā energoefektivitāte, elektrifikācija, e-mobilitāte un dekarbonizācija, kā arī pievēršas nākotnes perspektīvāko tīrās enerģijas tehnoloģiju potenciālam. Monogrāfijā ir četras nodaļas. Pirmajā nodaļā Latvijas klimata un enerģētikas bijušais ministrs Raimonds Čudars un Eiropas Komisijas izpildviceprezidents Valdis Dombrovskis iezīmē kopējo politisko noskaņojumu Latvijā un ES, risinot enerģētikas jomas izaicinājumus. Otrā nodaļa ir veltīta enerģētikas politikai un tās ietekmei uz tautsaimniecības attīstību. Monogrāfijas trešās nodaļas autori apskata optimālā Enerģijas trilemmas līdzsvara risinājumus. Ceturtajā nodaļā pētnieki analizē Urugvajas, Indijas un Latvijas pieredzi, koncentrējoties uz dažādām ar pāreju uz klimata neitralitāti saistītām jomām. Monogrāfijas tapšanā piedalījušies 45 pētnieki.

Tika publicēta arī publikācija starptautiskajā akadēmiskajā žurnālā: Bogdanova O., Viskuba K., Zemite L. A Review of Barriers and Enables in Demand Response Performance Chain // *Energies* 2023, 16(18), 6699; <https://doi.org/10.3390/en16186699>. Pētījuma galvenais mērķis ir analizēt iesaisti veicinošos pieprasījuma puses pārvaldības un pieprasījuma reaģēšanas pasākumu aspektus no dažādu enerģijas ekosistēmu dalībnieku perspektīvas, identificējot esošās vājās vietas šī svarīgā enerģētikas pārejas veicinātāja plašākai attīstībai.

## **Pielikums 1. Kopsavilkums un komentāri par E3 Modelling piedāvāto VLA modeļa alpha versiju Latvijas gadījumam**

**1. pielikumā LU modelēšanas komanda izceļ un sniedz komentārus par svarīgākām VLA modeļa īpašībām no E3 Modelling ekspertu sagatavotā dokumenta (D31\_CGEReview\_E3M\_13052022.pdf) un zinātniskās literatūras par klimata politikas instrumentu ietekmes novērtēšanu uz tautsaimniecību izmantojot VLA modeli. Tādējādi šis dokuments papildina gan zinātniskās literatūras pārskatu, kas tika ietverts LU 2021. gada decembra Nodevumā, gan arī E3 Modelling ekspertu sagatavoto dokumentu.**

Pārēja uz dabai draudzīgu enerģijas izmantošanu ir laikietilpīgs un kapitālietilpīgs process, kā rezultātā samazinās fosilā kurināmā sektors un sarūk degvielas imports, savukārt tajā pašā laikā pieaug iekšzemes investīciju izdevumi. Tā kā tehnoloģijas, to izmaksas, enerģijas cenas, ražošanas struktūras un patērētāju paradumi regulāri mainās un attīstās, kā arī tirgū pastāv nenoteiktība un vairāku sistēmu savstarpējā atkarība un dinamika, ir nepieciešama visu iesaistīto pušu un sistēmu savlaicīga koordinēšana, lai izvēlētos atbilstošāko scenāriju ilgtermiņa klimatneitralitātes mērķu sasniegšanai.

Zinātniskajā literatūrā ir minētas vairākas pieejas, kas var tikt izmantotas ekonomikas modelēšanā (piemēram, *Input-Output Models*, *Econometric Models*, *Computable General Equilibrium Models*, *System Dynamics* (Herbst, et al., 2012)), tomēr pārsvarā tiek pielietots tieši aprēķināmais vispārējais līdzsvara (no angļu val. – *Computable General Equilibrium*, turpmāk – CGE) modelis, kas ir pasaulē ir atzīts par spēcīgu rīku enerģētikas politikas jautājumu risināšanā un kas ir plaši izmantots vairāku valstu ekonomikas modelēšanā (piemēram, (Fortes, et al., 2014), (Dai, et al., 2016), (Holz, et al., 2016), (Abrell & Rausch, 2016), (Krook-Riekkola, et al., 2017), (Wiebe, et al., 2017)). CGE modeļa unikālā iezīme ir tā spēja novērtēt politikas ietekmi starp enerģētikas un citām nozarēm (Frei, et al., 2003). Tas arī atbilst E3 Modelling ekspertu viedoklim, ka atbilstošākā pieeja ekonomikas modelēšanai ir CGE modelis. Dažādu CGE modeļu apkopojums ir pieejams 1. tabulā.

Mūsu skatījumā Latvijas ekonomikas pilnvērtīgai novērtēšanai ir nepieciešams izstrādāt rekursīvi dinamisko modeli vai pilnīgi dinamisko modeli, jo statiskais modelis neatspoguļo izmaksas un ieguvumus, kas ir saistīti ar līdzsvara pāreju no bāzes scenārija uz šoka scenāriju, tāpēc nevar novērtēt pārmaiņu radīto ietekmi laika gaitā (Babatunde, et al., 2017). Līdz ar to daudzi no piedāvātajiem modeļiem praktiski neder vai arī dinamikas ieviešana tajos ir sarežģītāk īstenojama (izmantojot papildu pakotnes vai programmatūru, kā tas ir ORANI-G modelī).

Tirgū pieejamo modeļu apkopojumā ir arī pieejami tikai daži modeļi, kuri ir arī pilnīgi dinamiskie starplaiku modeļi. Rekursīvi dinamiskajos modeļos pastāv pieņēmums, ka nenotiek ekonomisko aģentu uzvedības maiņa laika gaitā un tie neatbilst patiesās nākotnes prognozes par šoka radītajiem rezultātiem un tā izrietošajiem tirdzniecības efektiem. Tāpēc sava vērtība ir arī pilnīgi dinamiskajam CGE modelim (Kompas & Ha, 2019). Tomēr, ņemot vērā zinātniskajā literatūrā

pieejamo pētījumu secinājumus, plašu laika (*intertemporal*) un telpiskās (*regional and country-specific*) dimensiju īstenošana eksponenciāli palielina CGE modeļu izmērus, radot nopietnu izaicinājumu pašreiz visbiežāk pielietotajām programmatūras pakotnēm GEMPACK vai GAMS (Ha & Kompas, 2016). Mūsdiā, rekursīvi dinamiskais modelis ir pilnībā piemērots un pietiekams, lai novērtētu ekonomikas dinamiku, un pilnīgi dinamiskā modeļa izstrāde nav nepieciešama.

1. tabula

### Tirgū pieejamo CGE modeļu apkopojums un to galvenās atšķirības

Modeļa nosaukums	Reģions	Dinamika	Galvenās atšķirības, salīdzinot ar citiem modeļiem
AIM	Lielākoties Āzijas un Klusā okeāna reģions	Statiskais vai rekursīvi dinamiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalizēts enerģijas un SEG emisiju atspoguļojums.</li> <li>• Biomasas endogēns piedāvājuma mainīgais.</li> <li>• Modelis neatīno bezdarba līmeni.</li> <li>• Tiek pieņemts, ka aģenti ir tuvredzīgi.</li> </ul>
CGEBox	Pasaule, lielākoties Āzijas reģions	Statiskais vai rekursīvi dinamiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elastīgs, paplašināms un modulārs kods GAMS programmatūrā.</li> <li>• Spēcīgs lietotāja interfeiss, ietverot sevī dažādus citus modeļus.</li> <li>• Pastāv iespēja ietvert nepilnīgu konkurenci starptautiskajā tirdzniecībā.</li> <li>• Ietverta tirdzniecības liberizācijas ietekme uz produktivitāti (uzņēmumu heterogenitāte, izmantojot Melitz pieeju).</li> <li>• Modelis var tikt risināts, izmantojot jauktas komplementaritātes problēmu (MCP), ņemot vērā produkcijas un tarifu likmju kvotas.</li> <li>• Nepieciešams pietiekams laiks, lai iegūtu rezultātu, ja tiek izmantoti lielāki šoki.</li> </ul>
EMPAX CGE	ASV	Statiskais vai pilnīgi dinamiskais starplaiku modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nākotnes politikas paredz aģenti, kuri ar savu uzvedību veic korekcijas rezultātos agrāk nekā citiem modeļiem (uz nākotni vērsti, forward-looking).</li> <li>• Modelis ņem vērā darbaspēka migrāciju un naudas pārvedumus.</li> <li>• Dinamiskajai versijai ir tikai reģionālais iedalījums.</li> </ul>
ENV Linkages	Pasaules	Rekursīvi dinamiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelis seko līdzī kapitāla vecumam (jaunajam un vecajam kapitālam).</li> <li>• Kapitāls modelī tiek uztverts kā sektoru un nozaru specifisks.</li> <li>• Modelis pielieto paplašināto lineāro izmaksu sistēmu (<i>Extended Linear Expenditure System</i>)</li> </ul>
ENVISAGE	Visas GTAP valstis	Statiskais vai rekursīvi dinamiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vairākas uz LES balstītas lietderības funkcijas, lai noteiktu māsaimniecību pieprasījumu.</li> <li>• Viena nozare var ražot vairākas preces, kapitālieguldījumus, zināšanu uzkrājumus, kas palielina produktivitāti</li> <li>• Ražošana tiek īstenota kā CES elastības funkciju sērija, kuras mērķis ir uztvert visu ievades mainīgo aizvietojamību.</li> </ul>

Modeļa nosaukums	Reģions	Dinamika	Galvenās atšķirības, salīdzinot ar citiem modeļiem
FTAP Model	Visas GTAP valstis	Statiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ārvalstu tiešās investīcijas tiek reprezentētas divpusēji.</li> <li>• Liberalizācijas galvenā sastāvdaļa ir šķēršļu likvidēšana ĀTI pakalpojumu nozarē.</li> <li>• Modelis vairāk tiek izmantots kā salīdzināmais modelis un tajā ir diezgan mazs sektoru sadalījums.</li> <li>• Modelēšanā tiek izmantots tikai statiskais modelis.</li> </ul>
G-Cubed	Nav noteikts	Starplaiku dinamiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelis apvieno vispārējā līdzsvara, starptautiskās tirdzniecības un dažādiem makroekonomikas modeļiem ar mūsdienu makroekonomikas konceptiem.</li> <li>• Tiek izmantota uz nākotni vērsta starplaiku optimizācija dažādu politiku problēmu risināšanai.</li> <li>• Ražošana ir sadalīta nozarēs, kurai katrai tiek attēlota ekonometriski novērtēta izmaksu funkcija.</li> <li>• Modelī tiek izmantots ļoti daudz vienādojumu, kas padara aprēķinu laikietilpīgu.</li> <li>• Modelis pieļauj īstermiņa algu noturību, kas ir atšķirīgs katrai valstij.</li> <li>• Bezdarba, naudas un citu finanšu aktīvu modelēšana piešķir modelim reālākas makroekonomiskās īpašības nekā tradicionālie vispārējā līdzsvara modeļi.</li> <li>• Tiek atsevišķi izšķirts finanšu un fiziskais kapitāls (finanšu kapitāls ir pilnīgi pārvietojams starp nozarēm un reģioniem, tomēr fiziskais kapitāls ir pilnīgi nekustīgs, kad tas ir uzstādīts).</li> </ul>
GEM-E3	Visas GTAP valstis	Rekursīvi dinamiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skaidri atspoguļots finanšu sektors.</li> <li>• Modelī ir pieļaujamas vairākas dažādas mājāsaimniecības.</li> <li>• Nodarbinātības datus ir ietverts arī bezdarba līmenis.</li> <li>• Ietverta endogēna darba prasmju veidošanās.</li> <li>• Pastāv uz nākotni vērstu ekspektāciju mehānisms.</li> <li>• Visas modeļa valstis ir saistītas ar endogēniem divpusējiem tirdzniecības darījumiem, kas identificē izcelsmi un galamērķi.</li> <li>• Modelim ir daļēji endogēna dinamika, kas balstīta uz pētniecības un attīstības izraisītu tehnisko progresu un zināšanu apguvi.</li> <li>• Pieprasījuma sistēma, kas izmanto patēriņu pēc mērķa un ilglietojuma un īslaicīgas lietošanas preču veida.</li> <li>• Modeļa aizstāšanas elastības nav iegūtas no teorētiskajiem materiāliem, bet tiek novērtētas pēc tās izmēriem un funkcionālajām formām, izmantojot jaunākās pieejamās datu kopas.</li> <li>• Tomēr modeļu simulācijas ir jutīgas pret vairākiem ievades parametriem un modelēšanas pieņēmumiem, tostarp elektroenerģijas ražošanas tehnoloģiju kapitāla izmaksām, finansējuma pieejamībai utt.</li> </ul>



Modeļa nosaukums	Reģions	Dinamika	Galvenās atšķirības, salīdzinot ar citiem modeļiem
GTAP	Visas GTAP valstis	Noklusējuma versija – statistiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elastības ir atkarīgas no cenām un daudzumiem (vai budžeta daļas) un ir atvasinātas no privāto izdevumu apakšfunkcijas, tāpēc padarot šo modeli par ekonomiski saskaņotu pieprasījuma sistēmu.</li> <li>Pastāv agroekoloģisko zonu modelēšanas, biodegvielas reprezentācijas un nepilnīgas konkurences apstākļu izmantošanas iespējas, padarot modeli specifiskāku konkrētu mērķu sasniegšanai.</li> <li>Ietverta tirdzniecības liberizācijas ietekme uz produktivitāti (uzņēmumu heterogenitāte, izmantojot Melitz pieeju).</li> <li>Var tikt iekļauti uzņēmuma līmeņa dati.</li> <li>Modeļi ir pieļaujamas vairākas dažādas mājasaimniecības.</li> <li>Modelēšana ir tiek nodrošināta atvērta tipa instrukcijas, kā arī ir pieejami šabloni savienošanai ar citiem modeļiem.</li> </ul>
MIT - EPPA	Visas GTAP valstis	Rekursīvi dinamiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelis seko līdzīgu kapitāla vecumam (jaunajam un vecajam kapitālam).</li> <li>Rūpnieciskā oglekļa uztveršana un sekvestrācija modelī.</li> <li>Ūdeņraža, tiešā gaisa (<i>direct air</i>) tehnoloģiju uztveršana modelī.</li> </ul>
MAGNET	Visas GTAP valstis	Noklusējuma versija – statistiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ietverta tirdzniecības liberizācijas ietekme uz produktivitāti (uzņēmumu heterogenitāte, izmantojot Melitz pieeju).</li> <li>Nepilnīga (imperfect) darbaspēka mobilitāte starp lauksaimniecības un citām nozarēm, kā arī iespējama nepilnīga konkurence.</li> <li>Endogēns zemes piedāvājums un dabas resursu krājumi, kā arī pētniecības un attīstības izdevumi.</li> <li>Biodegvielas, akvakultūras un jūras aļģu nozares ir ietvertas modelī.</li> <li>Pieejams aprites modulis (sadzīves cieto atkritumu plūsma un tā apstrādes iespējas).</li> <li>Starptautiskā kapitāla mobilitāte dinamikas analīzei.</li> <li>Papildus ietverts arī klimata kaitējuma novērtējums.</li> <li>Ietverta migrācija, segmentēts faktoru tirgus, alternatīvas patēriņa funkcijas u.c. iespējas.</li> </ul>
Mirage	16 reģioni	Rekursīvi dinamiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detalizēta tirdzniecības šķēršļu reprezentācija, kas nodrošina specifisko tarifu summu, tarifu kvotu un antidempinga nodevu mērījumus divpusējā līmenī.</li> <li>Modelis ļauj aprakstīt pamatkapitāla pielāgošanas aizkavi (lags) un ar to saistītās izmaksas.</li> <li>ĀTI ir skaidri aprakstītas, modelējot to gan teorētiskiem apsektiem (ņemot vērā aģentu uzvedību un iekšzemes ieguldījumu iestatījumus), gan empīriskiem rezultātiem par ĀTI noteicošajiem faktoriem</li> <li>Modeļi ietverts vertikālā produktu diferenciacija, izdalot divus kvalitātes intervālus.</li> </ul>

Modeļa nosaukums	Reģions	Dinamika	Galvenās atšķirības, salīdzinot ar citiem modeļiem
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modeļa pamatā ir tirdzniecības šķēršļu reprezentācija, kas, ņemot vērā tā precizitāti, spēj saglabāt divpusējo dimensiju.</li> </ul>
ORANI-G	Lielākoties Austrālija	Statiskais modelis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelī ir ietveras 8 profesiju kategorijas.</li> <li>• Modelis veiksmīgi raksturo un ņem vērā ārējo parādu.</li> <li>• Ir pieejamas dažādas instrukcijas, veidnes citiem modeļiem, kā arī apmācības ar atvērto kodu. Tomēr, ņemot vērā pieredzi, modelim ir nepieciešami dažādi paplašinājumi, lai veiksmīgi varētu sasniegt vēlamu rezultātu, piemēram, dinamikas ieviešana modelī u.tml.</li> <li>• Darba tirgus modelis neņem vērā nekādas konkrētas teorijas un eksogēni nosaka darba algas vai bezdarba līmeni.</li> <li>• Arī valdības izdevumi ir eksogēni, kaut arī daži modeļa paplašinājumi cenšas tos padarīt endogēnus.</li> <li>• Kapitālu veido investīciju preces; pieprasījums pēc šīm precēm atbilst tādām pašām specifikācijām kā pieprasījums pēc starppatēriņa izejvielām.</li> <li>• Ir iespējams izmantot alternatīvus scenārijus saistībā ar investīcijām – fiksētas investīcijas rūpniecībā vai arī fiksētas investīcijas visu nozaru griezumā.</li> </ul>

Avots: autoru veidotā tabula, pamatojoties uz dokumentu D31\_CGEReview\_E3M\_13052022.pdf un zinātniskās literatūras apskatu.

Vērtējot apkopojumā pieejamos CGE modeļus un ņemot vērā to atšķirīgās iezīmes, mūsaprāt, divi labākie modeļi varētu būt G-Cubed un GEM-E3, jo šie modeļi nodrošina ekonomikas dinamikas novērtēšanu, tiem pastāv uz nākotni vērstu ekspektāciju mehānisms, ir iespējams sadalīt mājsaimniecības grupās, piemēram, lai varētu novērtēt ietekmi uz ienākumu nevienlīdzību, kā arī ietver sevī ne tikai finanšu sektoru, bet arī sniedz informāciju par nodarbinātības rādītājiem (piemēram, bezdarba līmenis u.c.). Tādējādi, mēs piekrītam E3 Modelling ekspertu viedoklim, ka GEM-E3 modelis ir atbilstošs un piemērots, lai varētu veikt klimata politikas pārmaiņu vispusīgu novērtējumu Latvijas gadījumam.

Zinātniskajā literatūrā ir skaidri minēts, ka CGE modeļi nespēj tikt galā ar detalizētu enerģētikas sektora struktūru un nevar skaidri attēlot enerģijas piedāvājumu vai tehnoloģijas (Frei, et al., 2003). Šī iemesla dēļ ļoti būtiska ir energosistēmas modeļa un ekonomikas modeļa savienošana, jo tas var radīt pilnīgāku situāciju enerģētikas un makroekonomikas jomās. Ja tiktu izmantots tikai energosistēmas modelis, tad netiktu novērtēta enerģijas cenu izmaiņu ietekme uz ienākumiem, konkurētspēju un ražošanas izmaksām, kā arī nav ņemti vērā šķēršļi investīcijām un sistēmas vietējo resursu spēja apmierināt prasības. Ja tiktu izmantoti tikai ekonomikas modeļi, tad energosistēmas pielāgošanās process ir nenovērtēts, jo modeļi trūkst daudzu energosistēmas tehnisko detaļu, vai arī pārvērtēts, jo enerģētikas sistēmā nav pārstāvētas visas pieejamās tehnoloģijas.

Galvenokārt izšķir divas galvenās energosistēmas un ekonomikas modeļu sasaistes pieejas:

1. mīkstā sasaiste, kurā abi modeļi darbojas iteratīvi, savstarpēji apmainoties ar informāciju, kamēr tiek sasniegts konverģences kritērijs;
2. cietā (integrētā) sasaiste, kurā energosistēmas modelis ir integrēts/iekodēts ekonomikas modeli.

Mīkstās sasaistes galvenā priekšrocība ir tā, ka abi modeļi saglabā savu konkurētspēju un stiprās puses (cietās sasaistes gadījumā nepieciešams vienkāršot vienu no modeļiem, piemēram, energosistēmas modeli, tāpēc tas zaudē kādu daļu piedāvāto iespēju). Tomēr galvenais trūkums ir laiks, ko prasa konverģences sasniegšana abiem modeļiem (atsevišķos gadījumos enerģijas un kapitāla tirgū pat nevar uzreiz sasniegt konverģenci). Papildus jāpiemin, ka zinātniskajā literatūrā ir noteikts, ka produktivitātes un efektivitātes apsvērumu dēļ vēlams gala produkts ir cietā sasaiste vai drīzāk modeļu integrācija. Modeļu sasaistes izpildes apjoma palielināšanās gadījumā ir jāiegulda vairāk resursu, lai nodrošinātu mīkstās sasaistes kvalitāti (Helgesen, 2013).

Pirms sasaistes procesa uzsākšanas ir nepieciešams identificēt kopīgos eksogēnos mainīgos, izmantojot vienas un tās pašas prognozes, identificēt galvenās atšķirības energosistēmas attēlojumā, kā arī noskaidrot citas strukturālās atšķirības (piemēram, ekonomikas modeļiem mērvienība ir izteikta naudas izteiksmē, bet energosistēmas modeļiem – fiziskās vienībās). Tāpat bieži vien arī nozaru sadalījums abiem modeļiem ir atšķirīgs, tāpēc nepieciešams tās izprast un vienādot un apvienot, lai rezultāti būtu reprezentatīvi. Atsevišķos gadījumos var tikt izmantoti dažādi starpmodeļi (tulkošanas modeļi), kas palīdz transformēt viena modeļa izvades datus uz otra modeļa ievades datiem.

Cietā sasaiste nodrošina ekonomikas un energosistēmas reprezentāciju vienā integrētā modeli. Daudzos gadījumos tiek izmantota tieši jauktās komplementaritātes pieeja, lai novērstu plaisu starp abiem modeļiem enerģētikas politikas analīzei. Šī pieeja balstās uz elektroenerģijas ražošanas standarta attēlojuma (vienmērīgas nepārtrauktas CES ražošanas funkcijas izmantošana) aizstāšanu, ar darbības analīzes pieeju, kur ražošanas iespējas aptver diskrētas (Leontief) tehnoloģijas. Šī pieeja ir diezgan efektīva, lai ietveru daudzas dažādas elektroenerģijas ražošanas tehnoloģijas ar to dažādajām tehniski ekonomiskajām īpašībām. Tomēr energosistēmas modeļos parasti ir ļoti liels mainīgo skaits, līdz ar to tas rada sarežģītību integrētajā jauktās komplementaritās pieejas formulējumā, lai nodrošinātu pēc iespējas precīzākus rezultātus.

