

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Transporta un mašīnzinību fakultāte

Sergejs VOSTRIKOVS

Inženiertehnikas, mehānikas un mašīnbūves doktora programmas doktorants

LATVIJAS ENERGORESURSU ATTĪSTĪBAS PROGNOZES

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs

Dr.habil.sc.ing., profesors

D. TURLAJS

RTU Izdevniecība

Rīga 2009

UDK 620.9(474.3)(043.2)

Vo 845 I

Vostrikovs S. Latvijas energoresursu attīstības
proгноzes. Promocijas darba kopsavilkums.
-R.:RTU Izdevniecība, 2009. – 23 lpp.

Iespiests saskaņā ar SGŪT institūta 2009. gada
29. janvāra sēdes lēmumu, protokols Nr. 1/09

ISBN

PROMOCIJAS DARBS
IZVIRZĪTS INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA
IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2009.g. 03. aprīlī plkst. 16.00 Rīgas Tehniskajā universitātē Būvniecības un enerģētikas promocijas padomes P - 12 sēdē, Būvniecības fakultātes sēžu zālē, Rīga, Āzenes ielā 16/20.

OFICIĀLIE RECENZENTI:

Prof., Dr.habil.sc.ing. Namejs Zeltiņš
Fizikālās enerģētikas institūts

Dr.sc.ing. Ivars Bekmanis
SIA „Bek-Konsult”

Prof., Dr.sc.ing. Imants Ziemelis
Latvijas Lauksaimniecības universitāte

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Sergejs Vostrikovs.....

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, 5 nodaļas, secinājumus, literatūras sarakstu, 38 attēlus un 21 tabulu. Literatūras sarakstā 110 nosaukumi. Kopējais darba apjoms – 102 lpp un par darba rezultātiem ziņots 11 publikācijās.

Anotācija

Mūsdienās pasaule saskaras ar enerģētikas un vides problēmām, kas ir aktuālas gan Eiropas Savienībai kopumā, gan katrai no tās dalībvalstīm. Eiropas enerģētikas politikai ir trīs atskaites punkti: klimata pārmaiņu samazināšana, izaugsmes veicināšana, kā arī ES ārējās atkarības ierobežošana no energoresursu importa.

Katras valsts kurināmā un enerģijas struktūrpolitikai jābūt vērstai uz maksimālu energoapgādes drošumu, ko iespējams panākt līdzsvarojot vides aizsardzības, enerģijas ražošanas, piegādes un patēriņa efektivitātes un finanšu aspektu komponentes.

Promocijas darba mērķis ir, pamatojoties uz energoapgādes un visas tautsaimniecības līdzšinējās situācijas analīzi, veikt iespējamo attīstības prognozēšanu, izstrādāt informācijas iegūšanas algoritmu, ar MESAP plānošanas sistēmas palīdzību izveidot enerģijas bilances modeli un veikt scenāriju modelēšanu, akcentējot tādus aspektus kā kurināmā un enerģijas apjomi, cenas un izmaksas, kā arī vides aizsardzība.

Enerģijas bilances modelis ir izmantojams gan valsts, gan atsevišķu reģionu un rajonu attīstības scenāriju imitācijai, jo Latvijā pastāv ļoti lielas atšķirības gan enerģijas un kurināmā ražošanas, gan patēriņa struktūrās.

Latvijas enerģētikas nozares attīstības aspektus ir pētījuši D.Turlajs, A.Krēsliņš, N.Zeltiņš, V.Zēbergs, I.Veidenbergs, P.Šipkovs, J.Reķis, A.Kundziņa, A.Dāvis, M.Rubīna un citi. Balstoties uz minēto autoru darbu analīzi, veikta enerģētikas struktūrpolitikas attīstības scenāriju izstrāde, kuru pamatā ir enerģijas ražošanas efektivitāte, atjaunojamo energoresursu izmantošana un energoapgādes drošums.

Sākotnējos pētījumos modelēšana ar MESAP ir veikta tikai valsts līmenī. Reģionālais dalījums uzsākts izmantot izstrādājot "Kurināmā un enerģijas izmantošanas struktūrpolitiku" un „Atjaunojamo energoresursu programmu”. Šie projekti tika realizēti pirms 7-12 gadiem, bet pēdējo gadu laikā Latvijas tautsaimniecībā un enerģētikā ir notikušas būtiskas izmaiņas. Līdz ar iestāšanos Eiropas Savienībā ievērojami ir mainījusies normatīvā vide, un līdz ar to notikušas būtiskas izmaiņas arī tehnisko (kurināmā struktūras maiņa, vides aizsardzības problēmas) un finansiālo (cenu izmaiņas, nodokļu politika, atbalsta programmas) jautājumu jomās.

Darbā ir izmantota MESAP iespēja modelēt attīstības scenārijus valsts, reģionu un rajonu teritoriālā dalījuma robežās.

Darba gaitā modelis ir aprobēts, veicot scenāriju modelēšanu, kuros kā mērķis izvirzītas Latvijas enerģētikas aktuālākās problēmas: 1)atjaunojamo energoresursu izmantošana, 2)iespējami augsta energoefektivitāte un 3)energoapgādes drošums. Modelēšanas rezultāti ir izmantoti Latvijas enerģētikas attīstības dokumentos.

Darba autors ir piedalījies ES reģionālās attīstības un enerģētikas sfēras projektā „Ilgspējīgas Enerģētikas Panākšana Eiropas Perifērijas Rajonos”, veicot Alūksnes novada attīstības koncepcijas izstrādi, kurā izmantots energobilances modelis un scenāriju modelēšana rajona mērogos.

Zinātniskā novitāte

Promocijas darbā ir izstrādāts jauns Latvijas energobilances modelis enerģijas un energoresursu ražošanas un patēriņa scenāriju modelēšanai valsts, reģionu un rajonu mērogā. Modeļa struktūra ir izveidota atbilstoši jaunākajiem aktuālajiem enerģētikas un vides plānošanas dokumentiem. Scenāriju virzība darbā ir modelēta un analizēta, lai savlaicīgi izvēlētos optimālāko un ilgtspējīgāko enerģētikas nozares attīstības ceļu.

Aktualitāte

Latvijai ir raksturīgs liels importētā kurināmā: dabas gāzes, mazuta, dīzeļdegvielas, sašķidrinātas gāzes, kā arī akmeņogļu īpatnējais patēriņš. Tāpēc jo sevišķi svarīgi ir prognozēt un plānot kurināmā un enerģijas izmantošanu gan valsts, gan reģionālā līmenī, lai sasniegtu maksimālu energoapgādes drošumu. Prognozēm ir jābalstās uz ekonomiski un ekoloģiski pamatotiem aprēķiniem katram jauncelamam vai rekonstruējamam objektam. Promocijas darbs izstrādāts, ņemot vērā likumdošanas prasības un virzīts uz tālāko Latvijas enerģētikas attīstību.

Praktiskā vērtība

Iegūtie rezultāti ir izmantoti Ekonomikas ministrijas Enerģētikas departamentā enerģētikas attīstības plānošanai un var tikt izmantoti arī turpmāk enerģētikas stratēģijas izstrādāšanai un pieņemšanai laika periodam līdz 2025. gadam. Promocijas darba gaitā tika veikti pētījumi reģionālā un rajonu līmenī, līdz ar to iegūtos rezultātus iespējams izmantot kurināmā un enerģijas apgādes drošuma un energoefektivitātes paaugstināšanai katrā reģionā un rajonā atsevišķi.