Pie tam pastāv būtiski ieguvumi, saglabājot enerģētikas un ekonomikas modeļus atsevišķi un neatkarīgi vienam no otra, piemēram, attiecībā uz izstrādi, uzturēšanu, dažādu modeļu fokusu un relatīvo stipro pušu nodrošināšanu, kā arī dažāda līmeņa telpisko un laika sadalīšanu (Holz, et al., 2016). Zinātniskajā literatūrā ir atzīts, ka: (1) integrētam vai cietās sasaistes modelim, iespējams, būs ievērojami jāvienkāršo viens vai abi standarta modeļi, (2) enerģētikas un ekonomikas modeļi darbojas dažādās laika skalās, ar dažādiem detalizācijas līmeņiem un, iespējams, ar dažādiem reģioniem, (3) modeļiem ir dažādi datu avoti, kas būtiski sarežģī modeļa integrāciju vai cieto sasaisti (Helgesen, 2013).

Zinātniskajā literatūrā kā vēl vienu sasaistes pieeju izdala modeļu hibrīdmodeļu izveidi, kas arī varētu būt vēlams gala produkts, jo tā nodrošina līdzīgas priekšrocības kā cietā sasaiste, tomēr tas nav tik acīmredzami pareizais solis, jo pamatā tie ietver vai nu modeļa “samazinātās formas” izmantošanu, vai arī modeļu integrāciju (Helgesen, 2013). Ir pieejami vairāki piemēri, kur šāda

hibrīdmodeļu izveide ir realizēta (ekonomiski inženiertehniskie modeļi (Prina, et al., 2020), piemēram, NEMS (Gabriel, et al., 2001) vai Eiropas Komisijas izstrādātais POLES-JRC modelis (Keramidas, et al., 2017), tomēr šādi hibrīdmodeļi parasti risina šaurāku nozaru problēmas, nevis visas ekonomikas vai energosistēmas jautājumus, jo tādējādi vienādojumu skaits tiktu divkāršots, radot lielāka kļūdas iespējas modeļa specififikācijās (Andersen, et al., 2019).

Tā kā GEM-E3-LV (ekonomikas modelis) un TIMES (enerģētikas modelis) jau šobrīd pastāv un tie ir izveidoti kā atsevišķi modeļi un ņemot vērā sasaistes pieeju priekšrocības un trūkumus, tad arī mūsu skatījumā piemērotākā modeļus sasaistes pieeja ir mīkstā sasaiste, kur ar laiku varētu attīstīt modeļu integrācijas vai cietās sasaistes iespējas, kā tas tika sasniegts vienā no pētījumiem (Helgesen & Tomasgard, 2018). Mīkstās sasaistes procedūra ir atspoguļota piecos soļos un tā ir saskaņā ar zinātniskajā literatūrā pieejamajiem pētījumiem, kas ir augstu novērtēti (Krook-Riekkola, et al., 2017), (Capros, et al., 2012):

1. Kopīgo eksogēno mainīgo identificēšana un harmonizēšana:
  - a. IKP un nozaru ražošanas apjomi – dati tiek iegūti no ekonomikas modeļa, savukārt enerģētikas modelis pēc tam aprēķina nozaru enerģijas pieprasījumu,
  - b. iedzīvotāju skaits – abu modeļu dati ir harmonizēti, izmantojot vienu un to pašu ārējo datubāzi (piemēram, Eurostat datubāze, CSP “Tautas skaitīšanas rezultāti” vai citu),
  - c. izlīdzinātās elektroenerģijas izmaksas dažādām enerģijas ražošanas tehnoloģijām – šīs izmaksas tiek iegūtas no enerģētikas modeļa, kā arī jāņem vērā, ka abiem modeļiem ir jābūt vienādām vienības izmaksām visām enerģijas ražošanas tehnoloģijām,
  - d. degvielas cenas – abu modeļu dati ir harmonizēti, parasti izmantojot starptautisko izvērtēšanas aģentūru pētījumus.
2. Abu modeļu nozaru savstarpējās saskaņotības nodrošināšana – tiešā nozaru kartēšana (*direct mapping*).
3. Sasaistes secība ir šāda. Pirmo aprēķinu veic ekonomikas modelis, nododot dažādus makroekonomikas rādītājus (IKP, māsaimniecību patēriņš, nozaru ražošanas apjomi) enerģētikas modelim. Pēc tam enerģētikas modelis aprēķina dažādus enerģētikas rādītājus (enerģijas sadalījums, elektrības cenas, investīcijas), ko nodod ekonomikas modelim. Šādas iterācijas notiek līdz brīdim, kamēr tiek sasniegts konverģences kritērijs. Kaut arī tiek ieteikts sākt tieši ar CGE modeļa palaišanu, jo, lai palaistu TIMES modeli ir nepieciešami pieņēmumi par enerģijas pieprasījumu un CGE modelis var uzsākt modelēšanu arī bez TIMES ievades (Krook-Riekkola, et al., 2017), zinātniskajā literatūrā ir pieejams pētījums, kurā tiek ieteikts uzsākt palaišanu ar TIMES modeli, lai informētu CGE modeli par nākotnes energopakalpojumu cenām, energopakalpojumu ražošanas tehnoloģijām un degvielas nodokļiem (Andersen, et al., 2019). Mūsuprāt, sasaistes secība vēl nav detalizēti izskatīta un pamatota, un šis varētu būt viens no punktiem, kas jāizpēta, kad ir izstrādāts enerģētikas modelis.
4. Sasaistes metodes un mainīgo izvēle:
  - a. no enerģētikas modeļa uz ekonomikas modeli tiek nodotas izmaiņas enerģijas sadalījumā, izmaiņas enerģijas efektivitātē, izmaiņas izdevumos vai investīcijās enerģijas izmantošanai un iekārtām un enerģijas cenas; dati tiek nodoti, izmantojot tulkošanas modeļus, kas pārvērš datus tā, lai tie būtu izmantojami nodošanas procesā un tiktu pareizi transformēti,
  - b. no ekonomikas uz enerģētikas modeli tiek nodots IKP un nozaru ražošanas apjomi jeb ekonomiskā aktivitāte, transformējot monetārās vienības uz fiziskajām vienībām, kas tālāk tiek izmantotas enerģētikas modelī.

5. Konverģences kritērija izvēle – kaut arī var tikt izmantoti dažādi konverģences kritēriji, eksperti izvēlas zinātniskajā literatūrā plaši pielietotu konverģences funkciju katrai enerģijas pakalpojuma pieprasījuma kategorijai (Fortes, et al., 2014), (Labriet, et al., 2012).

Ekonomikas vispārējā līdzsvara modeļi ir pieejamas vairākas nozares, un katra no tām ražo vienu viendabīgu (homogēnu) preci vai pakalpojumu. Katras nozares produkcija tiek aprēķināta saskaņā ar ražošanas funkciju ar nemainīgiem apjomiem, ņemot vērā kapitālu, darbaspēku vai citu nozaru produkciju. Vietēji saražoto produkciju var eksportēt vai arī importēt līdzīgas preces, izmantojot tās kā vietējā ražojuma (nepilnīgus) aizstājējus. Primāros ražošanas faktoros (kapitālu un darbaspēku), pieprasa uzņēmumi pa nozarēm, savukārt nodrošina kapitāla turētāji no uzkrājumiem un mājsaimniecības. Mājsaimniecības nosaka pieprasījumu pēc precēm un pakalpojumiem, uzkrājumiem un darbaspēka piedāvājumu, lai ienākumu ierobežojumu apstākļos palielinātu savu derīgumu (arī valdība eksogēni nosaka pieprasījumu pēc precēm un pakalpojumiem). Preču un pakalpojumu piedāvājums ir atkarīgs no ražošanas funkcijām un no pieņēmuma, ka kapitāls pa nozarēm ir fiksēts īstermiņā. Notiekot tirgus klīringam, tiek noteiktas preču un pakalpojumu, kapitāla un darbaspēka cenas. Galvenās Latvijas ekonomikas modeļa (*alfa versijas*) iezīmes ir apkopotas 2. tabulā.

2. tabula

#### Latvijas CGE ekonomikas modeļa GEM-E3-LV iezīmju apkopojums

Modeļa bloks	Galvenās iezīmes
Uzņēmumu uzvedības reprezentācija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• darbojas pilnīgas konkurences apstākļos; tiek izmantota daudzfaktoru CES (<i>constant elasticity of substitution</i>) ražošanas funkcija;</li> <li>• uzņēmumu izvēle attiecas uz optimālo faktoru ievades līmeni, minimizējot ražošanas izmaksas (uzņēmumu vienības pašizmaksas cenas precīzi sedz ražošanas izmaksas, nodrošinot normālo peļņas līmeni);</li> <li>• uzņēmumi ražo vienu preci, un tā atšķiras no citu nozaru precēm;</li> <li>• elektroenerģijas ražošanai tiek izmantota Ļontjeva (<i>Leontief</i>) ražošanas funkcija (nulle aizstāšanas iespējas), lai varētu notikt sasaiste ar enerģētikas modeli.</li> </ul>
Mājsaimniecības	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sākotnēji katra mājsaimniecību grupa maksimāli palielina Kleina-Rubina (<i>Klein-Rubin</i>) lietderības funkciju (LES – lineāra izdevumu pieprasījuma sistēma), izvēloties optimālu patēriņu un uzkrājumus atkarībā no budžeta;</li> <li>• pēc tam kopējais patēriņš tiek sadalīts pa dažādām patēriņa precēm, ņemot vērā dažādās preferences, preču cenas un saistīto preču patēriņu ilglietojuma un īslaicīgajām precēm;</li> <li>• mājsaimniecību izmantojamie ienākumi sastāv no darbaspēka ienākumiem, uzņēmumu akcijām, institucionālajiem darījumiem no ieņēmumu un izdevumu puses un aizdevumiem;</li> </ul>
Valdība	<ul style="list-style-type: none"> <li>• valdības patēriņš ir noteikts ārpus modeļa (eksogēni);</li> </ul>

Modeļa bloks	Galvenās iezīmes
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja nepieciešams, tad publiskā budžeta līdzekļus var piešķirt infrastruktūras uzlabošanai un attīstīšanai, veidojot infrastruktūras krājumus un uzlabojot kopējo produktivitāti;</li> </ul>
Kapitāls	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pieprasījums pēc kapitāla izriet no uzņēmumu izmaksu samazināšanas problēmas;</li> <li>• kapitāla piedāvājums tiek iegūts saskaņā ar pamatkapitāla kustības vienādojumu (<i>capital stock motion equation</i>), ko aktualizē ar ikgadējam investīcijām un nolietojumu;</li> <li>• modelī tiek pieņemts, ka kapitāls ir mobils starp nozarēm, bet ne starp reģioniem;</li> </ul>
Investīcijas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• katrai nozarei un grupai ir pārpalikums/deficīts, ko aprēķina, no tā ienākumiem/peļņas atņemot tās patēriņu;</li> <li>• globālā procentu likme tiek noteikta tā, lai globālie ieguldījumi būtu izlīdzināti ar globālajiem pārpalikumiem;</li> <li>• uzņēmumi lemj par investīciju līmeni atbilstoši kapitāla cenai un tā aizstāšanas izmaksām;</li> <li>• investīcijas palielina uzņēmumu ražošanas jaudu nākotnē;</li> </ul>
Finanšu nozare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• finanšu nozares atspoguļojumam ir nepieciešama pilnīga finanšu plūsmas uzskaitē, un, izmantojot alternatīvas makroekonomiskās slēguma scenārijus, ir iespējams izmantot arī endogēnās procentu likmes;</li> <li>• tehniski šajā modelī ir ieviests bankas modelis – savācot uzkrājumus ar pārpalikumiem un izsniedzot kredītus ar procentu likmēm;</li> <li>• katra ekonomikas dalībnieka neto aizdevuma pozīcija ir veidota no datiem, kas ietver visus ienākumu avotus, ieskaitot dividendu maksājumus, procentu likmes, parādu maksājumus, obligāciju procentu likmes u.tml., izmantojot Latvijai izveidoto finanšu sociālās uzskaites matricu (<i>social accounting matrix</i>);</li> </ul>
Darba tirgus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kaut arī modelis kopējo darbaspēku iegūst ārpus modeļa (eksogēni), esošā modeļa versija paredz nepilnības, kas maina darbaspēka piedāvājumu (piemēram, izkropļota darba tirgus dēļ rodas piespiedu bezdarbs);</li> <li>• darbaspēka pieprasījums veidojas no uzņēmumu peļņas maksimizēšanas politikas;</li> <li>• darbaspēka piedāvājums ir atkarīgs no mājāsaimniecības lēmuma par izglītību, ko nosaka empīriski noteikta algu likne, kas kalibrēta līdz algas elastībai -0.1 (saskaņā ar zinātnisko literatūru);</li> </ul>
Tirdzniecība	<ul style="list-style-type: none"> <li>• katrs uzņēmums ražo homogēnu produktu, ko, sajaucot ar attiecīgo importēto produktu, iegūst kopējo produkta pieprasījumu;</li> <li>• kopējo iekšzemes pieprasījumu veido mājāsaimniecību, uzņēmumu un valsts sektora pieprasījums pēc produkcijas, kas ir saskaņā ar Armingtona specifikāciju (nozares un sektori izmanto saliktu precī, kas apvieno</li> </ul>

Modeļa bloks	Galvenās iezīmes
	<p>iekšzemē ražotas preces ar importa preces, kuras tiek uzskatītas par nepilnīgiem aizstājējiem);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• salikto preču pircēji minimizē to kopējās izmaksas, lai vietējo un importēto produktu kombinācijas aizstāšanas robežlikme būtu vienāda ar to produktu cenu attiecību;</li> <li>• modelī pieņemts, ka nenotiek tirdzniecība ar elektroenerģijas ražošanas tehnoloģijām un elektroenerģijas sadali (elektroenerģijas tirdzniecība notiek tikai pārvades/transmisijas sektorā);</li> </ul>
<p>Enerģijas un siltumnīcefektu gāzu emisijas atspoguļojums</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• modelis aptver visas siltumnīcefektu gāzu (SEG) emisijas un to iespējamus avotus, kā arī emisiju samazināšanas iespējas;</li> <li>• izmantojot detalizētu energosistēmas, transporta un elektroenerģijas ražošanas attēlojumu, modelis spēj detalizēti izpētīt dažādu enerģētikas un klimata politiku ietekmi (piemēram, oglekļa cenas, efektivitātes standarti, CO<sub>2</sub> standarti automašīnām, atbalsts atjaunojamiem enerģijas avotiem).</li> </ul>

Avots: autoru veidotā tabula, pamatojoties uz dokumentu D31\_CGEReview\_E3M\_13052022.pdf.

Mūsaprāt, šajā apkopojumā ir ietvertas galvenās pamata iezīmes, lai varētu novērtēt ekonomiku dažādos klimata politikas scenārijos, tomēr iztrūkst sasaistes tehniskās detaļas ar enerģētikas modeļiem (minēta tikai vispārīga informācija par enerģijas un SEG emisiju atspoguļojumu un vispārīga mīkstās sasaistes procedūra). Turpmākajās modeļa versijās nepieciešams ietvert sīkāku analīzi ar sasaistes iespējām un to, kādā veidā konkrēti modeļa dati tiks nodoti un saņemti no enerģētikas modeļa un kādi pārveidojumi vai tulkošanas modeļi ir nepieciešami ekonomikas modeļi, lai saskaņotu abus modeļus.

Ir arī dažas citas detaļas, kuras mēs saskatām, ka ir jāpapildina. Pētījums, kurā tika novērtēta lauksaimniecības sektora reakcija uz lauksaimniecības ražošanas apjomiem, lauksaimniecības produktu un to importa cenām, ienākumiem un struktūru, uzsver, ka šai nozarei ir jāpievērš pastiprināta uzmanība klimata politikas scenāriju analīzē. Pie tam pozitīvas izmaiņas attiecībā uz klimatneitralitātes mērķu sasniegšanu nevar notikt bez dziļas nozares transformācijas gan tās struktūras, gan izmantoto tehnoloģiju ziņā (Was, et al., 2021). Arī finansiālā sloga novērtēšana saimniecībām, ieviešot obligātos emisiju maksājumus, un budžeta sloga novērtēšana, sniedzot subsīdijas tām saimniecībām, kuras samazina emisijas, ir būtiska Latvijas kopējās ekonomikas novērtēšanā. Mūsaprāt, lauksaimniecības sektors ir pietiekami būtisks arī Latvijā, tāpēc tam vajadzētu koncentrēt vairāk uzmanības ekonomikas modelēšanā.

Tāpat zinātniskajā literatūrā CGE modelī ir ieviests stilizēts pieņēmums, ka oglekļa dividendes ir vienādas visām majsaimniecībām, arī augsto ienākumu majsaimniecību grupai. Šī īpatnība mākslīgi ģenerē ienākumus enerģētiski nabadzīgajām grupām (parasti zemo ienākumu majsaimniecības grupai). Pie tam pētījuma scenāriji liecina, ka labklājības sistēmas īpatnības valstī var ietekmēt oglekļa cenu noteikšanas sadalījuma ietekmi. Indeksējot esošos sociālos pabalstus patēriņa cenām, kas pieaug klimata politikas rezultātā, ir tendence mazināt labklājības zaudējumus majsaimniecībām ar zemiem ienākumiem, taču tas nav pietiekami, lai līdzsvarotu izdevumu efektus (Vandyck, et al., 2021). Līdzīga situācija arī var veidoties citos aspektos, jo majsaimniecību

grupas uzvedas atšķirīgi ne tikai pret enerģijas izmantošanu, bet arī pret tehnoloģiju pieprasījumu, cenām, investīciju piesaisti un citiem ekonomikas jautājumiem. Pie tam mājsaimniecību dalīšana grupās ļauj noteikt ekonomikai nozīmīgo ienākumu nevienlīdzības vai Džini rādītāju, lai novērtētu, vai klimata politikas scenāriji neradīs vēl lielāku plaisu starp turīgajiem un nabadzīgajiem. Ekonomikas ministrija ir atzinusi ienākumu nevienlīdzības rādītāja nozīmi, jo vidējais ienākumu rādītājs neatbaid visu mājsaimniecību aktuālo situāciju. Mēs piekrītam, ka ienākumu nevienlīdzības novērtējumam modeļi ir jābūt pieejamam.

Papildus tam vienā no pētījumiem ticis ieviests CO<sub>2</sub> nodoklis, palielinot esošā nodokļa (patēriņa nodokli) apmēru dažiem vai visiem patērētājiem. Ieviešot CO<sub>2</sub> nodokli ievades izmaksas precēm, kas rada daudz CO<sub>2</sub> izmešus, būs lielākas nekā citām precēm, tāpēc modelis tieksies mainīt enerģijas tehnoloģijas uz dabai draudzīgākām, lai sasniegtu jauno līdzsvaru. Enerģētikas modelis arī darbojas līdzīgi (ar pieprasījumu pēc tehnoloģijām), līdz ar to tas varētu nodrošināt vēl labāku optimālo zemāko izmaksu risinājumu (Wiebe, et al., 2017). Tā ir vēl viena no detaļām, ko varētu ieviest nākamajās ekonomikas modeļa versijās, konsultējoties ar E3 Modelling ekspertiem.

## Izmantotā literatūra

- Abrell, J. & Rausch, S., 2016. Cross-country electricity trade, renewable energy and European transmission infrastructure policy. *Journal of Environmental Economics and Management*, Volume 79, p. 87–113.
- Andersen, K. S., Termansen, L. B., Gargiulo, M. & Gallachoir, B. P., 2019. Bridging the gap using energy services: Demonstrating a novel framework for soft linking top-down and bottom-up models. *Energy*, Volume 169, pp. 277-293.
- Capros, P. et al., 2012. Transformations of the energy system in the context of the decarbonisation of the EU economy in the time horizon to 2050. *Energy Strategy Reviews*, pp. 85-96.
- Dai, H. et al., 2016. Closing the gap? Top-down versus bottom-up projections of China's regional energy use and CO<sub>2</sub> emissions. *Applied Energy*, Volume 162, pp. 1355-1373.
- Fortes, P., Pereira, R., Pereira, A. & Seixas, J., 2014. Integrated technological-economic modeling platform for energy and climate policy analysis. *Energy*, Volume 73, pp. 716-730.
- Frei, C. W., Haldi, P. A. & Sarlos, G., 2003. Dynamic formulation of a top-down and bottom-up merging energy policy model. *Energy Policy*, 31(10), pp. 1017-1031.
- Gabriel, S. A., Kydes, A. S. & Whitman, P., 2001. The national energy modeling system: a large-scale energy-economic equilibrium model. *Operations Research*, 49(1), pp. 14-25.
- Helgesen, P. I., 2013. *Top-down and Bottom-up: Combining energy system models and macroeconomic general equilibrium models. CenSES working paper 1/2013.* [Online] Available at: <https://www.ntnu.no/censes/working-papers>
- Helgesen, P. I. & Tomasgard, A., 2018. From linking to integration of energy system models and computational general equilibrium models – Effects on equilibria and convergence. *Energy*, Volume 159, pp. 1218-1233.
- Herbst, A., Toro, F., Reitze, F. & Jochem, E., 2012. Introduction to Energy Systems Modelling. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, Volume 148, p. 111–135.



- Holz, F., Ansari, D., Egging, R. & Helgesen, P. I., 2016. *Hybrid modelling: linking and integrating top-down and bottom-up models*. s.l., the H2020 project, SET-Nav.
- Keramidas, K., Kitous, A., Despres, J. & Schmitz, A., 2017. *POLES-JRC model documentation*. [Online] Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2a03544b-f1f6-11e8-9982-01aa75ed71a1/language-en>
- Krook-Riekkola, A., Berg, C., Ahlgren, E. O. & Söderholm, P., 2017. Challenges in top-down and bottom-up soft-linking: lessons from linking a Swedish energy system model with a CGE model. *Energy*, Volume 141, pp. 803-817.
- Labriet, M., Kanudia, A. & Loulou, R., 2012. Climate mitigation under an uncertain technology future: A TIAM-World analysis. *Energy Economics*, Volume 34, pp. S366-S377.
- Prina, M. G. et al., 2020. Classification and challenges of bottom-up energy system models - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 129.
- Vandyck, T. et al., 2021. Climate policy design, competitiveness and income distribution: A macro-micro assessment for 11 EU countries. *Energy Economics*, Volume 103.
- Was, A. et al., 2021. Towards Climate Neutrality in Poland by 2050: Assessment of Policy Implications in the Farm Sector. *Energies*, 14(22), pp. 7595-7621.
- Wiebe, K. S., Egging, R. G., Helgesen, P. I. & Perez-Valdes, G. A., 2017. *A three-model linkage for energy-economics-environmental analysis TIMES, REMES, and EXIOBASE*. [Online].

## Pielikums 2. Atsevišķu enerģētikas un klimata politikas pasākumu ietekmes izvērtējums ar VLA modeli

### Scenārijs 1 - oglekļa dioksīda nodokļa celšana

Pirmais scenārijs paredz straujāku oglekļa dioksīda nodokļa celšanu nekā bāzes scenārijā. Kvantitatīvi – ieņēmumi no oglekļa dioksīda nodokļa (katru gadu no 2025. līdz 2050. gadam) ir par 50% lielāki nekā bāzes scenārijā atbilstoši zemāk redzamajai tabulai:

**Tabula 1. Oglekļa dioksīda nodokļa prognozētie ieņēmumi (Latvija; milj. eiro; 2025. – 2050. gadā)**

Gads	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Bāzes scenārijs	39	58	97	154	231	289
Oglekļa dioksīda nodokļa celšanas scenārijs	58	87	145	231	346	433

Avots: autoru izstrāde.