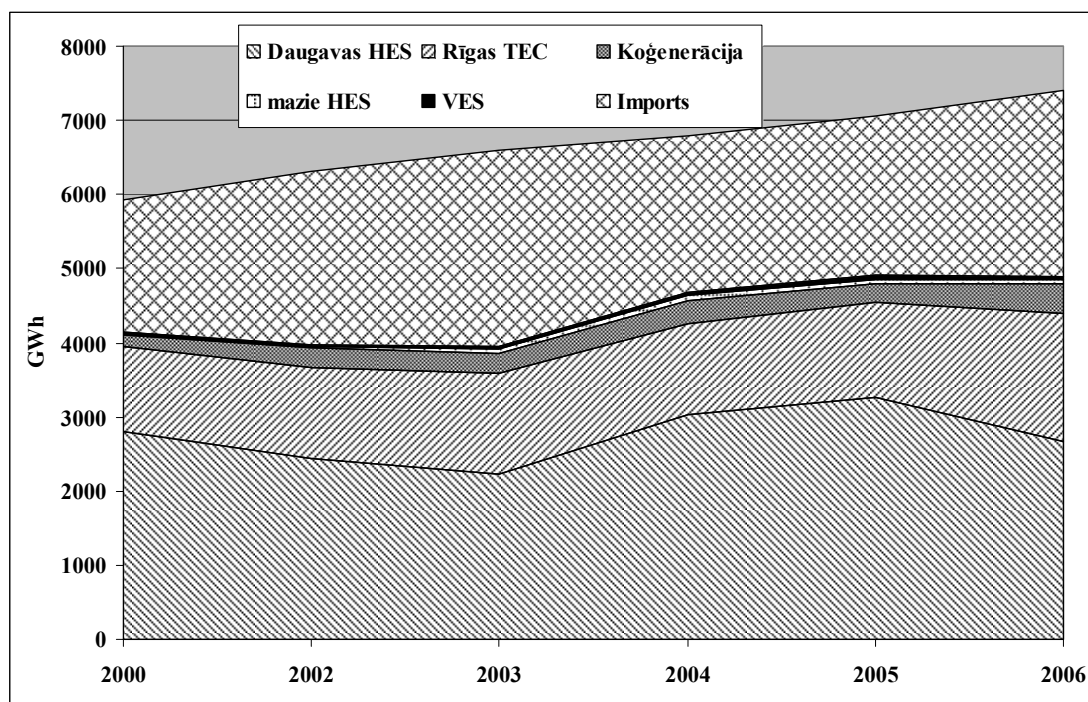
Promocijas darba mērķis

Promocijas darba galvenie mērķi ir:

- Analizēt Latvijas kurināmā un enerģijas bilanci un, balstoties uz veikto izpēti, prognozēt elektroenerģijas, siltumenerģijas un kurināmā gala patēriņu pa nozarēm laika posmam līdz 2025. gadam;
- Izveidot iespējamās energobilances attīstības scenārijus un modelēt valsts kurināmā un enerģijas bilanci;
- Izstrādāt paņēmieni enerģijas un kurināmo patēriņa datu iegūšanai reģionālā un rajonu līmenī;
- Veikt atsevišķo reģionu pētījumus par kurināmā un enerģijas veidiem un novērtēt vispārējo stāvokli atjaunojamo energoresursu, apgādes drošuma un energoefektivitātes paaugstināšanai;
- Analizēt modelēšanas rezultātus un piedāvāt optimālo attīstības virzienu.

1. Latvijas enerģijas un energoresursu analīze

Elektroenerģijas pieprasījuma seguma dinamika laika posmā 2000.-2006. ir dota Att. 1-1.



Att. 1-1 Elektroenerģijas pieprasījuma segums

Kā redzams, tad elektroenerģijas importa daļa šajā laika posmā nav samazinājusies zem 30%. Latvijas siltumelektrostacijas var saražot daļu no importētās enerģijas, bet komerciālu apsvērumu dēļ tas tiek aizstāts ar importu. Importa apjomu var samazināt, darbinot stacijas režīmos, kuros to ražošanas izmaksas būtu augstākas. Kā izriet no analīzes, pat atjaunojot un paplašinot jaudas esošajās elektrostacijās, nav iespējams novērst ievērojamu jaudu deficītu ziemas dienās, kad patēriņi ir maksimālie, bet ietece Daugavā minimāla. Tāda pati situācija ir arī vasaras dienās.

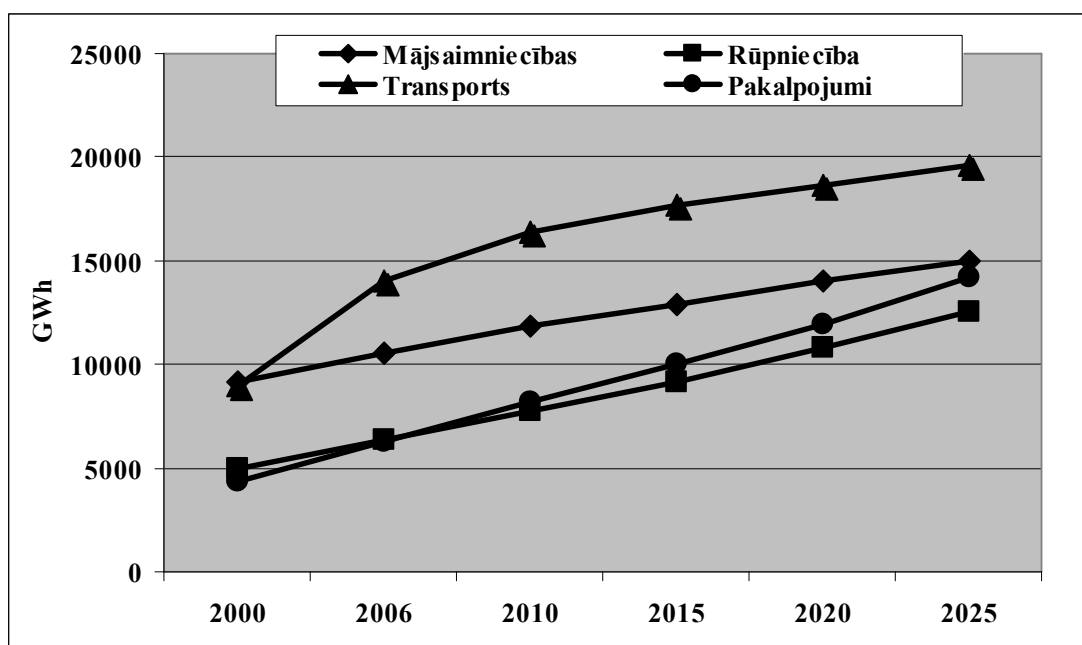
Latvijā patērētāju siltumapgāde tiek nodrošināta, izmantojot centralizētās siltumapgādes sistēmas, lokālo siltumapgādi un individuālo siltumapgādi. Siltumenerģijas patēriņam centralizētās siltumapgādes sistēmās ir tendence samazināties energoefektivitātes pasākumu realizācijas ietekmē. Primāro energoresursu patēriņam lokālajā un individuālajā siltumapgādē ir vērojama pieauguma tendence, kuras pamatā ir jaunu objektu būvniecība, kā arī atsevišķu objektu atslēgšanās no centralizētās siltumapgādes sistēmas.

Centralizētās siltumapgādes sektorā siltumenerģija tiek ražota koģenerācijas stacijās un katlu mājās. Koģenerācijas stacijās tiek saražoti 4628 MWh jeb 55%, bet katlu mājās 3722 MWh jeb 45% siltumenerģijas. Lielākā daļa koģenerācijas procesā ražotās siltumenerģijas tiek saražota Rīgā. Latvijas siltumapgādē no izmantotajiem primārajiem resursiem vairāk nekā 95% veido divi kurināmā veidi – dabas gāze un kurināmā koksne. Centralizētās siltumapgādes sistēmās dominējošais kurināmais ir dabas gāze (81%), liels īpatsvars (15%) ir kurināmajai koksnei. Šobrīd Latvijas primāro resursu piegādē dominē trīs energoresursu veidi, kas aizņem apmēram vienādas daļas – naftas produkti (galvenokārt benzīns un dīzeļdegviela, ko izmanto transportā), dabas gāze un koksne.

Kopējais primāro energoresursu patēriņš Latvijā ir pieredzējis būtiskas izmaiņas. Sākot ar 2001. gadu, tas ir stabilizējies 180 PJ robežās un pēdējos gados vērojams neliels pieaugums. Elektroenerģijas gala patēriņš Latvijā laika posmā no 2000. līdz 2006. gadam ir pieaudzis no 4.5 līdz 6.1 TWh.

Analizējot Latvijas elektroenerģijas, siltumenerģijas un primāro energoresursu piegādes un gala patēriņu, var secināt:

- Elektroenerģijas pieprasījuma un nodrošinājuma analīze un prognozes rāda, ka elektroenerģijas pieprasījums pieaug un, lai paaugstinātu apgādes drošību, būtu nepieciešama jaunu bāzes slodzes staciju būvniecība Latvijā.
- Analizējot centralizētās siltumapgādes sektoru, var secināt, ka CSS ir un arī nākotnē būs tendence samazināties, jo jaunie patērētāji nespēs izkompensēt siltumslodzes samazināšanos energoefektivitātes pasākumu rezultātā.
- Primāro energoresursu gala patēriņš visās nozarēs pieaugs. Straujāks pieaugums prognozējams pakalpojumu un rūpniecības nozarēs, bet mazāk straujš – mājāsaimniecībās un transportā.



Att. 1-2 Energoresursu gala patēriņa prognoze 2006.-2025.

2. Latvijas enerģētikas tiesiskie, tehnoloģiskie, vides un drošuma aspekti

Latvijas enerģētikas politikas galvenie uzdevumi ir sekojoši:

- paaugstināt energoapgādes drošumu;
- nodrošināt iedzīvotājiem enerģijas pieejamību un pietiekamību, pilnveidojot enerģijas apgādes infrastruktūru un plaši realizējot enerģijas efektivitātes pasākumus patērētāju sektorā;
- saglabāt un palielināt atjaunojamo energoresursu efektīvu izmantošanu un enerģijas ražošanu koģenerācijas procesā.

Attiecībā uz centralizēto siltumapgādi pamatnostādnes nosaka:

- Sākot ar 2008.gadu, energoefektivitātes pasākumu rezultātā primāro energoresursu patēriņam ir jāsamazinās par 1% gadā salīdzinot ar aprēķināto patēriņu bez efektivitātes pasākumu veikšanas;
- Laika posmā līdz 2016. gadam jāsamazina vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš ēkās no 220-250 kWh/m²/gadā uz 195 kWh/m²/gadā;
- Siltumenerģijas ražošanas iekārtām vidējo efektivitātes līmeni valstī laika posmā līdz 2016. gadam jāpaaugstina no 68% uz 80%-90%;
- Laika posmā līdz 2016. gadam jāsamazina vidējo valsts siltumenerģijas zudumu līmeni siltumenerģijas pārvades un sadales tīklos no 18% uz 14%;
- Laika posmā līdz 2016. gadam jāapgūst koģenerācijas potenciāls Latvijas lielākajās pilsētās (ieskaitot Rīgu) ar kopējo siltumslodzi aptuveni 300 MW_{th}. Pārējās Latvijas pilsētās ir jāapgūst koģenerācijas potenciāls ar kopējo siltumslodzi aptuveni 100 MW_{th}.

2008. gada 13.maijā Ministru kabinetā tika apstiprināts Ekonomikas ministrijas izstrādātais Latvijas Republikas *Pirmais energoefektivitātes rīcības plāns 2008. – 2010.gadam*, kas paredz virkni energoefektivitātes uzlabošanas pasākumu mājokļu, pakalpojumu, transporta, rūpniecības un lauksaimniecības jomā.

Galvenie uzdevumi energoefektivitātes jomā ir saistīti ar komunālās infrastruktūras uzlabošanu, nelietderīgas energoresursu izmantošanas novēršanu un vienotas atbalsta politikas izstrādāšanu energoefektivitātes paaugstināšanai siltumapgādes uzņēmumu sistēmās un ēku energoefektivitātes paaugstināšanu.

Tab. 2-1 Valsts aprēķinātais enerģijas ietaupījuma mērķis

	GWh
Vidējais gala enerģijas patēriņš 5 gados	38701
9% enerģijas ietaupījuma mērķis 2016.gadā	3483
Apstiprinātais enerģijas ietaupījuma mērķis (9% vai augstāks)	3483
Pieņemtais vidēja termiņa 2010.gada mērķis	67

Tehniskā situācija siltumavotos (gan centralizētajā, gan lokālajā un individuālajā siltumapgādē) ir ļoti dažāda. Latvijā pēdējo gadu laikā ir uzbūvēti daudzi jauni, moderni siltumavoti ar augstu lietderības koeficientu. Kā piemēru var minēt Rīgas TEC-1, SC-Imanta, kas izmantotās tehnoloģijas efektivitātes ziņā ir viens no modernākajiem Baltijā. Tomēr joprojām pastāv liels skaits siltumavotu, kuros joprojām tiek izmantotas novecojušas tehnoloģijas un neefektīvi patērēts kurināmais un citas izejvielas.

Stratēģiskie mērķi ir dabas resursu racionāla izmantošana, modernu ražošanas tehnoloģiju ieviešana, augstas energoefektivitātes nodrošināšana, kā arī nepieciešamās apsaimniekošanas infrastruktūras izveidošana. Ieviešot principu „piesārņotājs maksā”, tiek samazināts rūpnieciskās darbības rezultātā gaisā, ūdenī un augsnē nonākušais piesārņojošo vielu daudzums. Iepriekš minētos pasākumu īstenošanai, nepieciešama sadarbība un koordinācija starp vides aizsardzības, enerģētikas, rūpnieciskās ražošanas, transporta, mežsaimniecības, lauksaimniecības, veselības aizsardzības un citām nozarēm.

Latvijā cietais kurināmais, naftas produkti, dabas gāze un elektroenerģija tiek importēti. Resursu plūsmu sadalījums norāda uz augsto Latvijas atkarību no importa piegādēm – tikai aptuveni 36% no kopējā energoresursu patēriņa tiek nosegti ar vietējiem resursiem.

Tab. 2-2 Primāro resursu piegādes struktūra 2000.-2006.

	2000	2002	2003	2004	2005	2006
Naftas produkti	56.42	57.07	59.29	61.03	61.9	67.65
Ogles	3.05	3.17	3.1	3.07	3.52	3.7
Dabas gāze	45.64	54.07	56.41	55.79	56.85	58.89
Koksne	39.7	43.5	46.67	49.17	49.22	49.52
Kūdra	2.45	1.01	0.91	0.09	0.08	0.07
Biogāze, biodeģviela		0.06	0.16	0.3	0.45	0.46
Hydroenerģija	10.15	8.87	8.16	11.19	11.97	9.71
Vēja enerģija	0.01	0.04	0.17	0.18	0.17	0.17
Importētā elektroenerģija	6.43	8.45	9.48	7.55	7.73	9.03
Primārie energoresursi	163.85	176.24	184.35	188.37	191.89	199.2

Latvijas Ministru kabinets 2006.gada 9.augustā apstiprināja Emisijas kvotu sadales plānu 2008.-2012.gadam (turpmāk – Plāns), kurā emisijas kvotu apjoms bija paredzēts vidēji 7,7 milj. gadā.