Paredzēts, ka šie papildu nodokļa ieņēmumi tiek izmantoti valsts budžeta deficīta segšanai (jeb uzlabo budžeta bilanci). Tādējādi nauda tiek izņemta no tautsaimniecības apgrozības, kas nosaka šī scenārija negatīvu ietekmi uz iekšzemes kopproduktu (IKP) un pārējiem ekonomiskās aktivitātes rādītājiem. VLA rodelis paredz arī alternatīvu naudas izlietojumu – papildu nodokļu ieņēmumi var tikt izmaksāti mājāsaimniecībām sociālo pabalstu veidā, uzņēmumiem ražošanas subsīdijas veidā vai par šo naudas summu var tikt samazināti citi nodokļi. Katrs no šiem alternatīviem naudas izlietojuma variantiem paredz mazāku ietekmi uz ekonomiskās aktivitātes rādītājiem.

Oglekļa dioksīda nodokļa celšanai ir negatīva ietekme uz IKP, kas pakāpeniski pieaug laika gaitā (tas atspoguļo arvien lielāku oglekļa dioksīda nodokļa papildu slogu). Reālā IKP līmenis 2050. gadā ir gandrīz par 0,4% mazāks nekā bāzes scenārijā (kurā oglekļa dioksīda nodokļa likmes pieaug mērenāk). Samazinās visas IKP komponentes – visvairāk privātais patēriņš (kas 2050. gadā ir gandrīz par 1,0% mazāks nekā bāzes scenārijā; 1. attēls).

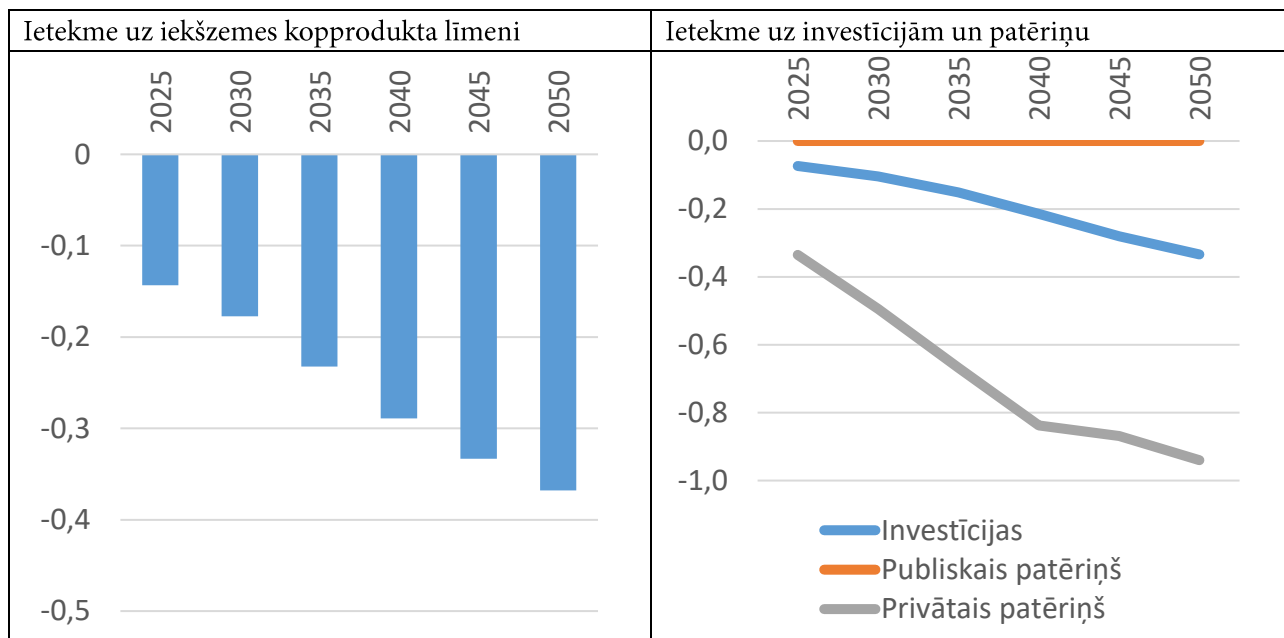
Oglekļa dioksīda nodokļa celšanai ir negatīva ietekme uz produktivitāti (IKP uz nodarbināto), samazinās arī nodarbināto skaits (katrs no šiem rādītājiem 2050. gadā ir par 0,2% mazāks nekā bāzes scenārijā; 2. attēls).

Mazāks darbaspēka pieprasījums nosaka augstāku bezdarbu un zemākas algas. Bezdarba līmenis 2050. gadā ir par 0,2 procentpunktiem lielāks nekā bāzes scenārijā. Savukārt vidējā alga nominālā izteiksmē ir gandrīz par 0,7% mazāka (3. attēls). Scenārijs nedaudz samazina patēriņa cenu līmeni; šis neintuitīvs rezultāts atspoguļo ražošanas izmaksu samazinājumu darbietilpīgās nozarēs kas nav energointensīvas (zemāku darbaspēka izmaksu dēļ), kā arī energo intensīvu nozaru īpatsvara sarukumu tautsaimniecībā. Vienlaikus energointensīvās nozarēs vērojams būtisks ražošanas izmaksu palielinājums. Scenārijs samazina Latvijas importu vairāk nekā eksportu, tādējādi nedaudz uzlabojot Latvijas tirdzniecības bilanci (4. attēls).

Scenārijs palielina valsts budžeta ieņēmumus. Kopējie budžeta ieņēmumi 2050. gadā ir par 0,6% lielāki nekā bāzes scenārijā (5. attēls). Taču dažu nodokļu ieņēmumi samazinās (pievienotās vērtības nodoklis, tiešie nodokļi, valsts sociālās apdrošināšanas obligātās iemaksas), ko nosaka zemāka ekonomiskā aktivitāte (tajā skaitā zemāks IKP) un zemāks cenu līmenis. Valsts budžeta bilanci pozitīvi ietekmēs arī zemāki izdevumi, kurus nosaka zemāka vidējā alga un zemāks cenu līmenis.

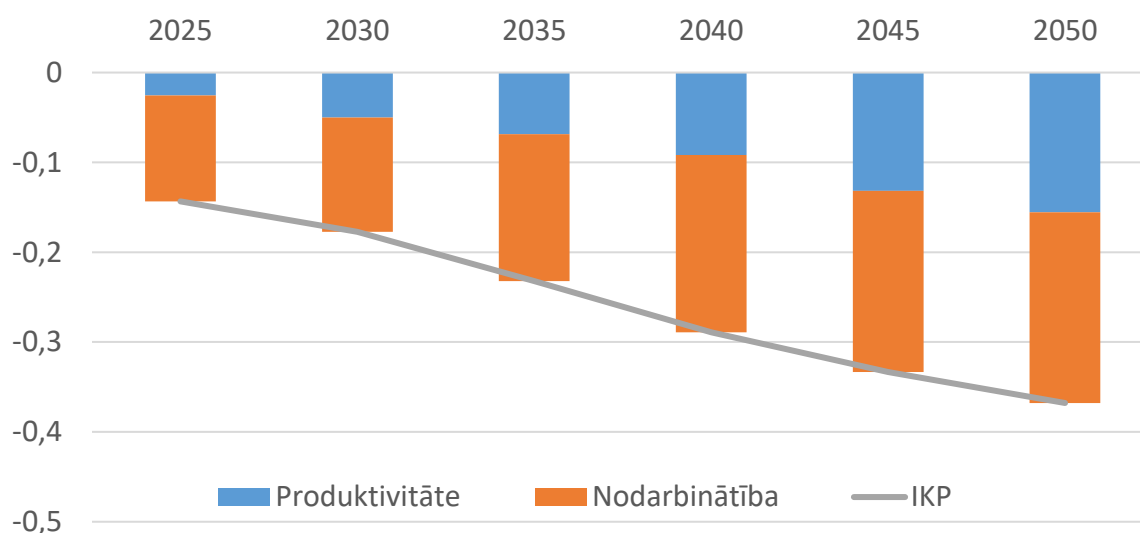
Scenārija ietekme uz dažādām tautsaimniecības nozarēm nav viendabīga (6. attēls). Energointensīvu nozaru pievienotā vērtība samazinās – visvairāk gaisa transportam, sauszemes transportam un nemetālisko minerālu izstrādājumu ražošanā. Tajā pat laikā pievienotā vērtība pieaug zemu emisiju enerģijas ražotājiem (biomasa, biodeģviela, ūdeņradis) un darbietilpīgām nozarēm (kas iegūst no zemākām darbaspēka izmaksām).

**Attēls 1. Oglekļa dioksīda nodokļa celšanas ietekme uz Latvijas iekšzemes kopprodukta līmeni un tā iekšzemes komponentēm (%; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



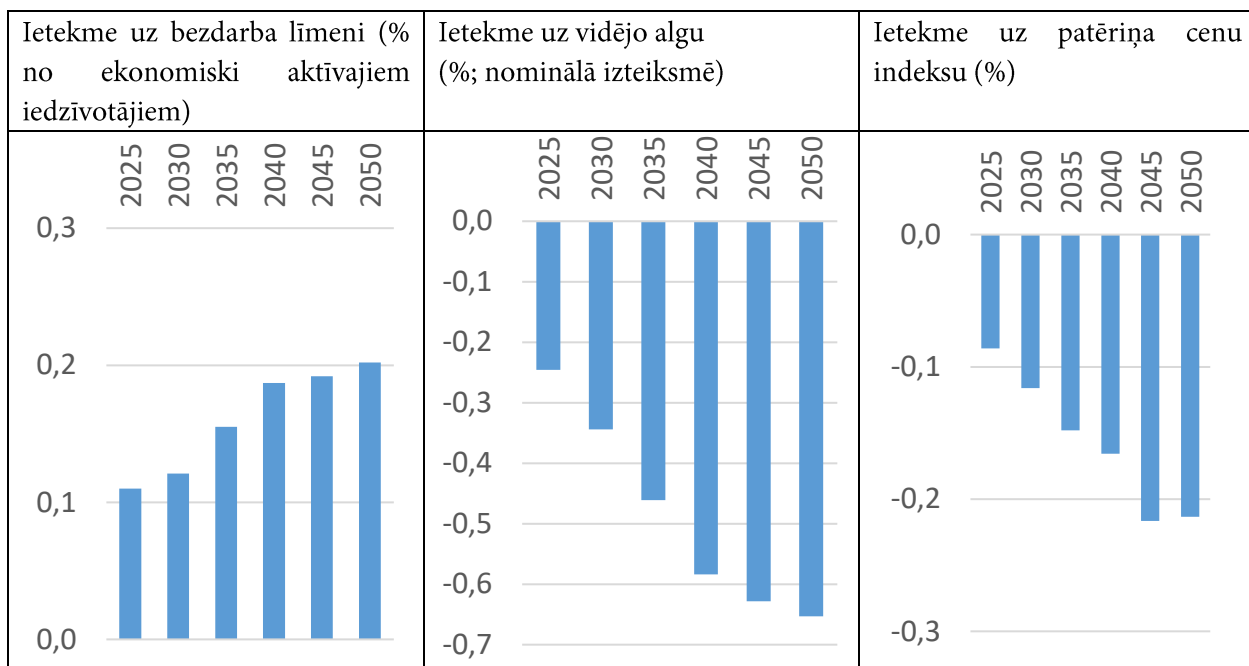
Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 2. Oglekļa dioksīda nodokļa celšanas ietekmes uz Latvijas iekšzemes kopproduktu dekompozīcija uz produktivitāti un nodarbinātību (procentpunkti; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



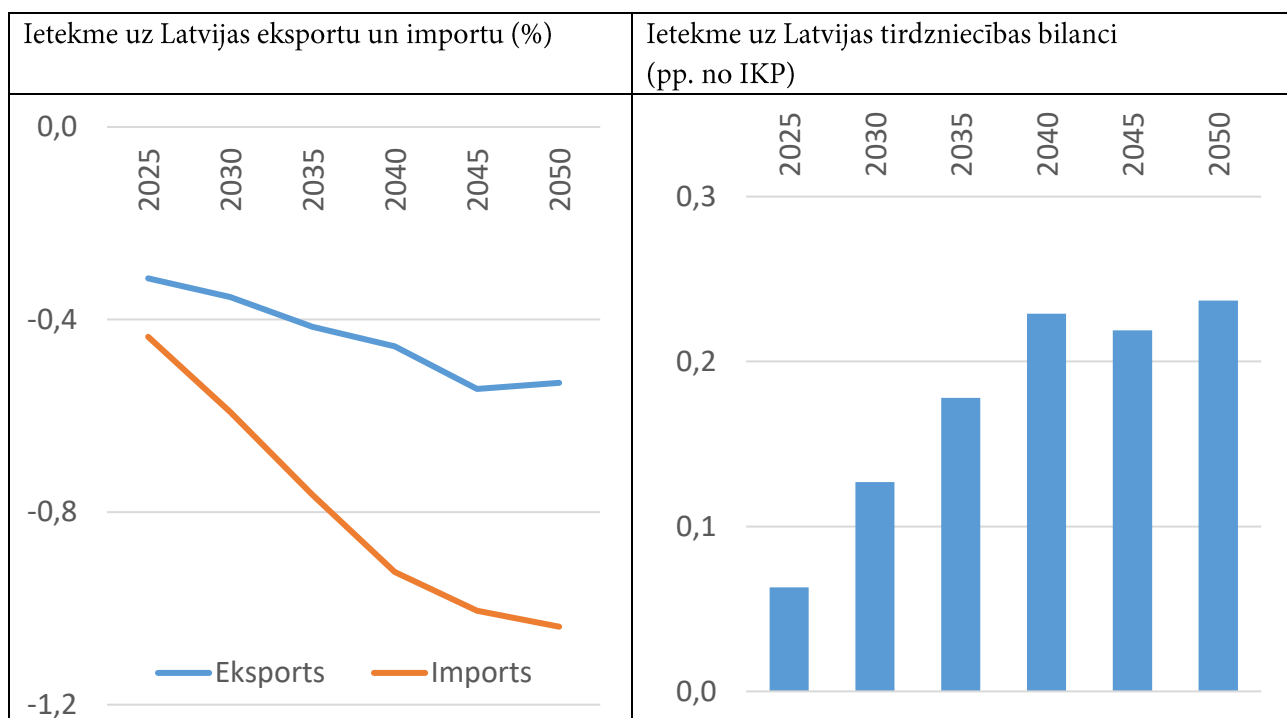
Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 3. Oglekļa dioksīda nodokļa celšanas ietekme uz bezdarba līmeni, vidējo algu un patēriņa cenām Latvijā (salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



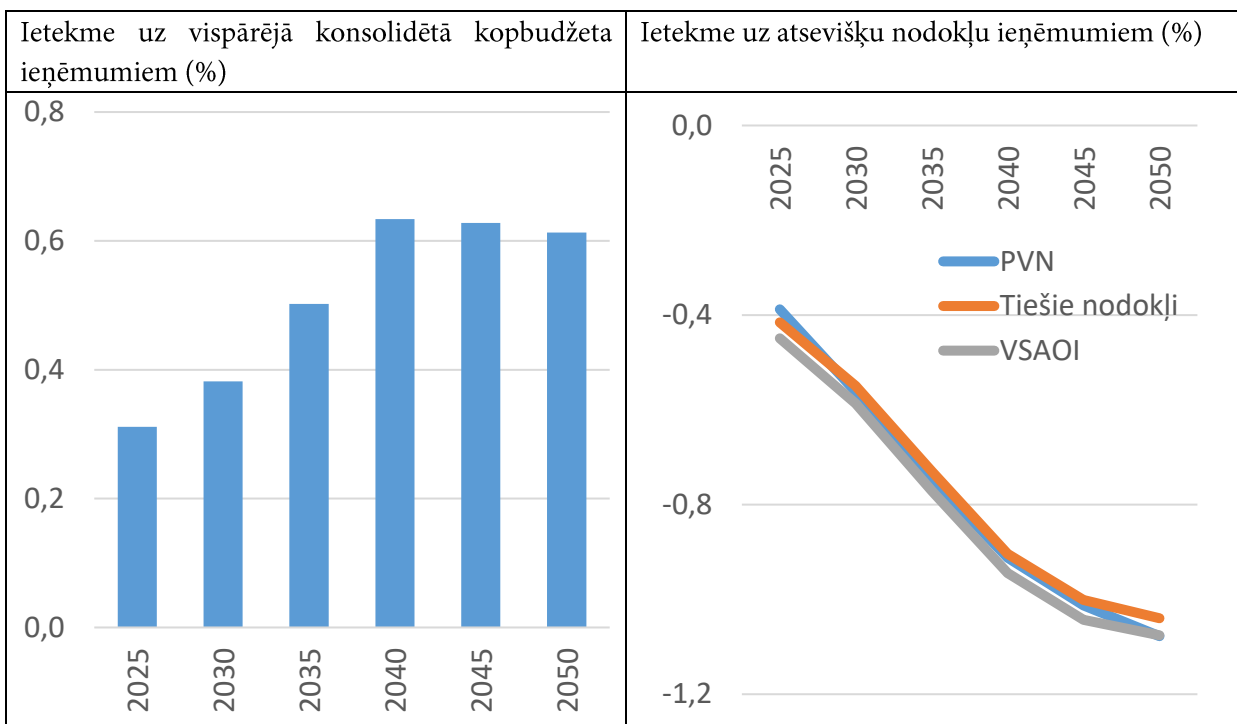
Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 4. Oglekļa dioksīda nodokļa celšanas ietekme uz Latvijas eksportu, importu un tirdzniecības bilanci (salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



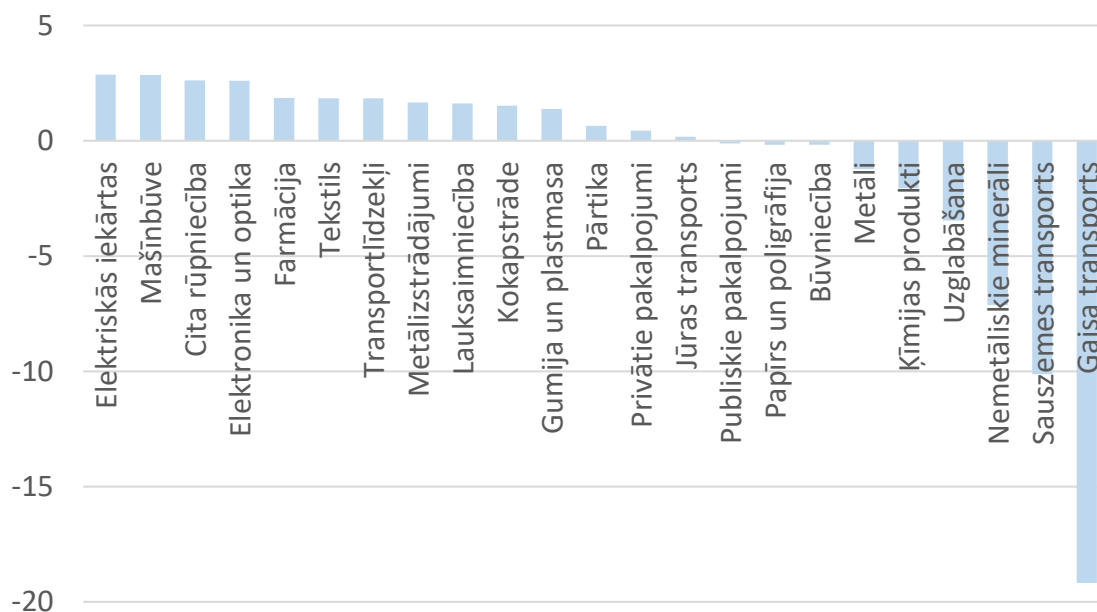
Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 5. Oglekļa dioksīda nodokļa celšanas ietekme uz Latvijas vispārējā konsolidētā kopbudžeta ieņēmumiem un atsevišķu nodokļu ieņēmumiem (%; salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 6. Oglekļa dioksīda nodokļa celšanas ietekme uz pievienoto vērtību nozaru dalījumā (%; 2050. gadā; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

## Scenārijs 2 – investīcijas ēku energoefektivitātē

Investīciju programmas paredz ēku energoefektivitātē katru gadu ieguldīt 200 – 500 milj. eiro saskaņā ar 1. tabulas plānu. Daļa investīciju ir ES fondi un nacionālais publiskais finansējums, daļa – privātais līdzfinansējums (privātā līdzfinansējuma daļa aplēsta atbilstoši attiecīgo programmu atbalsta intensitātei). Daļa investīciju ir saskaņā ar pašreiz realizējamām programmām, daļa – saskaņā ar plānotām programmām. Tā kā VLA modeļi nav konkrēti noteikti atsevišķi ēku energoefektivitātes pakalpojumi (t.i., VLA modeļis ēku siltināšanu neatšķir no, piemēram, jaunās dzīvojamās ēkas vai rūpnīcas uzbūvi), tad šīs investīcijas tiek piesaistītas visām būvniecības nozarē ražotajām precēm un pakalpojumiem. Tiek pieņemts, ka tās ir papildu investīcijas, kas nesamazina privātās vai publiskās investīcijas citām jomām vai privāto un publisko patēriņu, kā arī šo publisko investīciju finansēšanai netiek celti nodokļi.

**Tabula 2. Ikgadējo investīciju apjoms ēku energoefektivitātē (dzīvojamo māju atjaunošana; publisko ēku atjaunošana; komercdarbībā izmantojamo ēku energoefektivitātē; milj. eiro)**

2023.–2024. gadā	2025.–2027. gadā	2028.–2029.gadā	2030.-2050. gadā
201	303	498	297

Avots: Ekonomikas ministrija.

Šīm investīciju programmām kopumā ir pozitīva ietekme uz IKP, kas pakāpeniski pieaug laika gaitā. Tas atspoguļo gan fiziskā kapitāla apjoma pieauguma ilgtermiņa ietekmi uz tautsaimniecību, gan arī investīciju nepārtrauktību (naudas summas tiek ieguldītas katru gadu). Reālā IKP līmenis 2050. gadā ir par 8,0% lielāks nekā neīstenojot ēku energoefektivitātes programmas. Palielinās visas IKP komponentes – ne tikai kopējais investīciju līmenis (kas ir par 21,0% lielāks nekā bāzes scenārijā; 7. attēls), bet arī notiek transmisija uz citām IKP komponentēm - piemēram, privāto patēriņu, eksportu un importu.

Ēku energoefektivitātes programmām ir pozitīva ietekme uz produktivitāti, palielinās arī nodarbināto skaits. Produktivitātes līmenis 2050. gadā ir par 6,1% lielāks nekā neīstenojot ēku energoefektivitātes programmas, savukārt nodarbināto skaits ir par 1,9% lielāks (8. attēls).