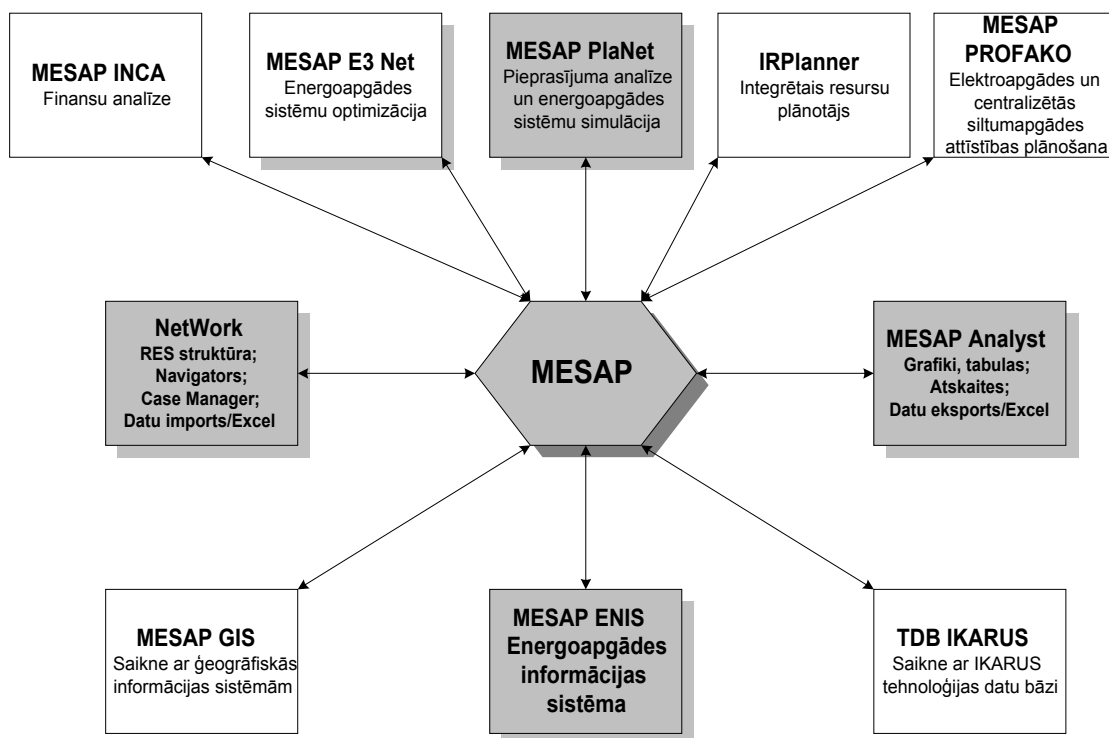
EK noteiktais kopējais emisijas kvotu apjoms Latvijai ir par 45% mazāk nekā Ministru kabineta 2006.gada 28.decembrī apstiprinātais, tomēr par 20,1% vairāk, nekā iekārtu faktiskās verificētās emisijas 2005.gadā.

3. Latvijas enerģētikas attīstības modelēšana

3.1. Enerģētikas plānošanas modelis MESAP

MESAP (Modular Energy System Analysis and Planning Environment) veidošana tika uzsākta Štutgartes universitātes Energoekonomijas un racionālas enerģijas izmantošanas institūtā (IER) 1984. gadā. Pirmā MESAP versija tika izveidota uz UNIX bāzētā sistēmā un ietvēra šādus FORTRAN modeļus:

- MESSAGE;
- WASP;
- MADE;
- MAED;
- INCA.



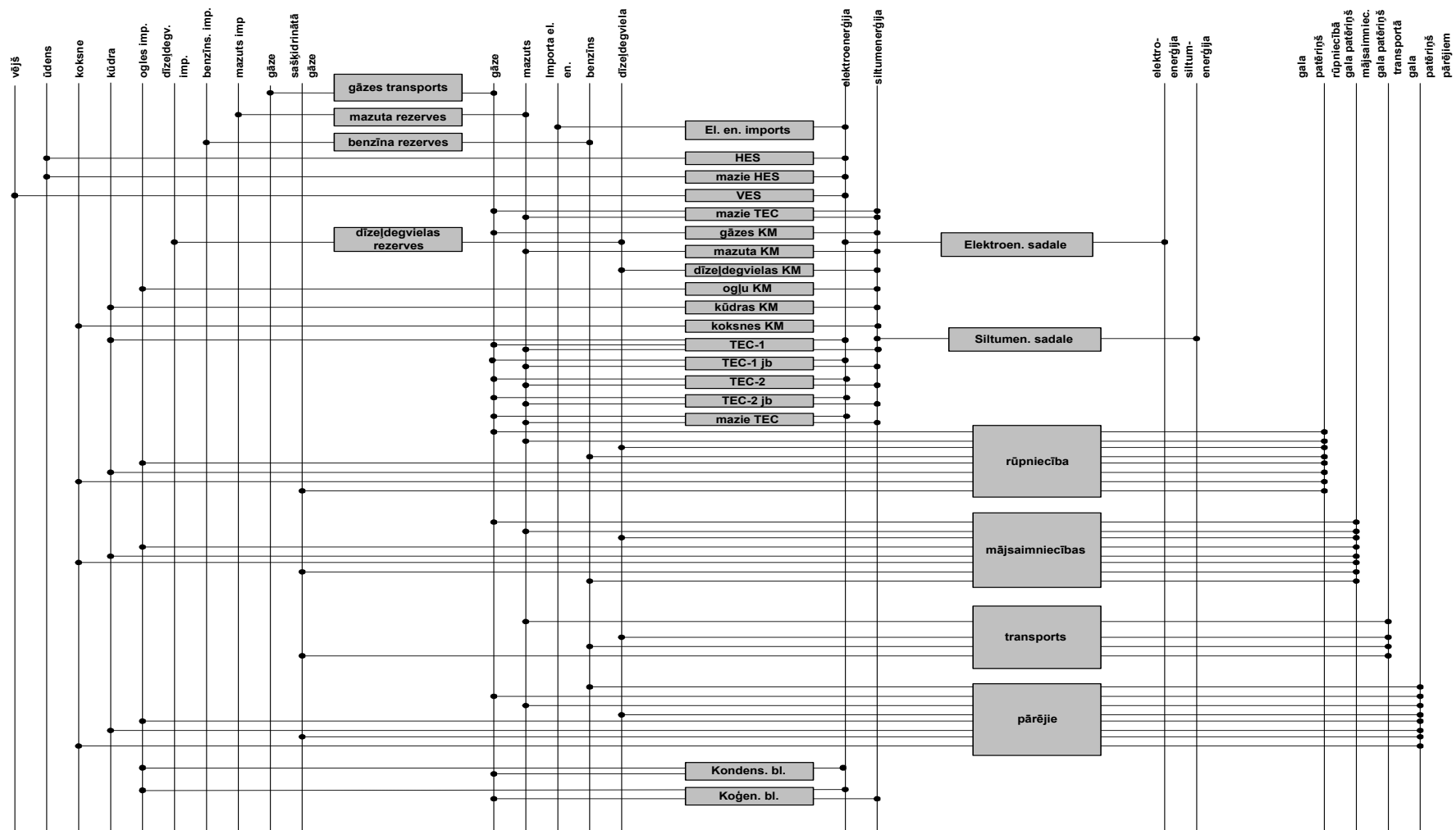
Att. 3-1 MESAP uzbūve

MESAP sistēma sastāv no trīs līmeņiem:

- Centrālā informācijas sistēma un instrumenti tās pārvaldīšanai;
- Modeļi;
- Datu bāzes.

Att. 3-1 ir parādītas visas pašreizējās MESAP sastāvdaļas, bet ar tonējumu izcelti tie modeļi vai informācijas sistēmas, kuras ir EM rīcībā.

Simulācijas pamatā ir nepieciešamo sekundāro (elektroenerģijas un siltumenerģijas), kā arī gala patēriņa datu ievadīšana dažādām patērētāju grupām un nepieciešamā kurināmā vai enerģijas apjoma aprēķināšana, lai segtu šo pieprasījumu.