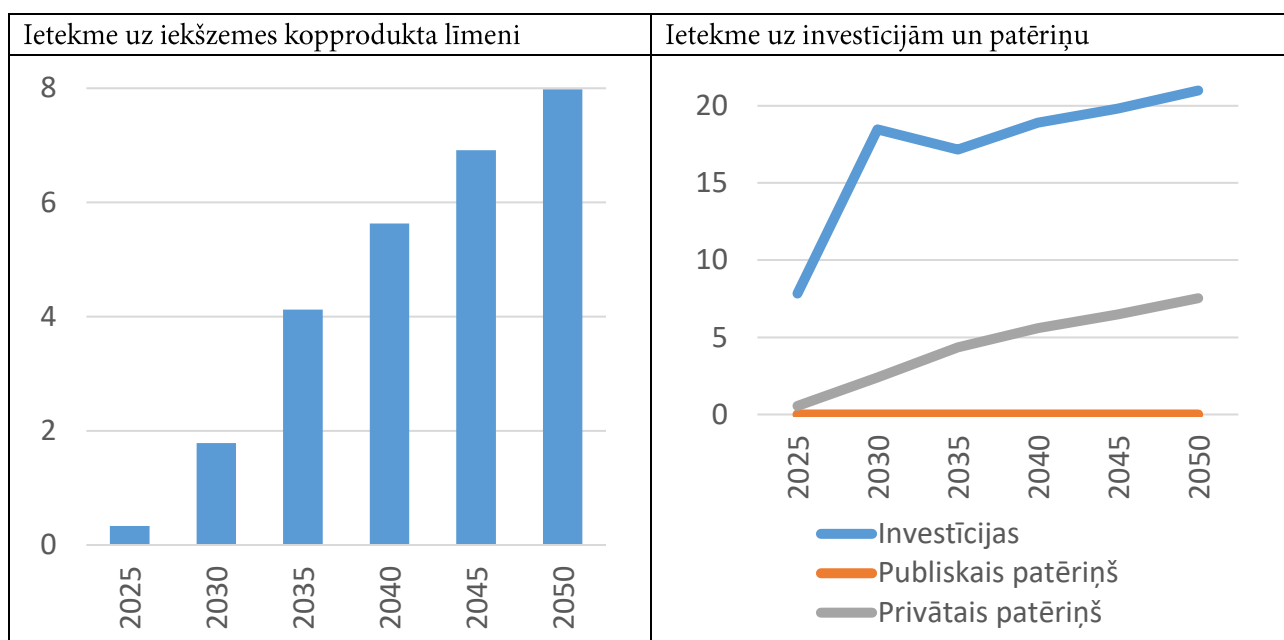
Lielāks darbaspēka pieprasījums nosaka zemāku bezdarbu un augstākas algas. Bezdarba līmenis 2050. gadā ir par 1,9 procentpunktiem mazāks nekā neīstenojot investīciju programmas. Savukārt vidējā alga nominālā izteiksmē ir par 3,9% lielāka. Investīciju programmu īstenošana nedaudz palielina patēriņa cenu līmeni īstermiņā (tautsaimniecības augšupejas ietekmē), bet samazina to ilgtermiņā (9. attēls; investīcijas vairo tautsaimniecības kapacitāti jeb potenciālo IKP). Vidējā alga reālā izteiksmē pieaug nedaudz mazāk nekā produktivitāte (šie rādītāji 2050. gadā ir attiecīgi par 4,7% un 6,1% lielāki nekā neīstenojot investīciju programmas). Tādējādi šo programmu īstenošana nedaudz samazina vienības darbaspēka izmaksas un algu-produktivitātes plaisu.

Investīciju programmu īstenošana palielina Latvijas importu vairāk nekā eksportu, tādējādi nedaudz pasliktinot Latvijas tirdzniecības bilanci (10. attēls). Šeit gan nav ņemts vērā, ka ēku energoefektivitātes programmas ļaus mazināt energoresursu patēriņu un tādējādi arī energoresursu importu.

Investīciju programmu īstenošana palielina valsts budžeta ieņēmumus. Budžeta ieņēmumi 2050. gadā ir par 6,4% lielāki nekā neīstenojot ēku energoefektivitātes programmas. VLA modeļa detalizācija arī sniedz iespēju novērtēt ietekmi uz atsevišķiem nodokļu ieņēmumiem (pievienotās vērtības nodoklis, tiešie nodokļi, valsts sociālās apdrošināšanas obligātās iemaksas; 11. attēls).

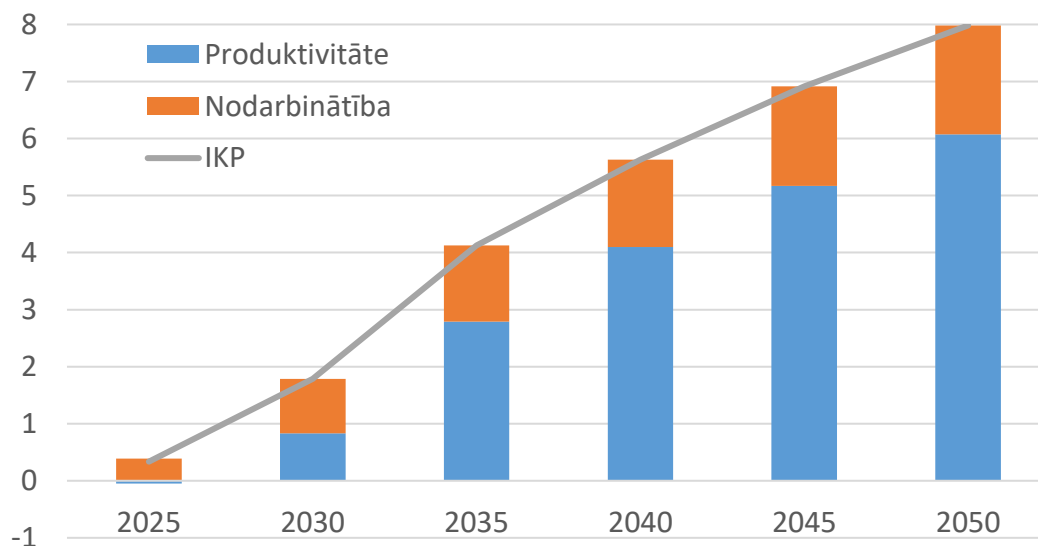
Investīciju programmu īstenošana palielina pievienoto vērtību vairākās tautsaimniecības nozarēs. Tajā skaitā būtiski pieaug būvniecības nozares pievienotā vērtība – 2035. gadā tā ir par 13,6% lielāka nekā neīstenojot ēku energoefektivitātes programmas (12. attēls).

**Attēls 7. Investīciju būvniecībā ietekme uz Latvijas iekšzemes kopprodukta līmeni un tā iekšzemes komponentēm (%; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



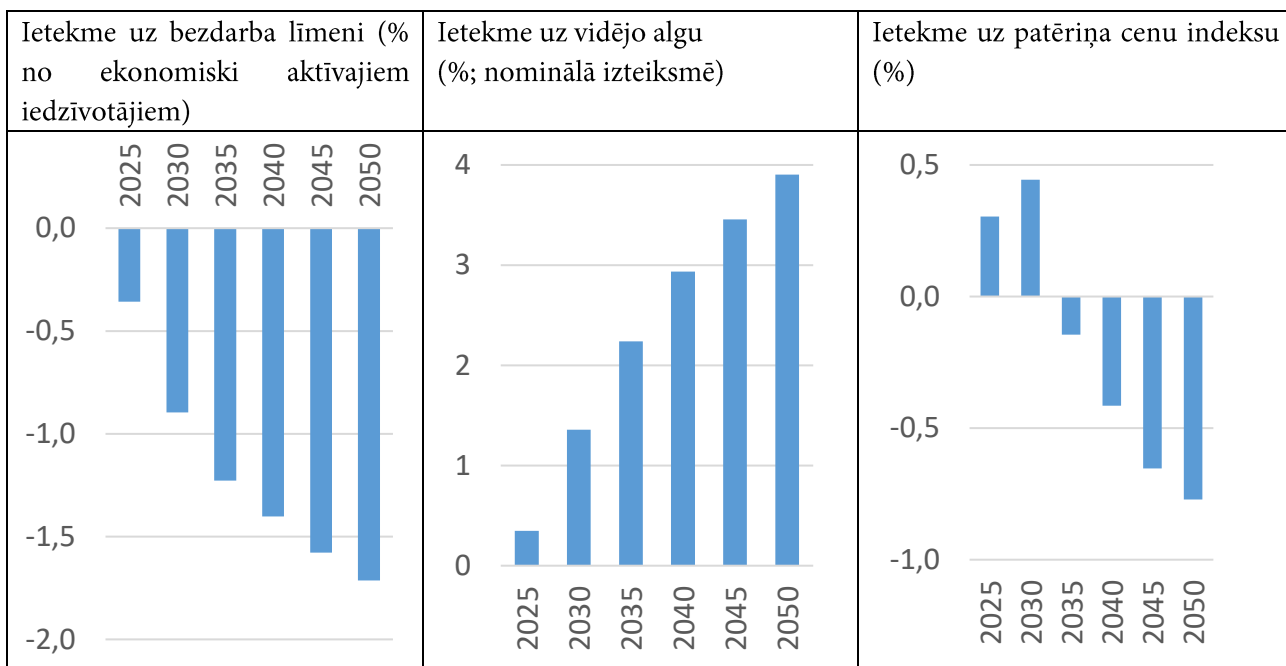
Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 8. Investīciju būvniecībā ietekmes uz Latvijas iekšzemes kopproduktu dekompozīcija uz produktivitāti un nodarbinātību (procentpunkti; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



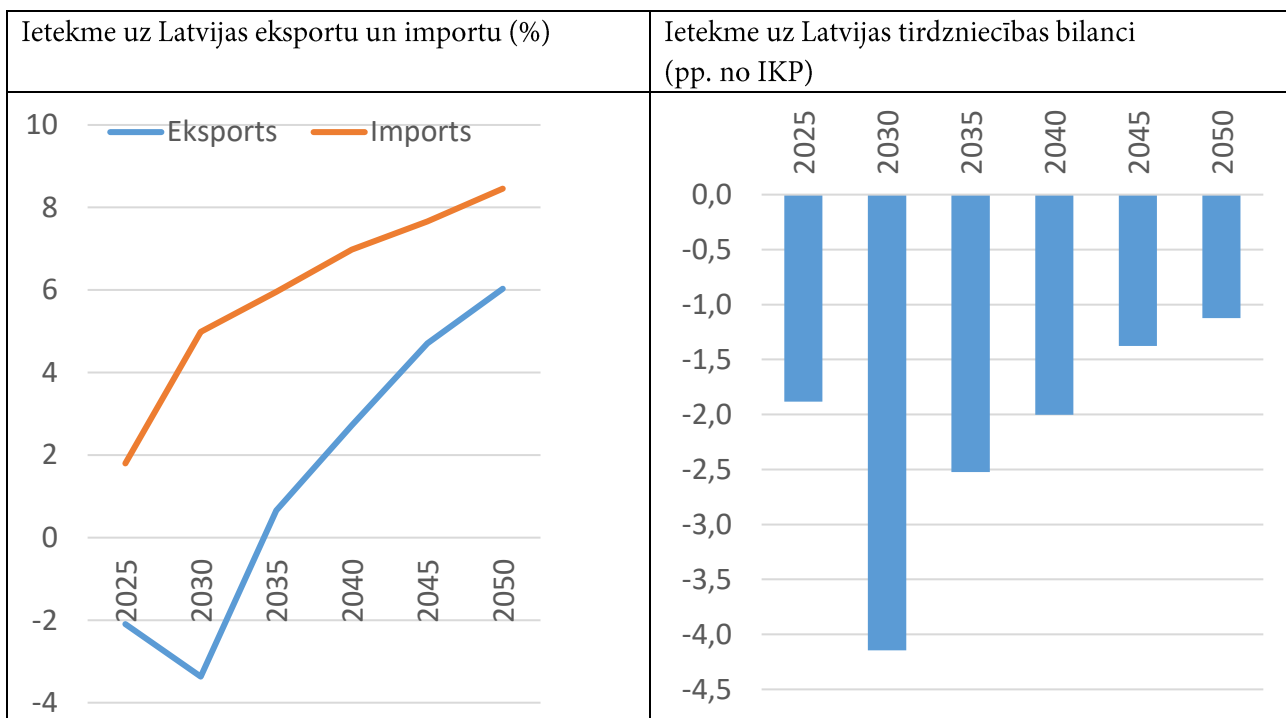
Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 9. Investīciju būvniecībā ietekme uz bezdarba līmeni, vidējo algu un patēriņa cenām Latvijā (salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

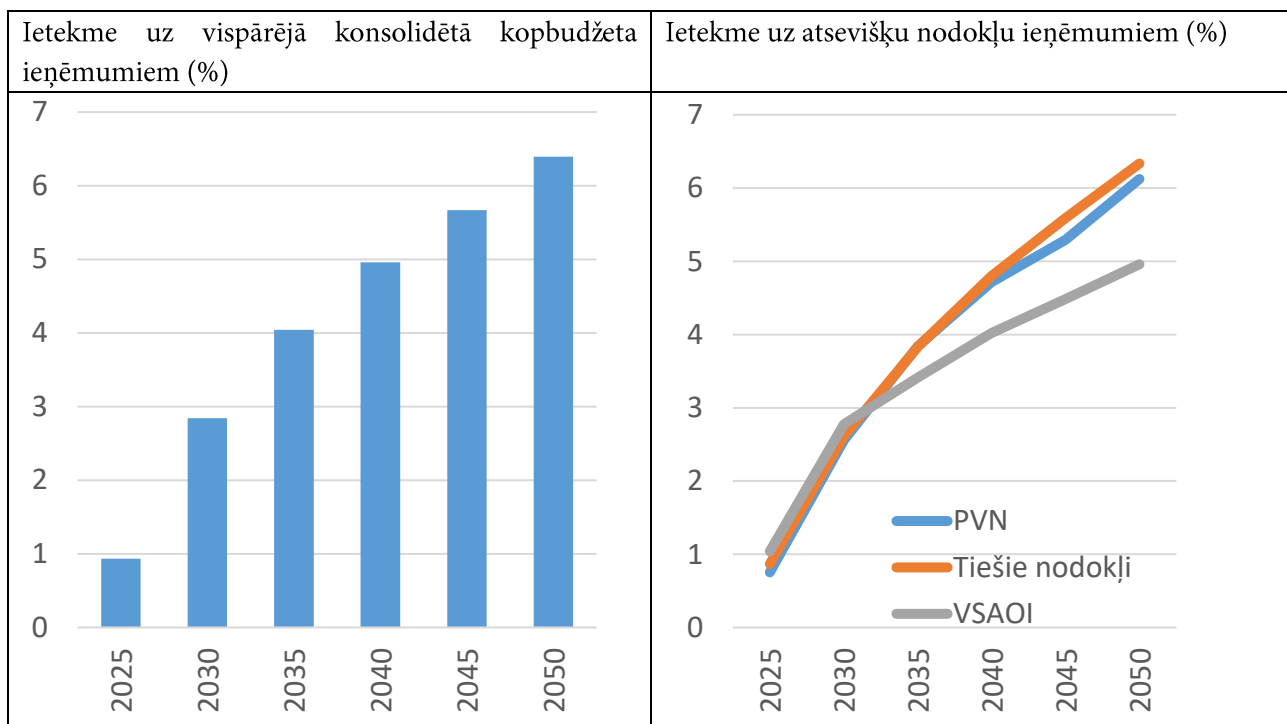
**Attēls 10. Investīciju būvniecībā ietekme uz Latvijas eksportu, importu un tirdzniecības bilanci (salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

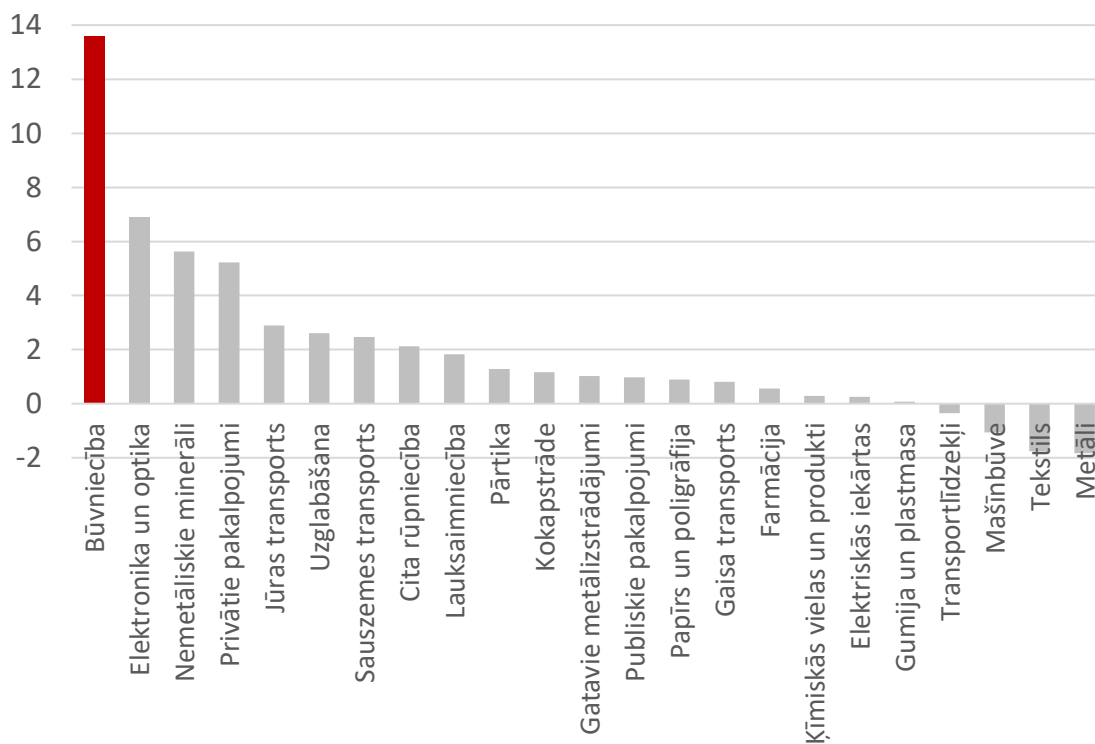


**Attēls 11. Investīciju būvniecībā ietekme uz Latvijas vispārējā konsolidētā kopbudžeta ieņēmumiem un atsevišķu nodokļu ieņēmumiem (%; salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 12. Investīciju būvniecībā ietekme uz pievienoto vērtību nozaru dalījumā (%; 2035. gadā; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

### Scenārijs 3 – akcīzes nodokļa pieaugums degvielai

Trešais scenārijs paredz akcīzes nodokļu likmju pieaugumu degvielai divas reizes, kas būtu saistošs gan mājsaimniecībām, gan uzņēmumiem. Šis akcīzes nodokļa kāpums notiek 2025. gadā; paaugstinātās akcīzes nodokļa likmes ir spēkā līdz 2050. gadam atbilstoši zemāk redzamajai tabulai:

**Tabula 3. Akcīzes nodokļa likmes degvielai (Latvija; %, 2025. – 2050. gadā)**

Gads	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Bāzes scenārijs	46.3	45.2	44.2	39.9	37.1	33.0
Akcīzes nodokļa pieauguma degvielai scenārijs	92.6	90.3	88.5	79.8	74.2	66.0

Avots: autoru izstrāde.

Akcīzes nodokļa likmju pieauguma dēļ nedaudz samazinās degvielas patēriņš, tāpēc degvielas akcīzes nodokļa ieņēmumi (salīdzinājumā ar bāzes scenāriju) pieaug mazāk nekā divas reizes:

**Tabula 4. Ieņēmumi no akcīzes nodokļa degvielai (Latvija; milj. eiro; 2025. – 2050. gadā)**

Gads	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Bāzes scenārijs	492	455	356	184	146	107
Akcīzes nodokļa pieauguma degvielai scenārijs	880	818	644	329	263	194

Avots: autoru izstrāde.

Paredzēts, ka šie papildu nodokļa ieņēmumi tiek izmantoti valsts budžeta deficīta segšanai (jeb uzlabo budžeta bilanci). Gadījumā, ja papildu nodokļa ieņēmumi tiktu atkal ielūdināti ekonomikā (caur sociāliem pabalstiem mājsaimniecībām, ražošanas subsīdijām uzņēmumiem vai pārējo nodokļu samazinājumu) negatīva ietekme uz IKP un citiem ekonomiskās aktivitātes rādītājiem būtu mazāka.

Akcīzes nodokļa kāpuma ietekme uz gandrīz visiem makroekonomiskiem rādītājiem īstermiņā ir lielāka nekā ilgtermiņā, ko nosaka mazāka akcīzes nodokļa ieņēmumu starpība starp bāzes un ietekmes scenāriju pārskata perioda beigās (nodokļu likmju samazinājums % izteiksmē var atspoguļot naftas cenu kāpumu; savukārt nodokļu ieņēmumu salīdzinoši straujāks samazinājums var atspoguļot mazāku degvielas patēriņu).

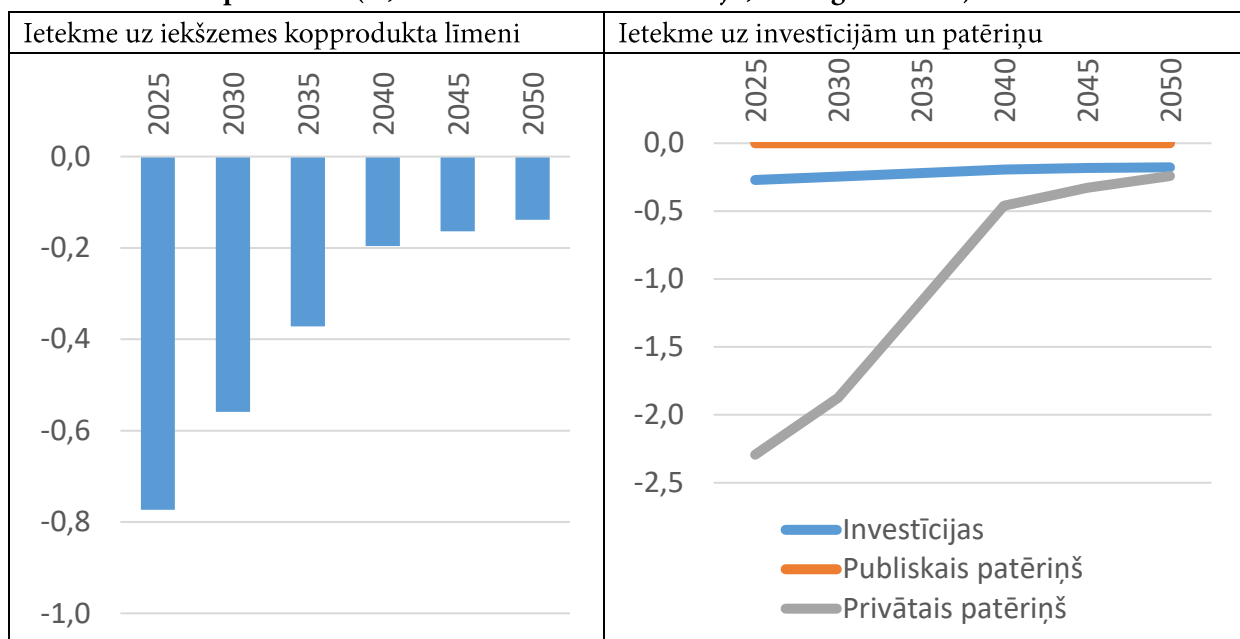
Akcīzes nodokļa kāpumam degvielai ir negatīva ietekme uz IKP. Reālā IKP līmenis 2025. gadā ir par 0,8% mazāks nekā bāzes scenārijā (13. attēls). Samazinās visas IKP komponentes – visvairāk privātais patēriņš (kas 2025. gadā ir gandrīz par 2,3% mazāks nekā bāzes scenārijā) un imports, savukārt negatīva ietekme uz investīcijām un eksportu nav būtiska.

Scenārija negatīva ietekme uz IKP, īpaši īstermiņā, galvenokārt izpaužas nodarbinātības kritumā. Piemēram, 2025. gadā nodarbināto skaits ir par 0,9% mazāks nekā bāzes scenārijā. Savukārt produktivitātes pārmaiņas nav būtiskas (14. attēls).

Mazāks darbaspēka pieprasījums nosaka augstāku bezdarbu un zemākas algas. Bezdarba līmenis 2025. gadā ir par 0,8 procentpunktiem lielāks nekā bāzes scenārijā. Savukārt vidējā alga nominālā izteiksmē ir par 1,4% mazāka. Īstermiņā lielāks akcīzes nodoklis degvielai būtiski palielina patēriņa cenu līmeni (2025. gadā par 0,8%); taču ilgtermiņā ietekme uz patēriņa cenām nav nozīmīga (15. attēls).

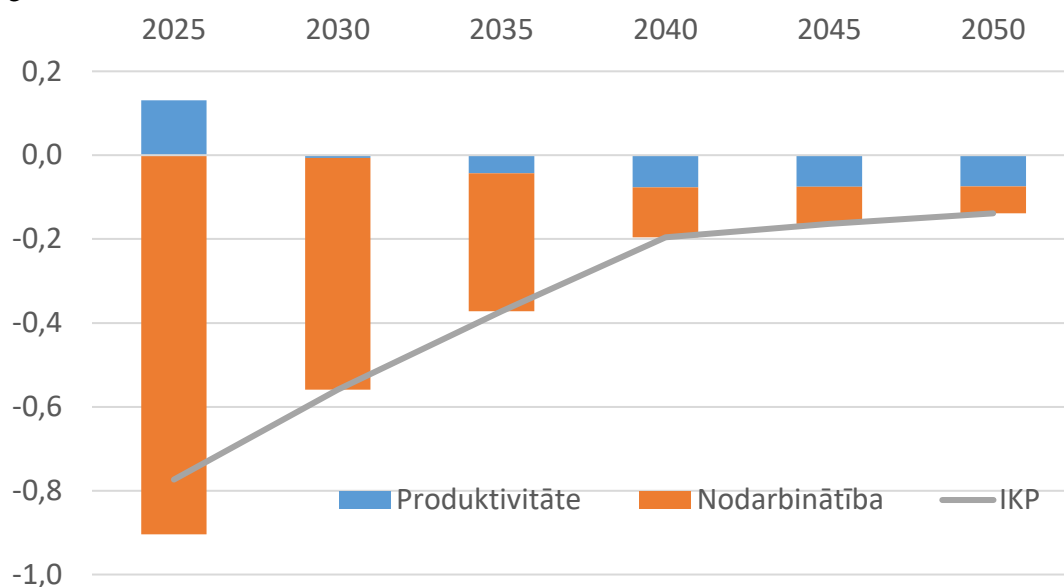
Akcīzes nodokļa kāpums degvielai samazina degvielas patēriņu. Latvija importē degvielu, tāpēc akcīzes nodokļa pieauguma scenārijā samazinās imports un uzlabojas Latvijas tirdzniecības bilance (īpaši īstermiņā; 16. attēls).

**Attēls 13. Akcīzes nodokļa pieauguma degvielai ietekme uz Latvijas iekšzemes kopprodukta līmeni un tā iekšzemes komponentēm (%; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

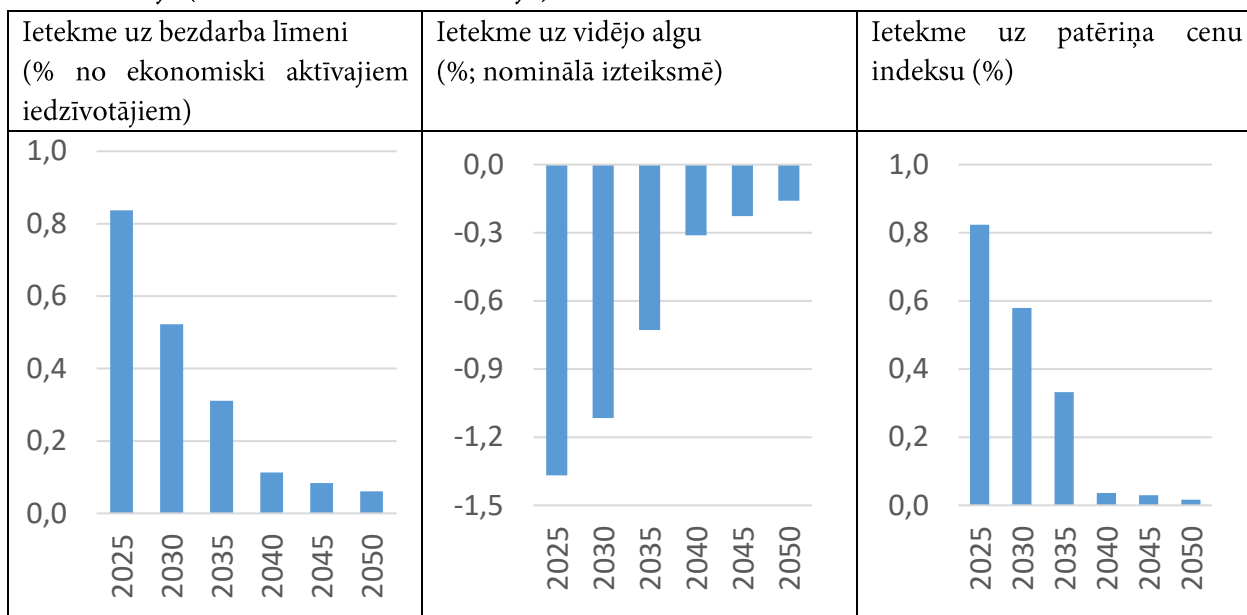
**Attēls 14. Akcīzes nodokļa pieauguma degvielai ietekmes uz Latvijas iekšzemes kopproduktu dekompozīcija uz produktivitāti un nodarbinātību (procentpunkti; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

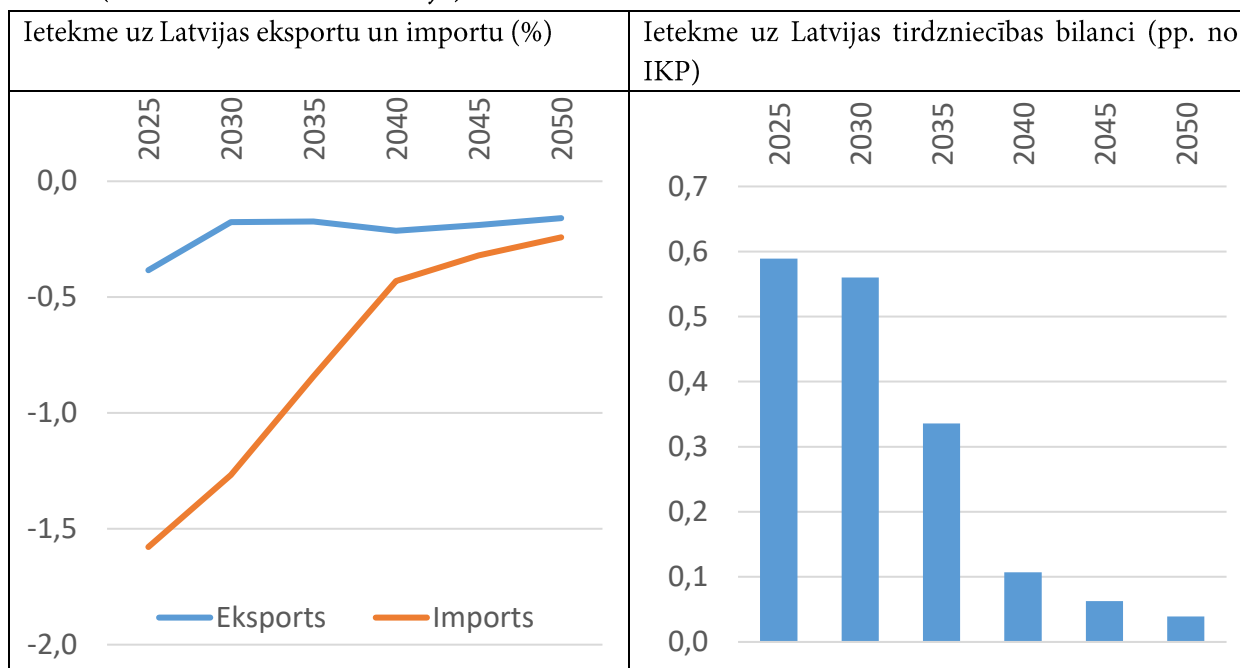
Scenārijs palielina valsts budžeta ieņēmumus. Kopējie budžeta ieņēmumi 2025. gadā ir par 1,5% lielāki nekā bāzes scenārijā (17. attēls). Budžeta ieņēmumu pieaugumu nosaka tieši akcīzes nodoklis, kamēr dažu citu nodokļu ieņēmumi samazinās (pievienotās vērtības nodoklis, tiešie nodokļi, valsts sociālās apdrošināšanas obligātās iemaksas). Valsts budžeta bilanci pozitīvi ietekmēs arī zemāki izdevumi, kurus nosaka zemāka vidējā alga.

**Attēls 15. Akcīzes nodokļa pieauguma degvielai ietekme uz bezdarba līmeni, vidējo algu un patēriņa cenām Latvijā (salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

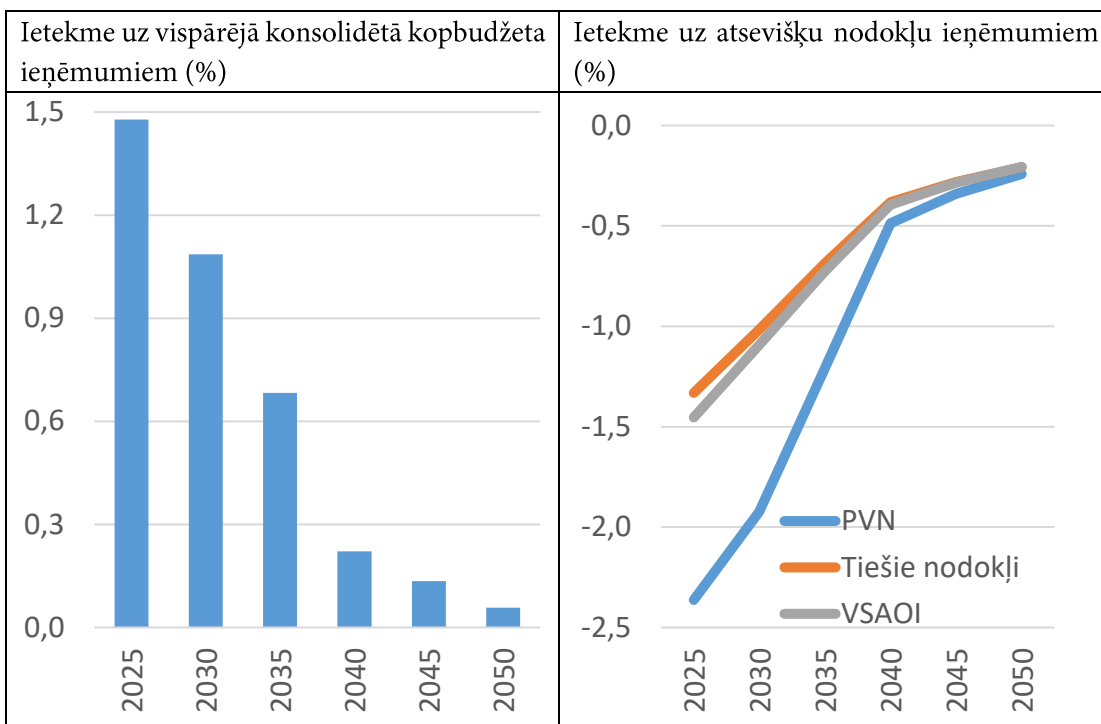
**Attēls 16. Akcīzes nodokļa pieauguma degvielai ietekme uz Latvijas eksportu, importu un tirdzniecības bilanci (salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

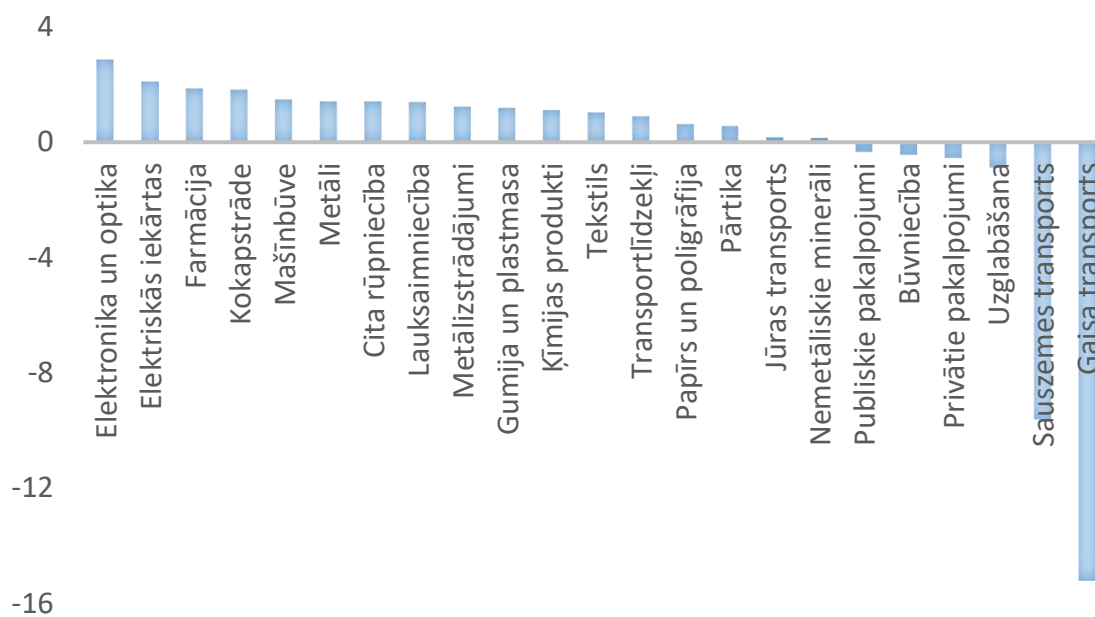
Scenārija ietekme uz dažādām tautsaimniecības nozarēm nav viendabīga (18. attēls). Samazinās pievienotā vērtība nozarēs, kas patērē daudz degvielas – visvairāk gaisa transportam, kā arī sauszemes transportam un ūdens transportam. Dažām citām nozarēm pievienotā vērtība pieaug, ko nosaka lielāka darbaspēka pieejamība.

**Attēls 17. Akcīzes nodokļa pieauguma degvielai ietekme uz Latvijas vispārējā konsolidētā kopbudžeta ieņēmumiem un atsevišķu nodokļu ieņēmumiem (%; salīdzinot ar bāzes scenāriju)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Attēls 18. Akcīzes nodokļa pieauguma degvielai ietekme uz pievienoto vērtību nozaru dalījumā (%; 2025. gadā; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)**



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

**Pielikums 3. LU pētnieku prezentācija, tiekoties ar EM parlamentāro sekretāru Jurgī Miezaini 2023. gada 9. novembrī.**



## **Klimata mērķu ekonomiskās ietekmes modelēšana un analīze**

Inna Šteinbuka, Oļegs Krasnopjorovs  
09.11.2023.

### **Prezentācijas saturs**

- 1. Projekta mērķis, galvenie rezultāti un iespējamie attīstības virzieni.
- 2. Vispārējā līdzsvara (VLA) modeļa funkcionālā kapacitāte un scenāriju piemēri.
- 3. Projekta nodevumi.

# 1. Projekta mērķis, galvenie rezultāti un iespējamie attīstības virzieni

3

## 2021. gada 6. jūlijā Ministru kabinets deleģē Ekonomikas ministrijai sadarbībā ar Latvijas Universitāti izveidot ekonomikas modelēšanas sistēmu

«Ekonomikas ministrija sadarbībā ar Latvijas Universitāti izveido un uztur ekonomikas modelēšanas sistēmu, lai noteiktu identificēto ekonomikas un klimata mērķu sasniegšanas ekonomisko ietekmi».

*MK 2017. gada 12. decembra noteikumi Nr. 737  
"Siltumnīcefekta gāzu inventarizācijas un prognožu sagatavošanas nacionālās sistēmas izveidošanas un uzturēšanas noteikumi"  
(Ministru kabineta noteikumi Nr. 490) grozījumu 26.<sup>2</sup> punkts.*

Savukārt, Ministru kabineta deleģējums Ekonomikas ministrijai sadarbībā ar Fizikālās enerģētikas institūtu ir noteikts sekojošs:

*Ministru kabineta 2017. gada 12. decembra noteikumu Nr. 737 "Siltumnīcefekta gāzu inventarizācijas un prognožu sagatavošanas nacionālās sistēmas izveidošanas un uzturēšanas noteikumi" (Ministru kabineta noteikumi Nr. 490) grozījumu 26. punkts nosaka:*

26. Ekonomikas ministrija sadarbībā ar Fizikālās enerģētikas institūtu sagatavo un līdz 2018. gada 1. jūnijam un turpmāk reizi divos gados iesniedz Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijā:

26.1. enerģētikas un būvniecības nozares primāros datus – rādītāju prognozes scenārijam ar esošajiem pasākumiem saskaņā ar šo noteikumu 5. pielikumu;

26.2. primāro datu sagatavošanā izmantoto pieņēmumu, datu, nozares politikas un pasākumu uzskaitījumu, to izvēles pamatojumu un aprakstu.

26.<sup>1</sup> Ekonomikas ministrija sadarbībā ar Fizikālās enerģētikas institūtu izstrādā un uztur enerģētikas un klimata modelēšanas sistēmu atbilstoši regulas Nr. 2018/1999 3., 9. un 14. panta nosacījumiem, tai skaitā lai aprēķinātu šo noteikumu 26. punktā minētās prognozes, novērtētu politiku un pasākumu ietekmi un Latvijas Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā 2021.–2030. gadam noteikto mērķu sasniegšanu un to pārskatīšanas nepieciešamību, kā arī lai īstenotu regulas Nr. 2018/1999 17., 18., 20., 21., 22., 23., 24., 25., 26. un 27. pantā noteiktās monitoringa un ziņošanas prasības.

<https://likumi.lv/ta/id/324600-grozijumi-ministru-kabineta-2017-gada-12-decembra-noteikumos>

## Projekta mērķis un galvenie rezultāti

- **Pētījuma projekta mērķis (2021 – 2023)** - uzbūvēt vispārējā līdzsvara (VLA) modeli un pielietot to, lai novērtētu enerģētikas un klimata politikas iniciatīvu ietekmi uz Latvijas tautsaimniecību.
- **Projekta galvenie rezultāti:**
  1. Latvijas makroekonomiskās attīstības scenāriju un prognožu novērtējums, lai izvērtētu Eiropas Komisijas pārskatīto energoefektivitātes un atjaunoto energoresursu direktīvu ietekmi.
  2. Latvijas enerģētikas sektora klimata neitralitātes mērķa scenārija apraksts 2050. gadam, kā daļa no Latvijas tautsaimniecības ilgtermiņa attīstības scenārija.
  3. Izstrādāts funkcionējošais VLA modelis Latvijas gadījumam, kuru var pielietot klimata un enerģētikas politikas pasākumu ekonomiskās ietekmes izvērtējumam (E3 Modelling, ar LU un EM ieguldījumu un komentāriem).
  4. VLA modelis aprobēts šādu trīs nosacīto scenāriju ekonomisko ietekmju izvērtējumā (LU):
    - (a) oglekļa dioksīda nodokļa celšana;
    - (b) publiskās investīcijas dzīvojamo māju siltināšanā;
    - (c) akcīzes nodokļa pieaugums degvielai.

5

## Darbi pašreizējā posmā

1. Pabeigt sasaistes izveidošanu (*soft-link*) ar FEI enerģētikas modeli (TIMES);
2. Precizēt VLA modeļa aprobētos scenārijus, iestrādājot enerģētikas sektora prognozes no FEI TIMES modeļa;
3. Saņemot konkrētu pieprasījumu no politikas veidotājiem un/vai enerģētikas un klimata politikas rīcības dokumentiem, izvērtēt ietekmi uz makroekonomiskiem rādītājiem.