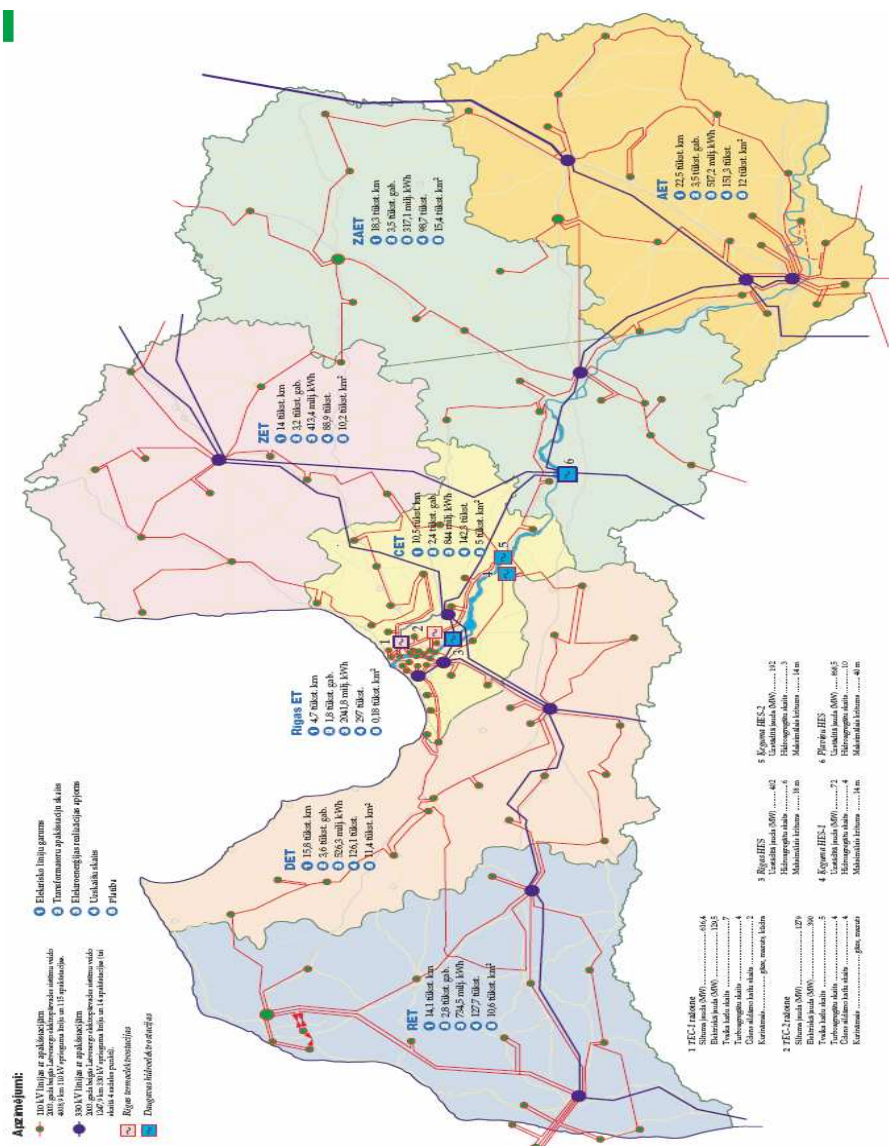
Att. 3-2 RES struktūra- Latvijas enerģijas un kurināmā balance

MESAP datu bāze NetWork var tikt vienlaicīgi izmantota kā datu bāze modeļu aprēķiniem un kā informācijas sistēma dažādu scenāriju izveidošanai. Kā modelēšanas datu bāze NetWork reprezentē centrālo platformu pievienotajiem enerģētikas sistēmas modeļiem, kur tiek uzkrāti sistēmas dati, pamat pieņēmumi un aprēķinu rezultāti.

NetWork bāzējas uz procesam orientētu pieeju. Enerģijas un apkārtējās vides sistēmas tiek attēlotas tīkla diagrammas veidā. Šāda veida tīkla diagrammu dēvē par References enerģijas sistēmas (RES).

RES apraksta enerģētikas sektoru topoloģiju nosacīta tīkla veidā. Šajā struktūrā dažādiem tautsaimniecības sektoriem tiek parādītas visas plūsmas un to pārveidošanas procesi sākot no primārajiem resursiem un beidzot ar gala patēriņu. 3-2. attēlā ir attēlota Latvijas enerģijas un kurināmā bilance RES struktūras veidā. Šī struktūra ir visas tālākās modelēšanas pamats.

3.1.1 Reģionālā un rajonu mēroga modelēšana



Att. 3-3 Latvijas iedalījums reģionos

Energosistēmas RES struktūra ir brīvi aprakstāma, jo tai nav ierobežojumu ne procesu, ne plūsmu, ne to savienojumu ziņā. Tāda modeļa papildfunkcija kā iedalījums reģionos ļauj šo struktūru pēc iespējas precīzāk piemērot konkrētā modeļa mērķiem. Tā kā RES struktūra ir datu bāzes pamats, tad, sadalot modelējamo apgabalu reģionos, to nedrīkst mainīt. Modelējot mainās tikai reģionus aprakstošie dati. Tās tehnoloģijas vai procesi, kuri kādā no reģioniem netiek izmantoti, ļauj sevi izslēgt, piešķirot tiem vērtību nulle. Simulācijas procesu precizēšana modelī tiek realizēta pēc Monte Karlo metodes, kas dod kļūdu 0.5 % apmērā uz modelējamo gadu.

Att. 3-3 uzskatāmi parādīts Latvijas sadalījums reģionos. Veicot šādu iedalījumu, ir ņemti vērā vairāki faktori:

- Reģionu veidojošo rajonu ģeogrāfiskā atrašanās vieta;
- Pieejamo kurināmā un enerģijas veidu struktūra;
- AS Latvenergo elektrisko tīklu iedalījums.

Ja nepieciešams patēriņa datus prognozēt, tad to dara ciešā saistībā ar tautsaimniecības procesu attīstības analīzi un prognozēm. Tālāk tiek parādīta kurināmā un degvielas gala patēriņu matemātiska plānošana.

$$qf_{i0} = q f_{i1} * eff_{i1} + q f_{i2} * eff_{i2} + \dots \quad (1-1)$$

kur:

qf_{i0} -plūsma (kurināmā vai siltumenerģijas)

$qf_{i1...n}$ -plūsma (izmešu vai elektroenerģijas)

$eff_{i1...n}$ -koeficients (izmešu vai lietderības)

$$qc_j = \sum_{i = cons. proc.} qf_{ij} \quad (1-2)$$

kur:

qc_j -daudzums (patēriņa procesi)

$$qc_j = \sum_{i = prod. proc.} qf_{ij} \quad (1-3)$$

kur:

qc_j -daudzums (ražošanas procesi)

Ar tirgus daļām jeb īpatsvaram saprot procesa vai patēriņa tirgus daļas, konkrētajā gadījumā - dažādu kurināmo un enerģijas veidu gala patēriņa īpatsvari, kā arī siltumenerģijas ražošanas īpatsvari katlu mājās un termoelektrocentrālēs.

$$qf_{ij} = qc_j * ms_{ij} \quad (1-4)$$

kur:

qf_{ij} -plūsma

qc_j -daudzums

ms_{ij} -daļas (tirgus vai produkta)

Mērķa funkcija summāro izdevumu noteikšanai, kas saistīta ar produkcijas (enerģijas) iegūvi no citiem Latvijas reģioniem:

$$I_1 = f_1 \left(\sum_{l \in L_n} \sum_{n \in N} \sum_{\mu \in M} \sum_{t \in T} c_{(ln)}^{\mu t} X_{(ln)}^{\mu t} \right) \quad (1-5)$$

kur:

c – izdevumu attiecība pret labāko variantu

x – ieguves intensitāte

μ - jaudas un enerģijas bilance

t - laika periods

l, n – rajons, reģions

Minētajā funkcijā ir iekļautas četras summārās izteiksmes, kas atkarīgas no:

- 1) apskatāmā sadales mezgla izdevumiem un patērējamās jaudas;
- 2) apskatāmā rajona izdevumiem un patērējamās jaudas;
- 3) apskatāmās jaudas un enerģijas bilances;
- 4) apskatāmā laika perioda.