6



## NEKP pasākumu ietekmes izvērtējuma iespējas

Nr.	Pasākuma īstenošanai veicamā darbība	Rezultatīvais rādītājs	Atbildīgā institūcija	Izpildes termiņš	Investīcijas		Atbilstoši mērķrādītājam
					milj. euro	avoti	
14	Pakāpeniski palielināt DRN likmes, iezīmējot ienākumu no konkrēta nodokļa izmantošanu		VARAM KEM	2025	Esošā budžeta ietvaros		ND
15	Ieviest samazinātu PVN likmi bezemisiju tehnoloģijām		FM	2025	Esošā budžeta ietvaros		ND

Siltumapgāde,  
ēkas un rūpniecība, lpp. 49

7

Nr.	Pasākuma īstenošanai veicamā darbība	Rezultatīvais rādītājs	Atbildīgā institūcija	Izpildes termiņš	Investīcijas		Atbilstoši mērķrādītājam
					milj. euro	avoti	
7	Palielināt bezemisiju transportlīdzekļu skaitu	10000 EV (vieglais pasažieru) 300 (vidējas un lielas noslodzes transportlīdzekļi)	VARAM KEM EM	2030	300	MFF ANM JTF EKII MF PF	ND
10	Noteikt AER izmantošanas pienākumu valstspilsētās izmantotajam sabiedriskajam un pašvaldību transportam		KEM PAŠVALDĪBAS	2024	Esošā budžeta ietvaros		ND

Transports, lpp. 53-54

8

Nr.	Pasākumu īstenošanai velkamā darbība	Atbildīgā institūcija	Izpildes termiņš	Investīcijas		Atbilstoši mērķrādītājam
				milj.euro	avoti	
1	Pilnveidot Energoefektivitātes pienākuma shēmu	KEM	2024	Esošā budžeta ietvaros		ND
2	Noteikt pienākumu lielajiem uzņēmumiem un lielajiem enerģijas patērētājiem, ES ETS operatoriem, publiskajam sektoram ieviest sertificētu energoparvaldības sistemu vai papildinātu vides pārvaldības sistēmu vai veikt uzņēmumu energoauditu un ieviest energoefektivitāti paaugstinošus pasākumus	KEM BVKB	2024	Esošā budžeta ietvaros		ND
8	Pabeigt viedo elektroenerģijas skaitītāju uzstādīšana pateretajiem	SSO	2024	ND	ND	
9	Veikt dabasgāzes skaitītāju modernizāciju, ieviešot viedos skaitītājus dabasgāzes paterīpa uzskaitēi	SSO	2030	ND	ND	

Enerģijas patēriņš,  
lpp. 57-58

9

Nr.	Pasākuma īstenošanai velkamā darbība	Rezultatvais rādītājs	Atbildīgā institūcija	Izpildes termiņš	Investīcijas		Atbilstoši mērķrādītājam
					milj.euro	avoti	
1	Noteikt pienākumu visām jaunajām dzīvojamām un nedzīvojamām ēkām atbilstību A ēku energoefektivitātes klasei	Normatīvais regulējums (buvnormatīvi)	EM	2024	Esošā budžeta ietvaros		ND
2	Uzlabot daudzdzīvokļu ēku energoefektivitāti, t.sk. atbalsta programmu ietvaros	atjaunotas vismaz 2000 daudzdzīvokļu ēkas	EM KEM ALTUM VALSTS KASE FINANŠU INSTITŪCIJAS	2030	1200	MFF ANM EKII SKF	ND
3	Uzlabot privātmāju energoefektivitāti, t.sk. atbalsta programmu ietvaros	renovētas vismaz 5000 ēkas	EM VARAM KEM ALTUM VALSTS KASE FINANŠU INSTITŪCIJAS	2030	100	MFF EKII SKF	ND

Ēku energoefektivitāte,  
lpp. 63

10

## Citi iespējamie pētījuma attīstības virzieni pēc 2023. gada

- Klimatneitralitātes scenāriju ietekmes kvantitatīvais un kvalitatīvais izvērtējums, tai skaitā, pielietojot enerģētikas trilemmu (enerģijas pieejamība, ilgtspēja un drošums).
- Jaunu ekonomisko nišu identificēšana un attiecīgās ekonomiskās aktivitātes, tai skaitā, eksporta, veicināšana virzoties uz klimata neitralitāti.
- Lielu investīciju projektu apzināšana un to vispusējās ietekmes novērtējums (piemēram, ar ūdeņradi saistītie projekti).
- VLA modeļa tālākā attīstība, lai novērtētu politikas iniciatīvu ietekmi uz Latvijas makroekonomiskajiem rādītājiem, kas ir un nav saistīti ar enerģētikas sektoru. Tajā skaitā:
  - Lielo enerģētikas investīciju projektu ietekme (ūdeņraža vērtību ķēde);
  - Nodokļu politikas pārmaiņu ietekme;
  - Migrācijas politikas pārmaiņu ietekme;
  - Valsts sociālo pabalstu un atbalsta pasākumu ietekme.
- Pētījuma ikgadējās izmaksas varētu būt samērojamas ar 2023. gada izmaksām.

11

## 2. Vispārējā līdzsvara (VLA; CGE) modeļa funkcionālā kapacitāte un scenāriju piemēri

12

## Kāpēc vajag VLA modeli (kāpēc nepietiek ar vienu vienādojumu)?

- Diffenbaugh, Burke (2019) «Global warming has increased global economic inequality». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.
- Secinājums: globālā sasilšana 50 gadu laikā būtiski palielināja ienākumu nevienlīdzību starp valstīm.

$$\Delta \log(Y_{it}) = \beta_1 T_{it} + \beta_2 T_{it}^2 + \lambda_1 P_{it} + \lambda_2 P_{it}^2 + \mu_i + \nu_t + \theta_{1i}t + \theta_{2i}t^2 + \varepsilon_{it},$$

where  $Y_{it}$  is per capita GDP in country  $i$  in year  $t$ ,  $T$  is the average temperature in year  $t$ ,  $P$  is the average precipitation in year  $t$ ,  $\mu_i$  are country-fixed effects,  $\nu_t$  are year-fixed effects, and  $\theta_{1i}t + \theta_{2i}t^2$  are country-specific linear and quadratic time trends.

jeb: **IKP pieauguma temps = f (gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums)**

- Rezultātus varēja viegli kritizēt: Rosen (2019) «Temperature impact on GDP growth is overestimated»:  
**«Es uzskatu, ka visi šajā rakstā minētie skaitliskie rezultāti ir nepareizi, jo metodoloģija nav derīga»**

IKP pieauguma tempa vienādojums neietver svarīgākus ekonomiskās izaugsmes faktorus: fizisko kapitālu, cilvēkkapitālu, enerģijas resursus, tehnisko progresu u.c.

⇒ Rezultāti, kas pamatojas uz vienu vienādojumu, var būt maldinoši, jo visas ekonomiskās mijiedarbības nav iespējams aprakstīt vienā vienādojumā.

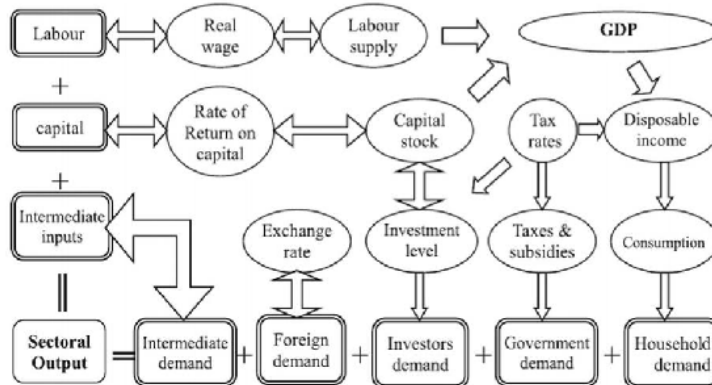
13

VLA modelis ir datorsimulācija - tiek izmantota vienādojumu sistēma, kas raksturo visu tautsaimniecības nozaru mijiedarbību. Visas šīs mijiedarbības ir jāņem vērā, lai iegūtu ticamus rezultātus.

VLA modelis sastāv no 2 daļām:

- (1) Modeļa struktūra
- (2) Datu bāze

### VLA modeļa struktūra:



### VLA modeļa datubāze:

- (1) ienākumu un izdevumu plūsmas ekonomikā (input-output tabulas u.c.);
- (2) parametru vērtības (tiek noteikti ārpus VLA modeļa, tie nav VLA modeļa darbības rezultāts).

Source: Babatunde, Begum, Said (2017). «Application of computable general equilibrium (CGE) to climate change mitigation policy: A systematic review». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 78, 2017, Pages 61-71, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.064>.

## Kāpēc ar vienu ekonomikas (VLA) modeli ir par maz, lai novērtētu zaļā kursa ietekmi uz tautsaimniecību?

### VLA modelis (E3 Modelling; Latvijas Universitāte)

Ekonomikas modelis:

- atspoguļo visu tautsaimniecības nozaru mijiedarbību; 😊
- novērtē klimata politikas ietekmi pat uz nozarēm, kas nav saistītas ar enerģētiku.

Pieprasījums  
pēc enerģijas



### TIMES/MARKAL modelis (Fizikālās Enerģētikas Institūts, Rīgas Tehniskā Universitāte)

Taču neietver enerģētikas sektora detaļas:

- jaunu tehnoloģiju ieviešana =>  $\Delta$  enerģijas intensitāte; ☹️
- $\Delta$  enerģijas pieprasījums =>  $\Delta$  enerģijas ieguves struktūra;
- $\Delta$  konkurence =>  $\Delta$  elektrības un siltumapgādes cenas.

Enerģijas cenas,  
Enerģijas ieguves struktūra



Enerģijas modelis:

- detalizēti apraksta enerģētikas nozari, bet neietver citas nozares.

Divu modeļu sasaiste mazinātu katra atsevišķā modeļa trūkumus.

"**Divvirzienu mīkstā sasaiste**": katrs modelis darbojas neatkarīgi viens no otra (piemēram, 1. modeļa rezultāti ir ievades dati 2. modelī). Divi modeļi ir saistīti manuāli: informācijas plūsmas kontrolē pētnieki vairāku iterāciju veidā.

15

## Ko varam un ko nevaram secināt no VLA modeļa

Scenārijs XXX (oglekļa dioksīda nodokļa celšana, investīcijas dzīvojamo māju siltināšanā, akcīzes nodokļa celšana degvielai).

CGE modelis ļauj saprast par cik tas:

- $\uparrow$  iekšzemes kopproduktu (nozaru dalījumā)
- $\downarrow$  bezdarba līmeni
- $\uparrow$  nodarbinātību, algas, produktivitāti, privāto patēriņu un inflāciju
- $\uparrow$  eksportu, importu un Latvijas tirdzniecības bilanci
- $\uparrow$  budžeta ieņēmumus utt.

CGE modelis nemodelē:

- klimata pārmaiņu ietekmi uz ekonomiku (globālā sasilšana, dabas katastrofas, ekstrēmāki laikapstākļi);
- iedzīvotāju labsajūtas ietekme uz IKP ( $\downarrow$  vides piesārņojums => labāka veselība =>  $\uparrow$  produktivitāte un IKP);
- Par cik  $\uparrow$  energoefektivitāte un  $\downarrow$  energoresursu imports (tam nepieciešama sasaiste ar enerģētikas modeli).

16

## Scenārijs: Investīcijas dzīvojamo māju siltināšanā

- Scenārijs paredz ēku energoefektivitātē katru gadu ieguldīt 200 – 500 milj. eiro (sk. tabulu).
- Daļa investīciju ir ES fondi un nacionālais publiskais finansējums, daļa – privātais līdzfinansējums (privātā līdzfinansējuma daļa aplēsta atbilstoši attiecīgo programmu atbalsta intensitātei).
- Daļa investīciju ir saskaņā ar pašreiz realizējamām programmām, daļa – saskaņā ar plānotām programmām.
- Tā kā VLA modeli nav konkrēti noteikti atsevišķi ēku energoefektivitātes pakalpojumi (t.i., VLA modelis ēku siltināšanu neatšķir no, piemēram, jaunās dzīvojamās ēkas vai rūpnīcas uzbūvi), tad šīs investīcijas tiek piesaistītas visām būvniecības nozarē ražotajām precēm un pakalpojumiem.
- Tiek pieņemts, ka tās ir papildu investīcijas, kas nesamazina privātās vai publiskās investīcijas citām jomām vai privāto un publisko patēriņu, kā arī šo publisko investīciju finansēšanai netiek celti nodokļi.

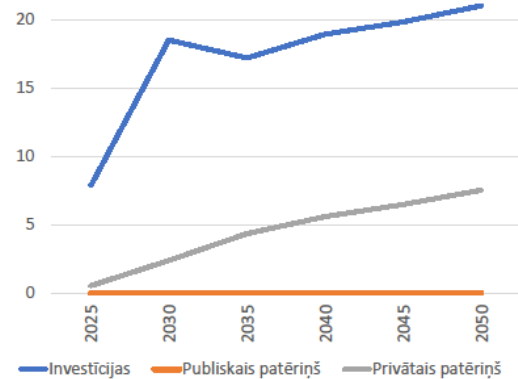
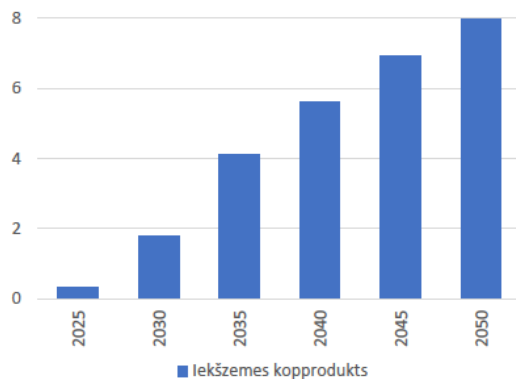
**Ikgadējo investīciju apjoms ēku energoefektivitātē (dzīvojamo māju atjaunošana; publisko ēku atjaunošana; komercdarbībā izmantojamo ēku energoefektivitāte; milj. eiro)**

2023. 2024. gadā	2025. 2027. gadā	2028. 2029. gadā	2030.-2050. gadā
201	303	498	297

17

## Investīcijas dzīvojamo māju siltināšanā: palielina iekšzemes kopproduktu un tā komponentes

Investīciju būvniecībā ietekme uz Latvijas iekšzemes kopprodukta līmeni un tā iekšzemes komponentēm (%; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)

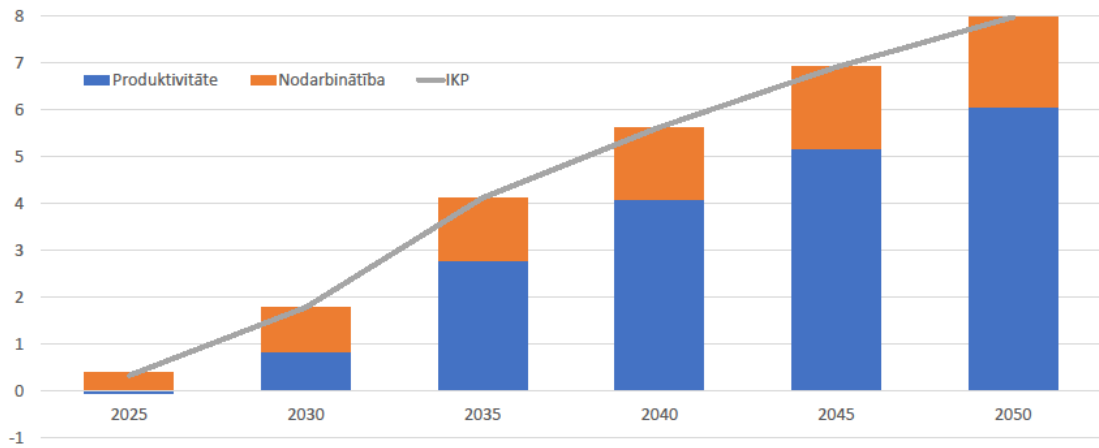


Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

18

## Palielina nodarbinātību un produktivitāti

Investīciju būvniecībā ietekmes uz Latvijas IKP dekompozīcija uz produktivitāti un nodarbinātību (procentpunkti; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)



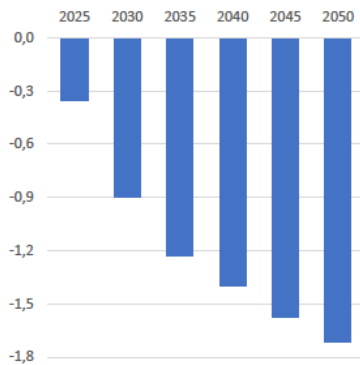
Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

19

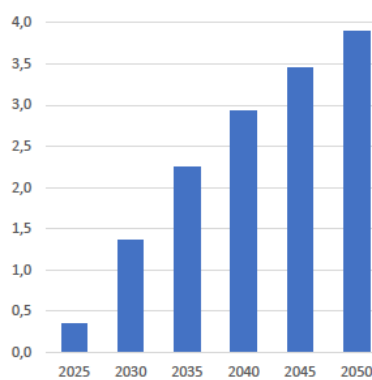
## Samazina bezdarbu un palielina vidējo algu

Investīciju būvniecībā ietekme uz bezdarba līmeni, vidējo algu un patēriņa cenām Latvijā (salīdzinot ar bāzes scenāriju)

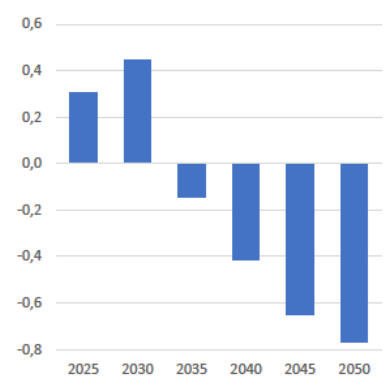
bezdarba līmenis  
(% no ekonomiski aktīvajiem iedzīvotājiem)



vidējā alga (%; nominālā izteiksmē)



patēriņa cenu indekss (%)

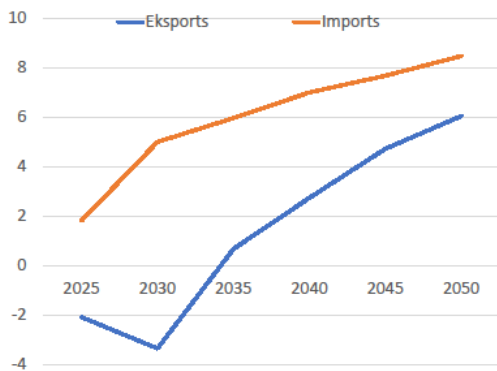


Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

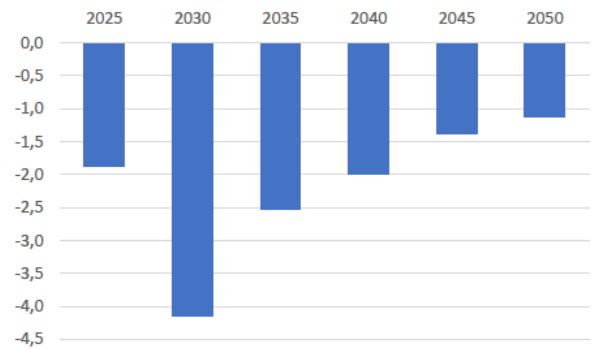
20

## Palielina importu vairāk nekā eksportu, tādējādi pasliktinot ārējās tirdzniecības bilanci

Ietekme uz Latvijas eksportu un importu (%)



Ietekme uz Latvijas tirdzniecības bilanci (pp. no IKP)

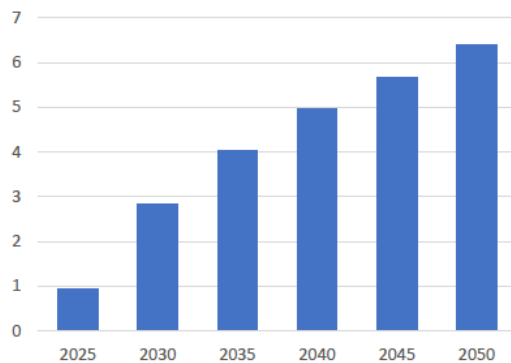


Avots: autoru aprēķins, izmantojot CGE modeli.

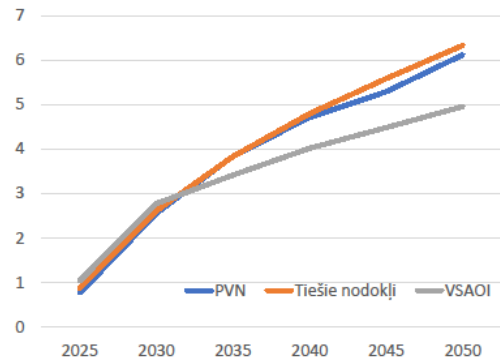
21

## Palielina budžeta kopējos ieņēmumus, tajā skaitā nodokļu ieņēmumus

Ietekme uz vispārējā konsolidētā kopbudžeta  
ieņēmumiem (%)



Ietekme uz atsevišķu nodokļu ieņēmumiem (%)



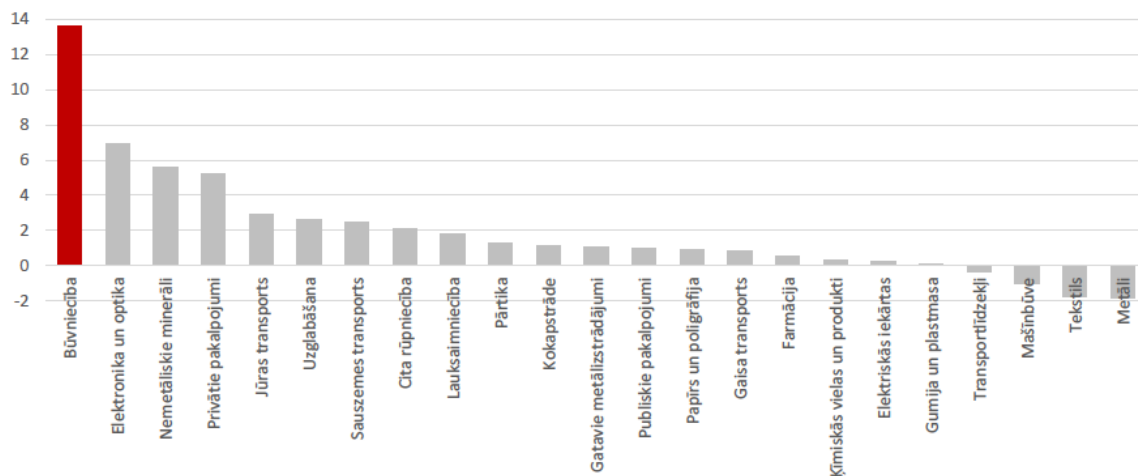
Avots: autoru aprēķins, izmantojot CGE modeli.

22



## Nozaru dalījumā – visvairāk pieaug būvniecības izlaide, taču pozitīva ietekme ir arī uz vairākām citām nozarēm

Investīciju būvniecībā ietekme uz pievienoto vērtību nozaru dalījumā  
(%; 2035. gadā; salīdzinot ar bāzes scenāriju; 2015. gada cenās)



Avots: autoru aprēķins, izmantojot VLA modeli.

23

## 3. Projekta nodevumi

24

## 2021.gada aktivitātes

### 1. **Seminārs** “Klimata mērķu ekonomiskās ietekmes modelēšana un analīze”

- 2021. gada 10. decembrī notika Latvijas Universitātes Produktivitātes zinātniskā institūta “LU domnīca LV PEAK” projekta “Klimata mērķu ekonomiskās ietekmes modelēšana un analīze” ietvaros rīkotais Zoom seminārs. Seminārs tapa sadarbībā ar Ekonomikas ministriju un Fizikālās enerģētikas institūtu.
  - Semināra 1.daļa fokusēsējās uz Eiropas "zaļā kursa" īstenošanu un Latvijas tautsaimniecības izaicinājumiem, savukārt, 2.daļa tika veltīta klimata pārmaiņu politikas modelēšanas pieredzei un izaicinājumiem.
  - Semināra tiešraide bija skatāma sabiedrisko mediju portālā LSM.lv un Latvijas Universitātes Biznesa, vadības un ekonomikas fakultātes Facebook lapā.

2. **Nodevums:** Latvijas makroekonomiskās attīstības scenāriju un prognožu novērtējums, lai izvērtētu Eiropas Komisijas pārskatīto energoefektivitātes un atjaunoto energoresursu direktīvu ietekmi

3. **Nodevums:** Latvijas VLA modeļa pilnveides mehānismi, lai Latvijas gadījumam nodrošinātu starptautiski konkurētspējīgu vispārējā līdzsvara modeli klimata politikas ietekmes uz tautsaimniecību novērtēšanai un tās efektīvu sasaisti ar FEI TIMES modeli

## 2022.gada aktivitātes

1. **Nodevums:** Latvijas attīstības scenāriji un enerģētikas sektora klimata neitralitātes mērķa scenārijs (aprakstošs) 2050. gadam

2. LU 80. starptautiskajā zinātniskajā konferencē 18.03.2023. Latvijas Universitātes Produktivitātes zinātniskais institūts “LU domnīca LV PEAK” projekta “Klimata mērķu ekonomiskās ietekmes modelēšana un analīze” ietvaros organizēja sekciju “**Virzība uz klimata neitralitāti: ietekmes, iespējas un riski**”.

Sekcijā piedalījās 27 dalībnieki no Latvijas, Čehijas, Lietuvas, Portugāles, Indijas, Grieķijas, diskutējot par 11 referātiem, saistītiem ar projekta tēmu.

### 3. **Publikācijas:**

Krasnopjorovs O., Jukna D., Kovalovs K. (2022). On the Use of General Equilibrium Model to Assess the Impact of Climate Policy in Latvia. [New Challenges in Economic and Business Development – 2022: Responsible Growth](#). International Scientific Conference Proceedings. Riga: University of Latvia. pp.154-159. ISBN 978-9934-23-660-0

Bogdanova O., Pīgens K. (2022). Factors affecting Energy Costs: Analysis of the Future Scenarios. [New Challenges in Economic and Business Development – 2022: Responsible Growth](#). International Scientific Conference Proceedings. Riga: University of Latvia. pp.62-68. ISBN 978-9934-23-660-0

## 2023.gada aktivitātes

1. 27.03.2023. notika Latvijas Universitātes Produktivitātes zinātniskā institūta "LU domnīca LV PEAK" organizētā LU 81. starptautiskās zinātniskās konferences sekcija "**VEIKSMĪGA ENERĢĒTIKAS TRANSFORMĀCIJA: PLAISA STARP AMBĪCIJĀM UN RĪCĪBU**".



Konferences sekcija tapusi sadarbībā ar Eiropas Komisijas pārstāvniecību Latvijā. Sekcijā piedalījās 27 dalībnieki no Latvijas, Čehijas, Lietuvas, Portugāles, Indijas, Grieķijas, diskutējot par 11 referātiem, saistītiem ar projekta tēmu.

### 2. Starptautiskā zinātniskā monogrāfija:

Šteinbuka, I., Bogdanova, O. (eds). Towards Climate Neutrality: Economic Impacts, Opportunities and Risks : reviewed monograph. Riga: University of Latvia Press, 2023, 272 pages. ISBN 978-9934-18-947-0, ISBN 978-9934-18-948-7 (PDF), <https://doi.org/10.22364/tcn.23>

3. Ziņojums Ekonomistu apvienības 2023.gada rudens konferencē: Bogdanova O. Eiropas enerģētikas nākotne un transformācijas izaicinājumi Latvijai.

4. Publikācija: Bogdanova O., Viskuba K., Zemite L. A Review of Barriers and Enables in Demand Response Performance Chain // Energies 2023, 16(18), 6699; <https://doi.org/10.3390/en16186699>

Paldies!

<https://www.lvpeak.lu.lv/>



LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
BIZNESĀ, VADĪBAS  
UN EKONOMIKAS  
FAKULTĀTE

**LV PEAK**  
LATVIJAS UNIVERSITĀTES DOMNĪCA

## **Pielikums 4. LU un FEI pētnieku priekšlikums par 2024. gadā darāmiem darbiem**

### **Latvijas Universitātes un FEI iespējamie uzdevumi 2024.gadā**

Konteksts:

EK jāiesniedz 2024.gadā atjaunotais Nacionālo Enerģētikas un Klimata plāns (NEKP) 2024.-2030. g. Latvijai. Plāna, kuru izstrādā KEM, orientējošais iesniegšanas datums ir 30.jūnijs. Tas nozīmē, ka uzdevumiem ir jābūt izpildītiem apmēram jau līdz 2024.gada 1.jūnijam.

NEKP neatņemama sastāvdaļa ir analītiskais pamatojums, kas iever dažādu scenāriju modelēšanu un to salīdzinošo analīzi, lai aprēķinātu SEG emisiju projekcijas un noteiktu AER un energoefektivitātes mērķa rādītāju sasniegšanu. Ne mazāk svarīgi ir iekļaut šajā sadaļā vērtējumu par NEKP mērķa scenārija (tajos ietverto pasākumu) ietekmi uz makroekonomiskiem (IKP, inflācija, nodarbinātība un citi) rādītājiem.

Potenciālais FEI un LU darba tupinājums tika saskaņots, kā rezultātā tika noformulēti sekojošie uzdevumi:

#### ***FEI uzdevumi***

- 1) Saskaņojot ar KEM, modelēt vienu vai vairākus alternatīvus mērķa scenārijus;
- 2) Novērtēt pasākumu grupu vai atsevišķu pasākumu ietekmi (samazinātās SEG emisijas; ietaupītā enerģija, SEG samazināšanas izmaksas un citi enerģētikas rādītāji);
- 3) Veikt modelēto alternatīvo scenāriju novērtējumu, salīdzinot ar bāzes (WEM) scenāriju (samazinātās SEG emisijas; ietaupītā enerģija, SEG samazināšanas izmaksas un citi enerģētikas rādītāji);

#### ***LU (LVPEAK) uzdevumi***

- 4) Saskaņojot ar Ekonomikas ministriju, modelēt vienu vai vairākus alternatīvus mērķa scenārijus;
- 5) Pamatojoties uz aktualizēto Latvijas Nacionālo Enerģētikas un Klimata plānu, novērtēt pasākumu grupu vai atsevišķu pasākumu sociālekonomisko ietekmi (piemēram, lielo enerģētikas investīciju projektu ietekmi uz IKP, nodarbinātību un citiem rādītājiem);
- 6) Veikt modelēto alternatīvo scenāriju salīdzinājumu ar bāzes scenāriju, sniegt šī salīdzinājuma analītisko aprakstu;
- 7) Izstrādāt riku enerģētikas politikas pasākumu ietekmes izvērtējumam reģionālā griezumā (NUTS-3 sešu reģionu dalījumā);
- 8) Veikt regulāro VLA modeļa uzturēšanu un papildināšanu ar jaunākajiem datiem, ieskaitot 2020. gada ievades-izvades tabulas.
- 9) Informēt Latvijas akadēmisko, kā arī plašāku sabiedrību par enerģētikas un klimata politikas pasākumu ietekmi uz ekonomiku un labklājību (dzīves līmeņa celšana, cenu līmenis, ienākumi un citi labklājības rādītāji), sagatavojot akadēmiskās un populārzinātniskās publikācijas.

#### ***LU un FEI kopā realizējamais uzdevums***

- 10) Izmantojot 2023.gada izstrādāto datu apmaiņas procedūru (*soft link*) starp LU VLA modeli un FEI TIMES modeli, Ekonomikas ministrijas izvēlētam mērķa scenārijam veikt vispusīgu sociāli-ekonomisko ietekmes novērtējumu.

## Pielikums 5. ziņojums “Eiropas enerģētikas nākotne un transformācijas izaicinājumi Latvijai”

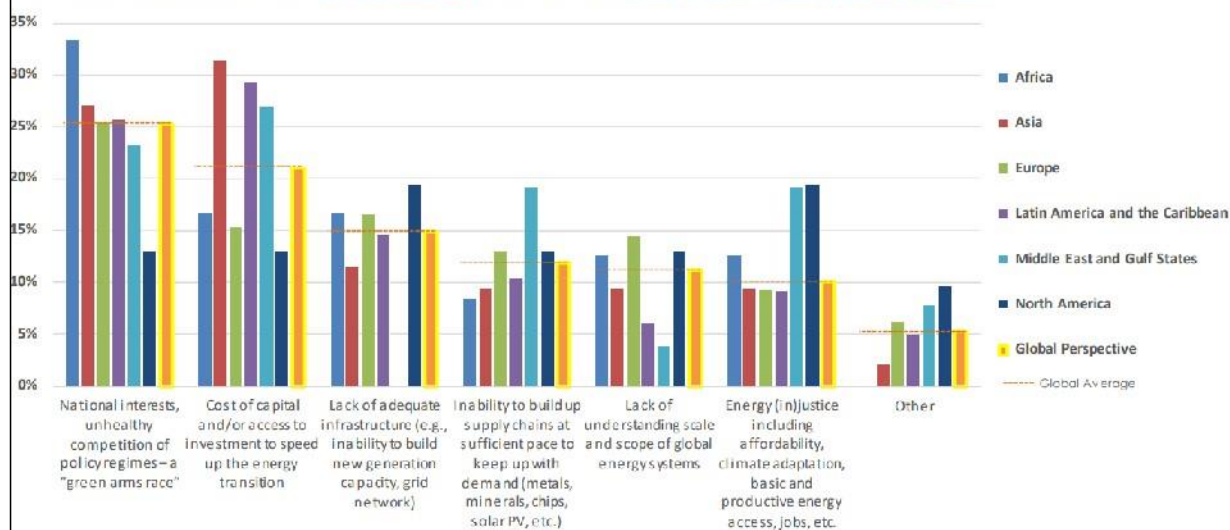


### Kas notiek pasaule?

- Energy Pulse – Pasaules Enerģijas Padomes aptauja

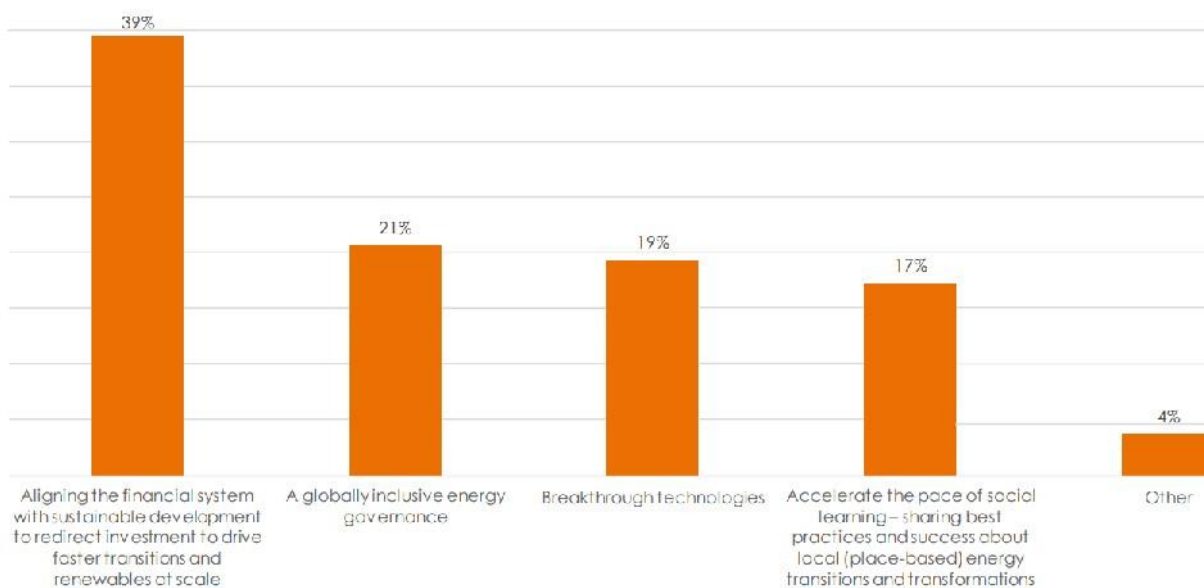
# Galvenie zaļo transformāciju kavējošie faktori

Pasaules Enerģētikas Padomes 2023.gada maijā veiktā aptauja, ~600 enerģētikas eksperti no 87 valstīm



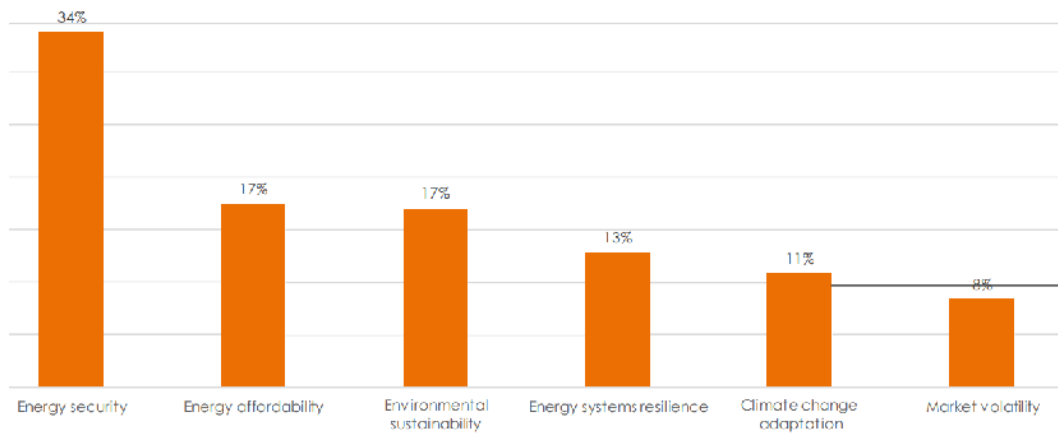
<https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-pulse-2023>

## Svarīgākie transformāciju īstenošanas šķēršļi



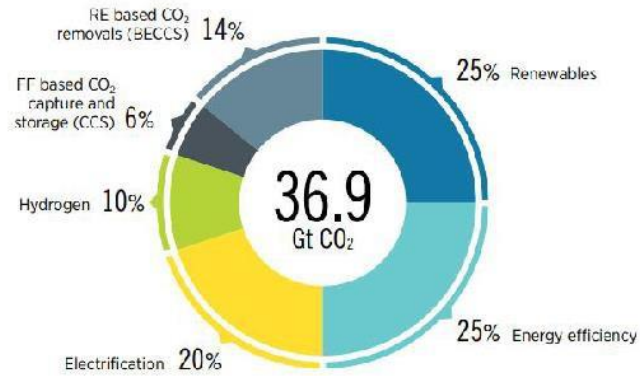
<https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-pulse-2023>

## Galvenie izaicinājumi pārvaldot zaļo pāreju



<https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-pulse-2023>

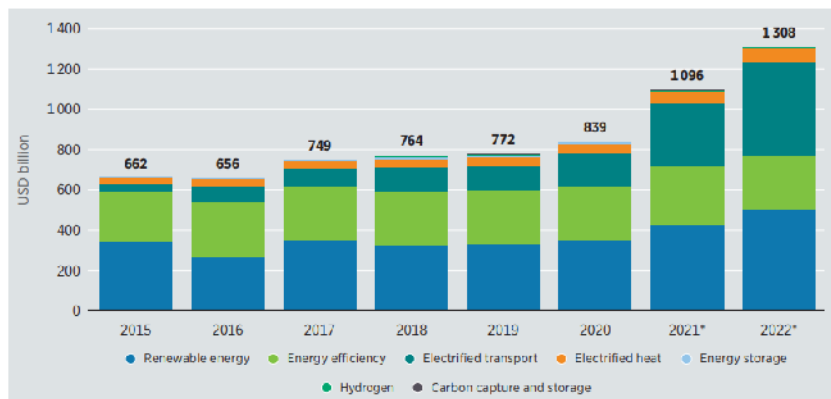
## Reducing emissions by 2050 through six technological avenues



Source: [World Energy Transitions Outlook 2022](#).

7

# Annual global investment in renewables



Avots: IRENA - Global landscape of renewable energy finance 2023

<https://www.irena.org/Publications/2023/Feb/Global-landscape-of-renewable-energy-finance-2023>

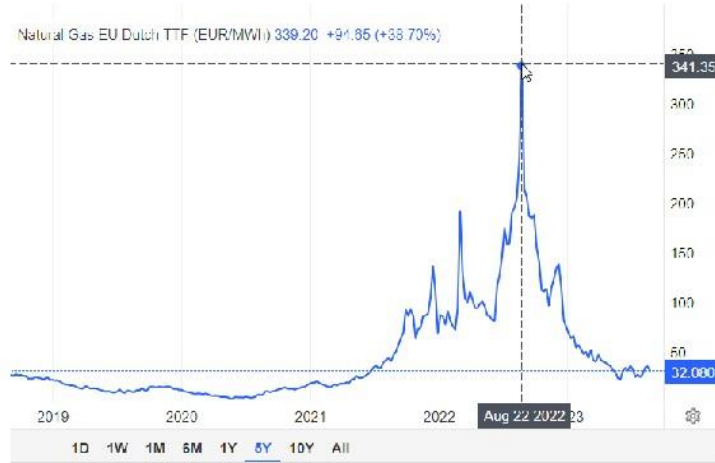
8

## Tendences

### 1. Dabasgāze



# Dabaspāzes cena



Nīderlandes TTF biržas dabaspāzes cenas (EUR/MWh)

Trading Economics, 24.08.2023. <https://tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas>



# Dabaspāzes imports ES (janvāris – novembris 2022)



Source: European Commission

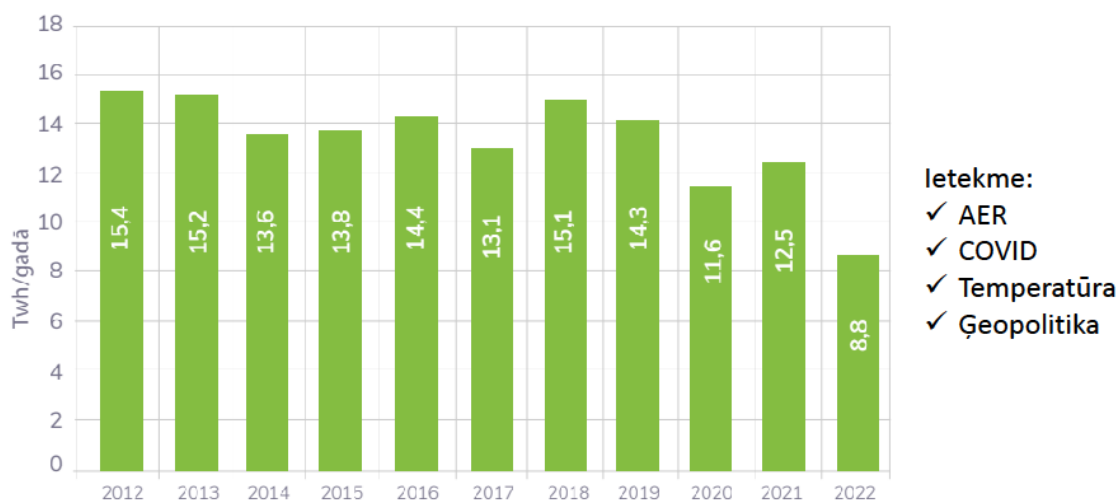


## Dabaszgāze: cenu starpība vasara/ziema

OCT23	35,355
NOV23	45,200
Q4 23	43,300
DFC23	49,640
JAN24	51,080
FEB24	51,430
WINTER23	47,145

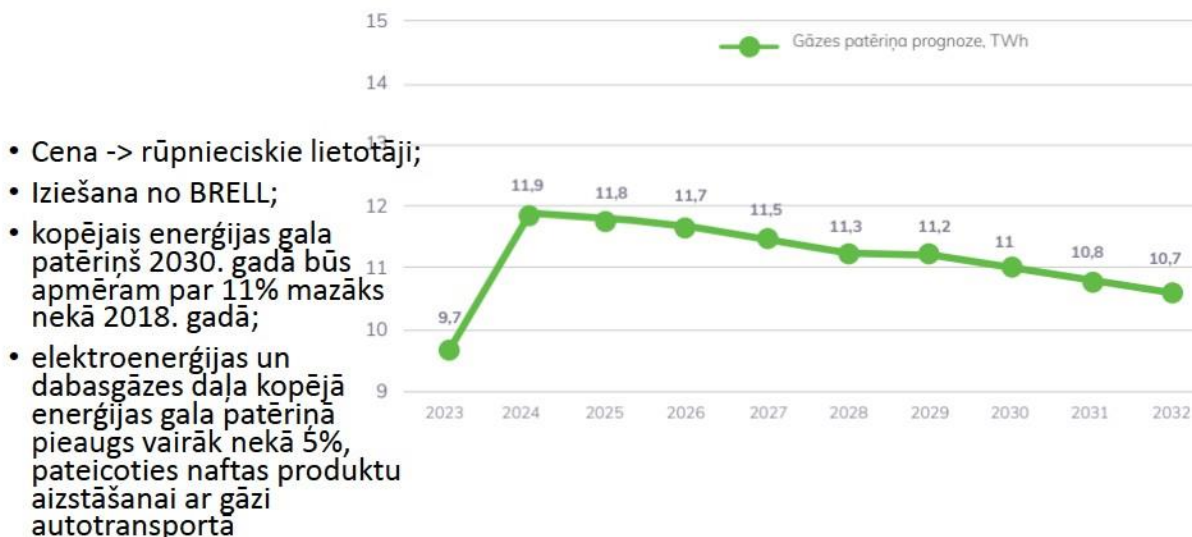
- ES gāzes krātuvju piepildījums 91,86% uz (24.08.23.), kas atbilst ap 27% no ES patēriņa.
- Latvijā gāzes krātuvju piepildījums 79,89%, kas atbilst 115% no Latvijas patēriņa (piederība uzņēmumam – ir komercinformācija)
- Latvijas dabaszgāzes sistēmu uzmanto vairākas Baltijas jūras reģiona valstis – Somija, Igaunija, Latvija, Lietuva un Polija, kā arī citas Eiropas valstis – Norvēģija, Čehija, Dāniju, Austrija, Vācija un Šveice.