Mērķa funkcija summāro izdevumu noteikšanai, kas saistīta ar elektrisko staciju ekspluatāciju un rekonstrukciju:

$$I_2 = f_2 \left(\sum_{i \in I_n} \sum_{r \in R_i} \sum_{l \in L_n} \sum_{n \in N} c_{ilnr} X_{ilnr} \right) \quad (1-6)$$

kur:

r – indekss, kas apzīmē objekta attīstību un funkcionēšanas veidu

i – elektrostacijas indekss

Funkcijā ir iekļautas četras summārās izteiksmes, kas atkarīgas no:

- 1) elektrostaciju skaita
- 2) objekta funkcionēšanas veida
- 3) apskatāmā sadales mezgla izdevumiem un patērējamās jaudas
- 4) apskatāmā rajona izdevumiem un patērējamās jaudas

Mērķa funkcija summāro izdevumu noteikšanai, kas saistīta ar sistēmas pārveidošanu:

$$I_3 = f_3 \left(\sum_{l \in L_n} \sum_{n, n' \in N} \sum_{r \in R} c_{lnln'r} X_{lnln'r} \right) \quad (1-7)$$

kur:

r – indekss, kas apzīmē objekta attīstības un funkcionēšanas veidu

Funkcijā ir iekļautas trīs summārās izteiksmes, kas atkarīgas no:

- 1) apskatāmā sadales mezgla izdevumiem un patērējamās jaudas
- 2) apskatāmā rajona izdevumiem un patērējamās jaudas
- 3) objekta funkcionēšanas veida

Mērķa funkcija summāro izdevumu noteikšanai, kas saistīta ar patērējamās degvielas resursiem:

$$I_4 = f_4 \left(\sum_{k \in K} \sum_{n \in N} \sum_{t \in T} c_{kn}^t X_{kn}^t \right) \quad (1-8)$$

kur:

k – indekss, kas apzīmē izmantojamo kurināmā veidu

Funkcijā ir iekļautas trīs summārās izteiksmes, kas atkarīgas no:

- 1) izmantojamajiem degvielas resursiem
- 2) apskatāmā rajona izdevumiem un patērējamās jaudas
- 3) apskatāmā laika perioda

Mērķa funkcija summāro izdevumu noteikšanai, kas saistīta ar enerģijas patēriņa regulēšanu:

$$I_5 = f_5 \left(\sum_{l \in L_n} \sum_{n \in N} \sum_{r \in R} \sum_{t \in T} c_{l_{nr}}^t x_{l_{nr}}^t \right) \quad (1-9)$$

kur:

r – indekss, kas apzīmē objekta attīstības un funkcionēšanas veidu

Funkcijā ir iekļautas četras summārās izteiksmes, kas atkarīgas no:

- 1) apskatāmā sadales mezgla izdevumiem un patērējamās jaudas
- 2) apskatāmā rajona izdevumiem un patērējamās jaudas
- 3) objekta funkcionēšanas veida
- 4) apskatāmā laika perioda

Latvijas bilances elektroenerģijas, siltumenerģijas un kurināmā patēriņa optimizācijas funkcijas (formulas):

$$\sum_{i \in J} F_{i,t} = \sum_{i \in J} \frac{F_{i,t}}{\eta_{i,t}} \quad \begin{matrix} V_m = 1, \dots, M \\ V_t = 1, \dots, T_p \end{matrix} \quad (1-11)$$

kur:

i – enerģijas vai kurināmā saistību apzīmējums ($i = 1, \dots, N$)

m – ievada apzīmējums

t – gada apzīmējums

J Im,t – indeksācija saistību ievadam **m** gadā **t**

J Om,t – indeksācija saistību izvedumam **m** gadā **t**

M – ievadu skaits

N – saistību skaits

Tp – prognozējamais gads (2025)

Fi,t – enerģijas vai kurināmā izmaiņa pie **i**

η i,t – tehnoloģijas efektivitāte saistībām **i** par laiku **t**

$$F_{i,t} \leq A V_{i,t} * \left(RCAP_{i,t} + \sum_{u=T_0}^t ADCAP_{i,t} \right) \quad \begin{matrix} V_i = 1, \dots, N \\ V_t = 1, \dots, T_p \end{matrix} \quad (1-12)$$

$(u \geq t - DV_{i,t})$

kur:

i – enerģijas vai kurināmā saistību apzīmējums ($i = 1, \dots, N$)

t, u – gada apzīmējums

N – saistību skaits

T_0 – bāzes gads (2006)

T_p – prognozējamais gads (2025)

$F_{i,t}$ – enerģijas vai kurināmā izmaiņa pie i

$ADCAP_{i,t}$ – jaunas ieguldītas tehnoloģijas i gadā t

$AV_{i,t}$ – tehnoloģijas iespēja saistībām i par laiku t

$DV_{i,t}$ – tehnoloģijas i kalpošanas laiks

$RCAP_{i,t}$ – sākuma krājumu palikušas rezerves bāzes gadā T_0 tehnoloģijas i gadā t

Pamatojoties uz šādām formulām ir izstrādātas vairākas Eiropā pazīstamas prognožu programmas, tā skaitā arī MESAP.

3.2. Metodika informācijas savākšanai reģionālā un rajonu griezumā

Katram reģionam katlu māju izvēlē izstrādāta metodika optimālai kurināmā izmantošanai, pēc kuras veikti pētījumi kurināmā izvēles optimizācijas rezultātu ietekmei uz kurināmā izmantošanas struktūru reģionos un simulēta to attīstības gaita atbilstoši izvirzītiem robežnoteikumiem. Tirdzniecības prognožu atbilstības tuvināšanu reālam stāvoklim var panākt, savlaicīgi koriģējot ievadāmos datus valsts un reģionālā griezumā. Valsts mērogā informācijas iegūšanai tiek izmantots ikgadējais statistikas datu krājums „Energobalance”, kas ietver informāciju par izmantotajiem kurināmā apjomiem un saražoto enerģiju.

- kurināmā patēriņš siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanai CSS un kurināmā gala patēriņš - Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras statistiskais pārskats par gaisa aizsardzību "Nr.2-Gaiss", kas ietver publiski pieejamu informāciju par izmantoto kurināmā daudzumu gadā enerģijas (siltumenerģijas un/vai elektroenerģijas) ražošanai un tehnoloģiskajiem procesiem gan teritoriālā, gan organizāciju griezumā;
- Saražotā elektroenerģija HES, mazajos HES, VES – AS Latvenergo gada pārskati;
- Tirdzniecības daļas katras atsevišķas nozares procesiem (t.i., kāds īpatsvars ir noteiktajam kurināmā, enerģijas vai degvielas veidam katrā no apskatāmajiem sektoriem, piemēram, mājsaimniecībās, rūpniecībā utt.) – apstrādāta informācija no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras statistiskais pārskats par gaisa aizsardzību "Nr.2-Gaiss".

3.3. Latvijas enerģētikas nozares attīstības scenāriji

Latvijas enerģētikas nozares attīstības modelēšanai tiek izvirzīti 4 scenāriji:

- Bāzes scenārijs (0);
- Atjaunojamo energoresursu izmantošanas scenārijs (1);
- Maksimālas enerģijas ražošanas efektivitātes scenārijs (2);
- Energoapgādes drošuma scenārijs (3).

3.3.1 Bāzes scenārijs

Bāzes scenārijā tiek modelēta esošā situācija Latvijas energoapgādē, ievērojot sekojošus pamatpieņēmumus:

- siltumenerģijas un elektroenerģijas patēriņš mainās saskaņā ar izstrādāto prognozi
- darbojas pašreizējās elektroenerģiju un siltumenerģiju ģenerējošās jaudas (ietverot TEC-2 jauno bloku);
- jaunas elektroenerģiju ģenerējošās bāzes jaudas būvētas netiek;
- elektroenerģijas pieprasījuma iztrūkumu sedz imports.