## Dabaszgāzes patēriņš Latvijā



[https://conexus.lv/uploads/filedir/Zinojumi/2022\\_PSO\\_ikgad\\_nov\\_zinojums\\_final.pdf](https://conexus.lv/uploads/filedir/Zinojumi/2022_PSO_ikgad_nov_zinojums_final.pdf)

## Dabaszgāzes patēriņš Latvijā (Conexus prognoze)

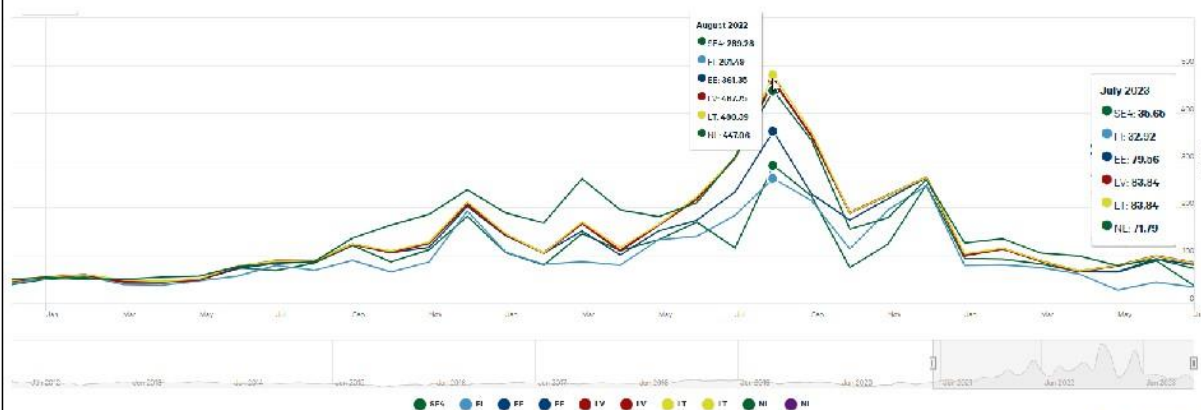


[https://conexus.lv/uploads/filedir/Zinojumi/2022\\_PSO\\_ikgad\\_nov\\_zinojums\\_final.pdf](https://conexus.lv/uploads/filedir/Zinojumi/2022_PSO_ikgad_nov_zinojums_final.pdf)

## Dabaszgāzes 2023./2024. gada situācijas raksturojums Baltijas - Somijas reģionā:

- no 2023. gada janvāra gāzes piegāde visās Baltijas - Somijas reģiona valstīs no Krievijas Federācijas vairs nenotiek;
- gāzes cena joprojām ir augsta, bet ne kritiski augsta;
- Baltijas - Somijas reģiona lietotāji, kuriem ir viegli pieejami alternatīvi energoresursi, aizvieto gāzi ar citiem enerģijas avotiem;
- GIPL darbojas no 2022. gada 1. maija;
- Hamina SDG terminālis ir pieejams no 2022. gada 1. oktobra un darbojas ar +25% jaudu;
- Inkoo SDG termināļa komerciālās izmantošanas sākums 2023.gada 2.ceturksnī un sākuma periodā tas darbojas ar 2/3 jaudas;
- pēc Inkoo SDG termināļa pieejamības Latvija un Lietuva pamatā saņem gāzi no Klaipēdas SDG termināļa un Inčukalna PGK, Igaunija un Somija pamatā gāzi saņem no Inkoo SDG termināļa un Inčukalna PGK;
- Klaipēdas SDG termināļa, Inkoo SDG termināļa un Hamina SDG termināļa kopējā tehniskā jauda, kopā ar Inčukalna PGK, būtiski pārsniedz prognozēto gāzes patēriņu Somijas – Baltijas reģionā;
- Inčukalna PGK tiek glabātas drošības rezerves.
- IPGK darbības režīms tagad ļauj iesūknēt gāzi arī ziemas sezonā.

## Elektroenerģijas cena

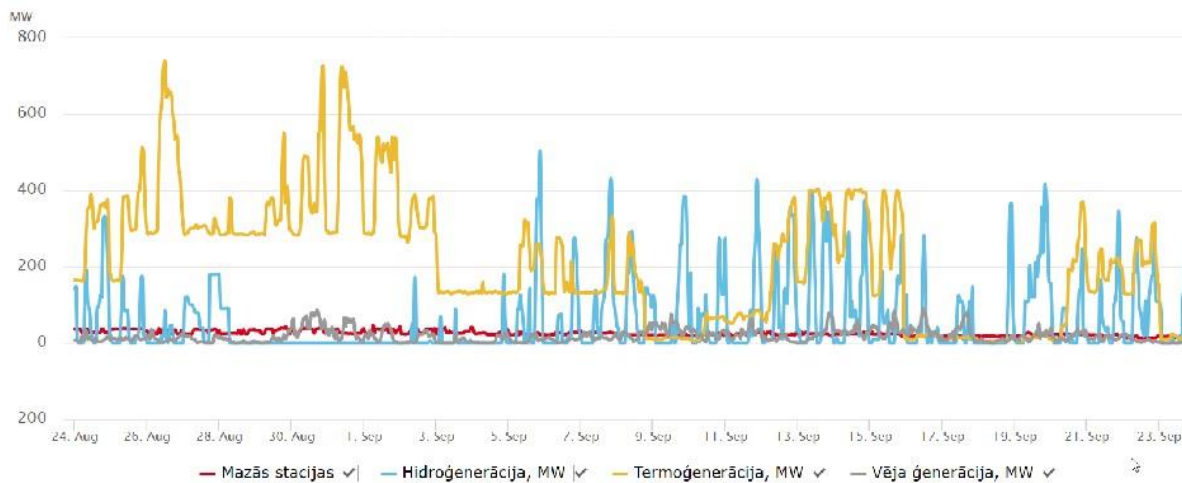


Ikmēneša nākamās dienas elektroenerģijas cenas, Nord Pool, EUR/MWh

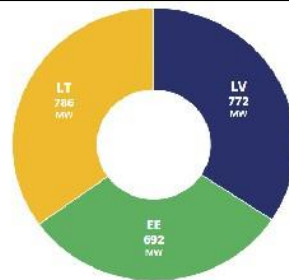
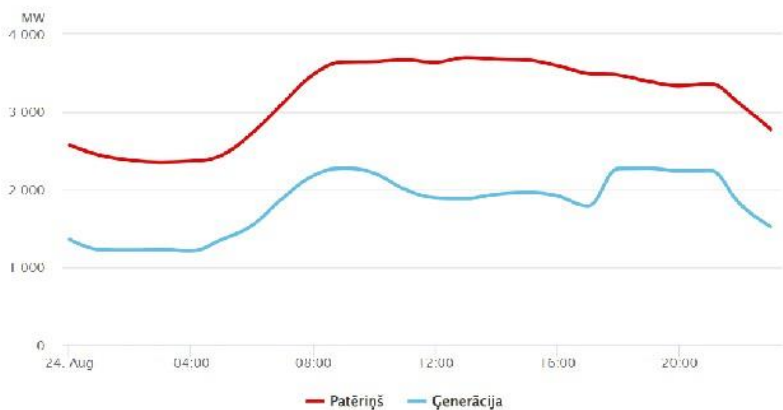
NordPool, 24.08.2023. <https://www.nordpoolgroup.com/en/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/ALL1/Monthly/?view=chart>



## Ģenerācijas tipi Latvijā (24.08.2023)

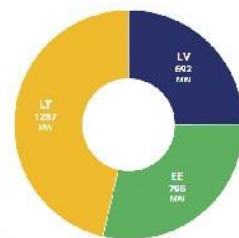


# Ģenerācija un patēriņš Baltijā



Patēriņš Ģenerācija

Latvija 34% Igaunija 31% Lietuva 35%

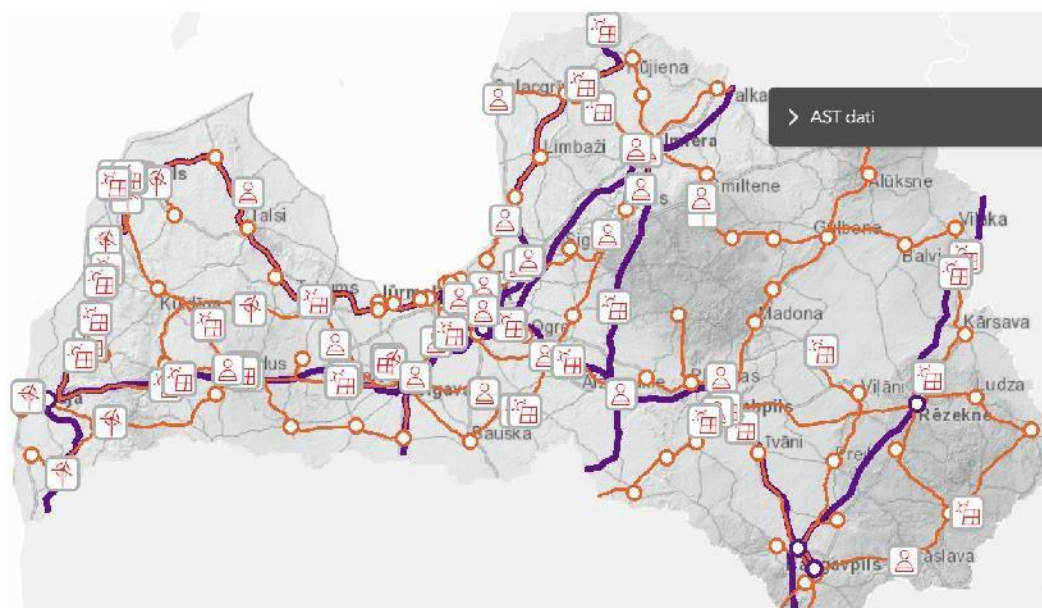


Patēriņš Ģenerācija

Latvija 25% Igaunija 29% Lietuva 46%

<https://ast.lv/lv/content/situacija-energosistema-0>

# Izsniegtās atļaujas



## AER elektrības ražošanas projekti

- Kopā pārvades tīklam sauszemē pieslēguma atļaujas **ir pieteikuši AER projekti ar kopējo jaudu virs 3000 MW** (neskaitot SIA Latvijas vēja parki projektu un jūras vējaparku projektus), kā arī **1000 MW** pieslēguma jaudas pieteiktas sadales tīklam
- ELWIND projekts **~700–1000 MW** jauda
- SIA Latvijas vēja parki **800 MW** jauda
  
- Latvijas pīķa slodzes ziemas maksimumā ap **1.2-1.3 GW** (Baltijā – ap 3,5 GW)
  
- Ražošanas uzņēmumiem ir liels potenciāls pielāgot to darbību, izmantojot tehnoloģiskajos procesos enerģiju, kas iegūta no atjaunojamiem energoresursiem (Balticovo piemērs).

## Pieslēgumu ierīkošanas projekti

- AER joma Latvijā piedzīvo strauju attīstības lēcieni.
- Kopējā ar jaudas rezervēšanas maksu apmaksāta jauda **pārvades sistēmā** ir aptuveni 6 GW, no tiem
  - ✓ 80% - saules elektrostacijas,
  - ✓ 16% – vēja elektrostacijas,
  - ✓ 4% - hibrīda elektrostacijas un citas tehnoloģijas.

Plānoto projektu apmērs **4 – 5 reizes pārsniedz Latvijas energosistēmas maksimālo slodzi** (ziemas periodā pīķa slodze ap 1,4 GW, Baltijā ap 3,5 GW).

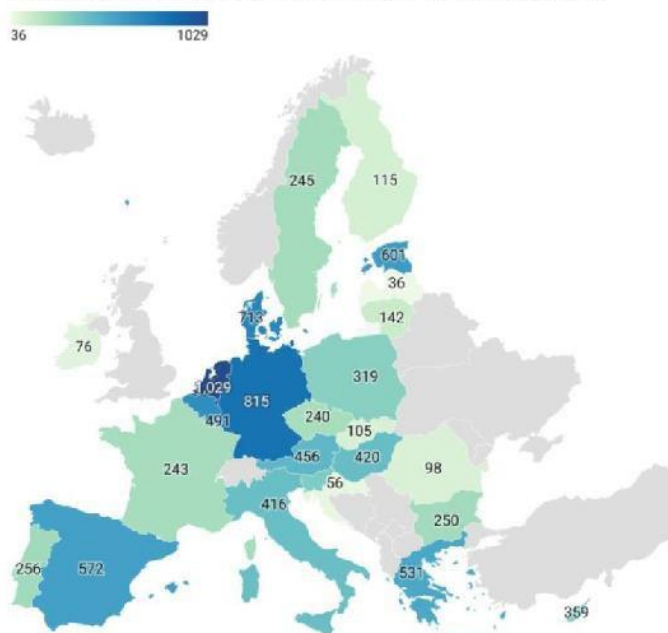
Savukārt, pēc sinhronizācijas ar centrālās Eiropas energosistēmu (plānota 2025. gadā), drošu energosistēmas darbu būs iespējams nodrošināt, ja Baltijas valstu kopējā jaudas plūsma ar centrālās Eiropas energosistēmu **nepārsniegs 2000 MW**.

# Pieslēgumu ierīkošanas projekti

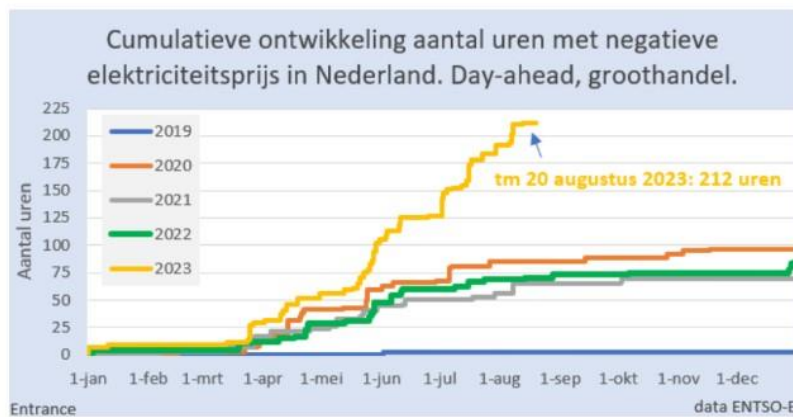
Sadales sistēmā pieslēgums ap 900 MW.

Vasarā patērīna jauda ir robežās starp 500 un 1100 MW.

Total installed solar capacity in 2022 - in solar watts per capita (EU)



## Nīderlandes piemērs: elektroenerģijas cenas



- Nīderlandē šogad jau 212 h ar negatīvu cenu līdz pat rekordam -500 EUR / MWh.

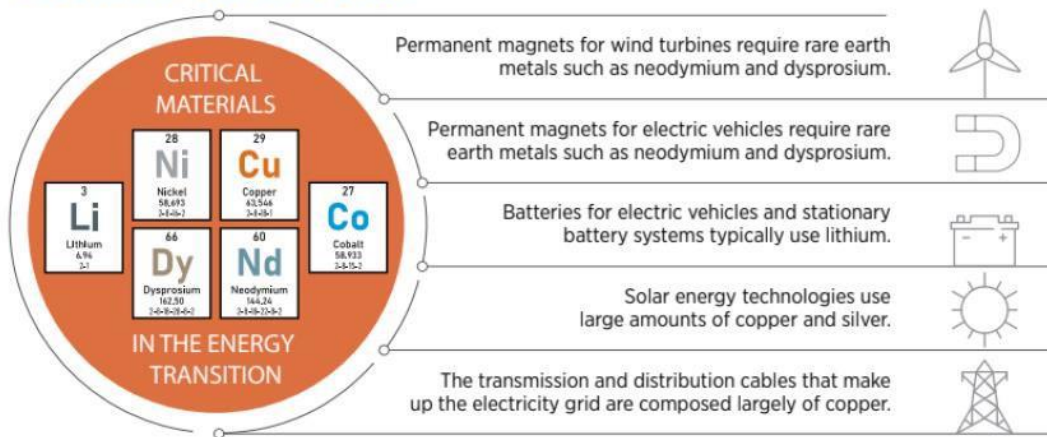
## Izaicinājumi

- Ģeopolitika
- Paātrinātā desinhronizācija
  
- Balansēšanas tirgus atvēršana
- Nelīdzsvarots ģenerācijas portfelis kā risks
  
- Finansējuma piesaiste
- Tarifi (cenu fiksācija, peļņas normas samazināšana, atbalsts iedzīvotājiem ..?)

## Ģeopolitika



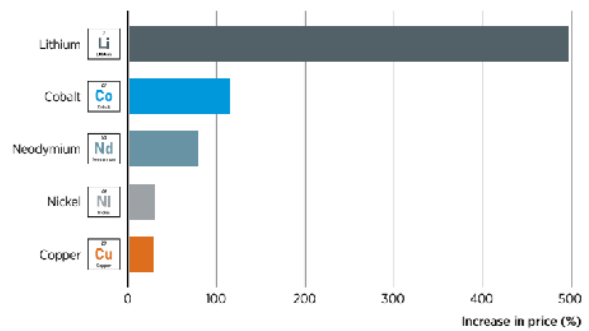
# Main technologies increasing demand for critical materials



Source: [World Energy Transitions Outlook 2022](#).

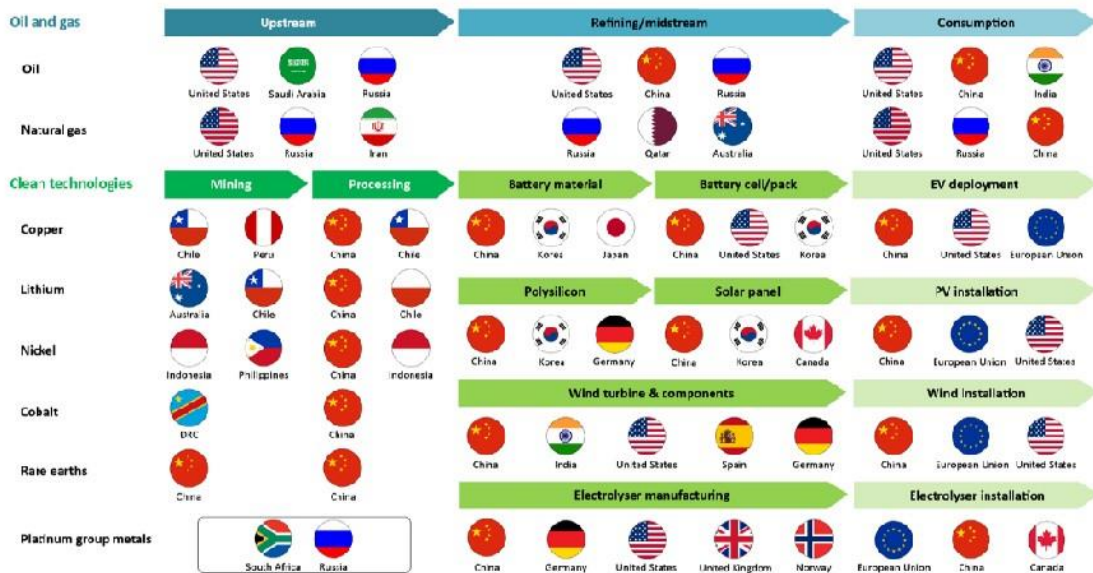
# Increases in the prices (2021) and demand (2050)

Material	Demand in 2021 (Mt/year)	Demand in 2050 (Mt/year)
 Copper	30 Mt/yr	50-70 Mt/yr
 Nickel	2.77 Mt/yr	5-8 Mt/yr
 Lithium	0.3 Mt/yr	2-4 Mt/yr
 Neodymium	0.03 Mt/yr	0.2-0.5 Mt/yr



Source: [World Energy Transitions Outlook 2022](#).

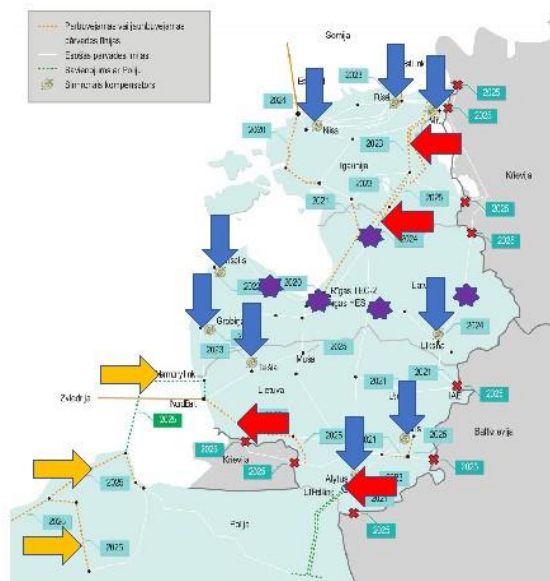
**Indikatīvās naftas un gāzes un tīro enerģijas tehnoloģiju piegādes ķēdes (Avots: World Energy Outlook 2022)**



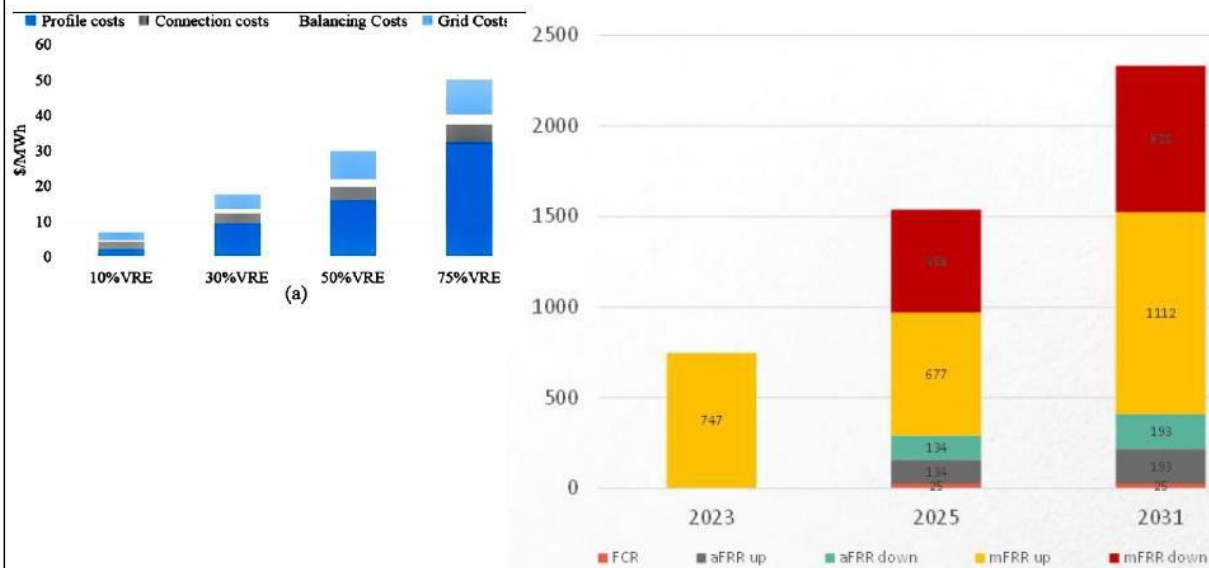
IEA, CC BY 4.0.

**Sinhronizācijas projekti**

- Baltijas iekšējā tīkla stiprināšana (1.fāze)
- Synchronie kompensatori Baltijā (1. un 2.fāzes)
- Harmony link, PL tīkla stiprināšana (2.fāze)
- Frekvences regulēšanas aktivitātes: BESS, AGC, PMU, WAMS, FSAS, LFC (1. un 2. fāzes)



## Balansēšanas tirgus



## Baltijas rezervju pakalpojumu tirgus potenciāls

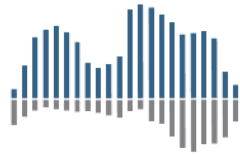
	Rezervju pieprasījums Baltijā, MW	PSO/BSO apjoms rezervju segšanai, MW	Baltijas jaudas tirgus daļa	
			MW	%
FCR ↑↓	25	12	13	52
aFRR ↑	134	65	69	51
aFRR ↓	134	65	69	51
mFRR ↑	677	177	500	74
mFRR ↓	568	0	568	100
<b>Kopā</b>	<b>1538</b>	<b>319</b>	<b>1219</b>	<b>79</b>

- Pētījumi/ diskusijas

Šteinbuka, I., Bogdanova, D. (eds). **Towards Climate Neutrality: Economic Impacts, Opportunities and Risks** : reviewed monograph. Riga: University of Latvia Press, 2023. 272 pages.

- ISBN 978-9934-18-947-0  
ISBN 978-9934-18-948-7 (PDF)  
<https://doi.org/10.22364/tcn.23>





**EKONOMISTU  
APVIENĪBA**

Paldies par uzmanību!