3.3.2 Atjaunojamo energoresursu izmantošanas scenārijs

Atjaunojamo energoresursu scenārija modelēšanā ir sekojoši pamatpieņēmumi:

- Maksimāli tiek izmantots biomasas koģenerācijas siltumslodžu potenciāls (uzstādītā jauda aptuveni 50 MW);
- Tiek uzbūvētas VES ar uzstādīto jaudu 200 MW
- Tiek uzbūvēti Daugavpils un Jēkabpils HES (uzstādītā jauda 50 MW)
- Palielinās biomasas izmantošana siltumapgādē (daļēja dabas gāzes aizstāšana)

3.3.3 Maksimālas enerģijas ražošanas efektivitātes scenārijs

Augstas efektivitātes energoapgādes scenārijs pamatā balstās uz dabas gāzes, kas ir viens no visefektīvāk pielietojamajiem energoresursiem, izmantošanu. Scenārija pamatā ir sekojoši pamatpieņēmumi:

- Jaunbūvējamajās koģenerācijas stacijās pamatā tiek izmantota dabas gāze (uzstādītā jauda aptuveni 80 MW);
- Tiek uzbūvēta dabas gāzes kondensācijas elektrostacija ar uzstādīto jaudu 400 MW
- Siltumapgādē dominē dabas gāzes izmantošana (75%)

3.3.4 Energoapgādes drošuma scenārijs

Energoapgādes drošuma scenārijs balstās uz iespējami lielu kurināmā un energoresursu veidu dažādošanu:

- Koģenerācijas attīstība balstās uz dažādiem kurināmajiem
- Tiek uzbūvēta cietā kurināmā (ogļu un biomasas maisījuma) KES (ar uzstādīto jaudu 400 MW);
- Līdzsvarota siltumapgādē izmantojamo kurināmo struktūra
- Tiek uzbūvētas VES (uzstādītā jauda 100 MW)

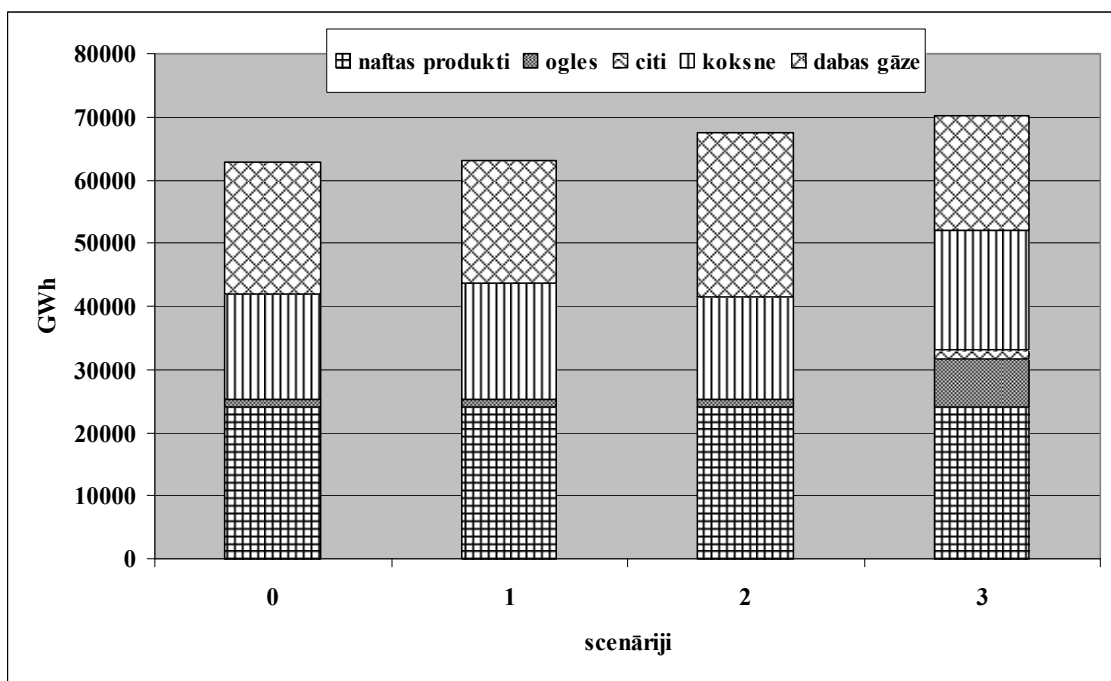
4. Modelēšanas rezultāti

Attīstības scenāriju modelēšanas rezultātā tiek analizēti sekojoši rezultāti:

- Nepieciešamais kurināmais koģenerācijas stacijās (dabas gāze, koksne, akmeņogles);
- Saražotās enerģijas apjomi;
- Importētās elektroenerģijas apjomi;
- Nepieciešamās investīciju izmaksas;
- Elektrostacijās saražotās enerģijas cenas.

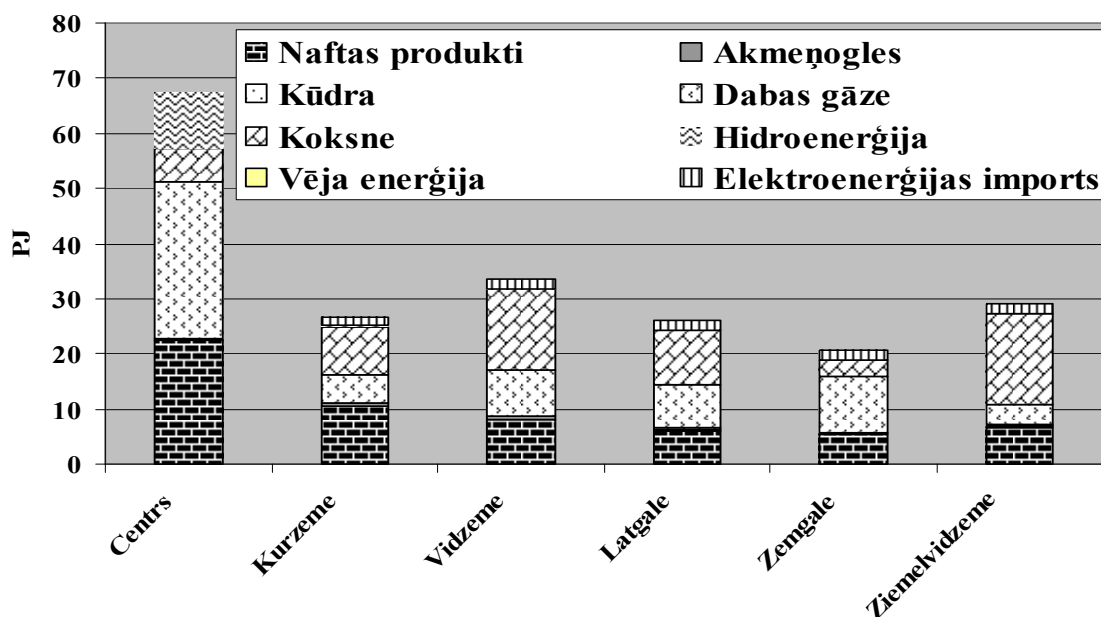
4.1. Kurināmais

Atbilstoši no attīstības scenārijiem mainās kurināmā apjomi un struktūra (skat. Att. 4-1). Salīdzinot ar bāzes scenāriju, kopējie kurināmā izmantošanas apjomi palielinās par 5% atjaunojamo energoresursu izmantošanas scenārijā, par 8% maksimālas enerģijas ražošanas efektivitātes scenārijā un par 15% energoapgādes drošuma scenārijā.



Att. 4-1 Izmantoto kurināmo struktūra (2015. gads)

Kurināmā izmantošanas apjomi modelēti arī reģionālā līmenī, un rezultāti doti nākamajā attēlā.



Att. 4-2 Bāzes scenārija simulācijas rezultāti (reģionos), PJ

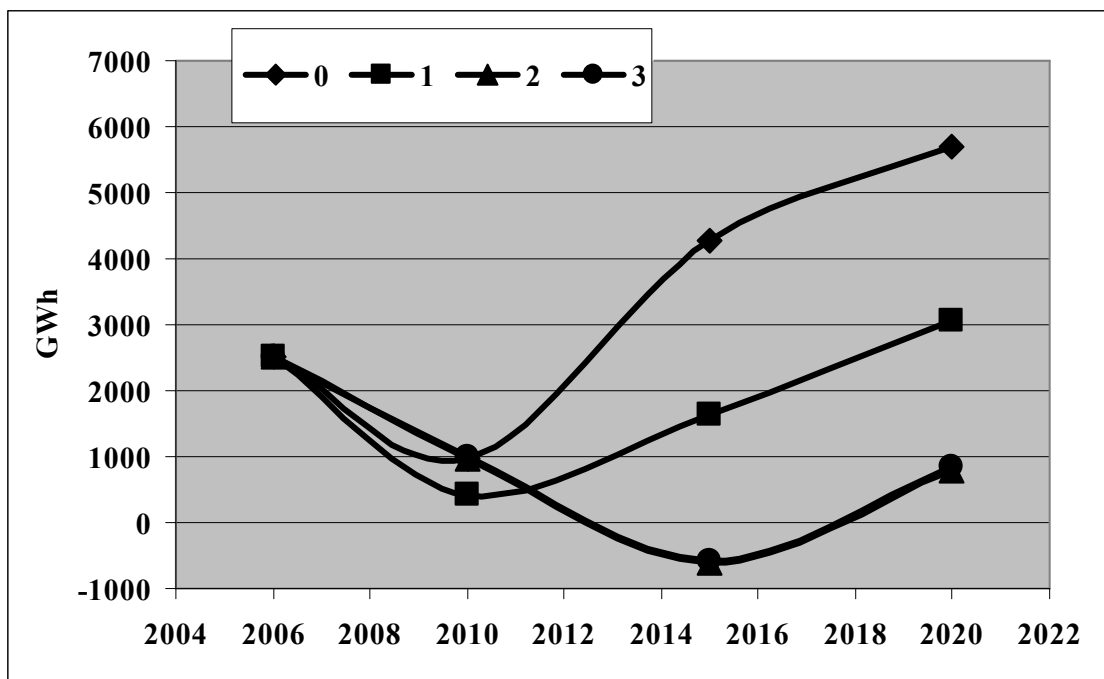
4.2. Saražotā un importētā elektroenerģija

Atkarībā no izvēlētās scenārija mainās importētās elektroenerģijas apjomi (skat.Att. 4-3). Tā kā elektroenerģijas patēriņa prognoze ir pieaugoša, pieaugs arī elektroenerģijas imports bāzes scenārijā. Elektroenerģijas importa samazinājums 2010. gadā izskaidrojams ar TEC-2 pirmā bloka ar elektrisko jaudu 300 MW nodošanu ekspluatācijā. Modelējot tiek pieņemts, ka šis bloks darbojas bāzes režīmā, t.i. 7000 stundas gadā. Ja darbības laiks tiek samazināts, tad atbilstoši samazinās izstrādātās elektroenerģijas apjomi un palielinās imports. Taču pieaugot elektroenerģijas pieprasījumam laika posmā pēc 2020. gadam, uz 2020. gadu elektroenerģijas imports var sasniegt 5700 GWh gadā.

Attīstot ģenerējošās jaudas, iespējams šos pieauguma tempus samazināt. Tomēr arī atjaunojamo energoresursu potenciāls nav pietiekams valsts elektroenerģijas pieprasījuma nodrošināšanai. Atjaunojamo energoresursu izmantošanas scenārijā nepieciešamie importētās elektroenerģijas apjomi ir ievērojami mazāki nekā bāzes scenārijā, tomēr uz 2020. gadu nepieciešams importēt vairāk nekā 3000 GWh elektroenerģijas.

Uzbūvējot bāzes jaudas kondensācijas elektrostaciju (dabas gāzes vai cietā kurināmā), iespējams pieprasījumu nodrošināt. Maksimālas enerģijas ražošanas efektivitātes un energoapgādes drošuma scenārijos pēc 2015. gada parādās iespēja segt iekšzemes elektroenerģijas patēriņu un pat daļu saražotās elektroenerģijas eksportēt (aptuveni 600 GWh). Šādi rezultāti tiek iegūti, ja pieņem, ka elektrostacija darbojas bāzes režīmā, t.i. 7000 stundas gadā.

Ja elektroenerģijas patēriņa pieprasījums turpina pieaugt saskaņā ar izvirzītajām prognozēm, tad pēc 2020. gada arī pēc 400 MW kondensācijas stacijas uzbūvēšanas parādās nepieciešamība pēc elektroenerģijas importa aptuveni 800 GWh apjomā.



Att. 4-3 Elektroenerģijas importa/eksporta apjomi

4.3. Elektroenerģijas cena

Elektroenerģijas ražošanas cenu veido sekojošas izmaksas:

- kurināmais;
- ekspluatācijas izmaksas¹;
- kapitāla izmaksas (ietver investīciju atmaksāšanos 15 gadu periodā, izmantojot diskonta likmi 15%).

Elektroenerģijas cena katram no izvēlētajiem scenārijiem aprēķināta balstoties uz elektroenerģijas ieguves avotu sadalījumu un elektroenerģijas cenu katram no avotiem.

Iegūtie rezultāti rāda, ka elektroenerģijas ražošanas cena visiem scenārijiem ir līdzīga un svārstās 40-45 Ls/MWh robežās, kas nozīmē, ka no ekonomiskā viedokļa visi scenāriji ir līdzīgi.

Visaugstākā elektroenerģijas cena ir atjaunojamo energoresursu izmantošanas scenārijā – tā ir par 5% augstāka nekā bāzes scenārija gadījumā.

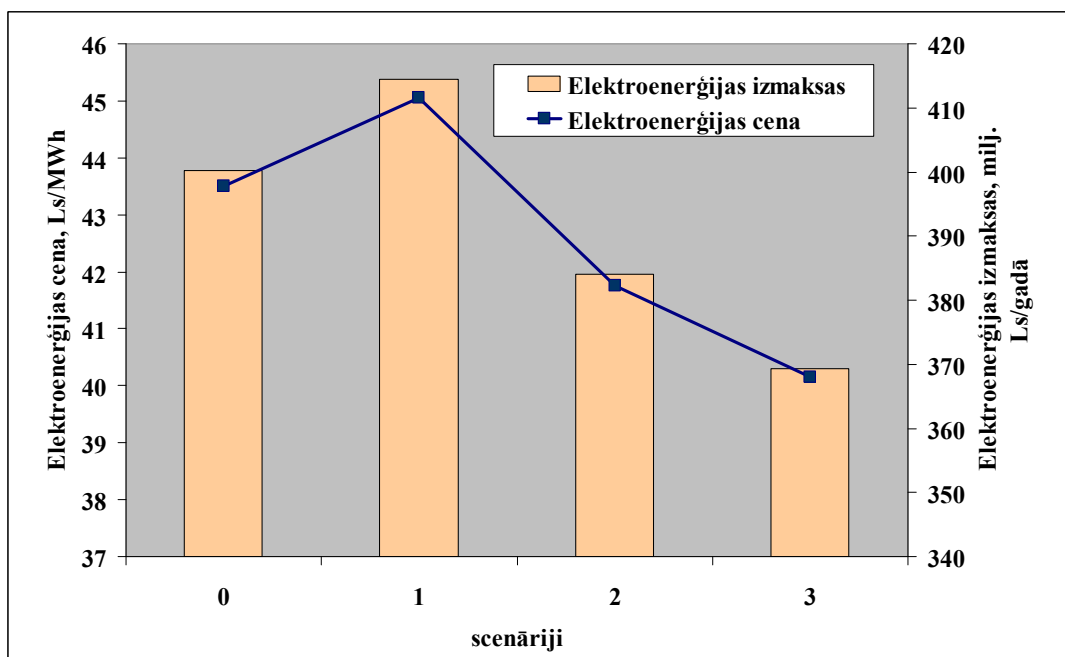
Viszemāko elektroenerģijas cenu, kas ir par 8% zemāka nekā bāzes scenārijā, iespējams iegūt realizējot energoapgādes drošuma scenāriju.

Maksimālas enerģijas ražošanas efektivitātes scenārijā elektroenerģijas ražošanas cena ir par 4% zemāka nekā bāzes scenārijā.

Visaugstākās elektroenerģijas ražošanas izmaksas ir atjaunojamo energoresursu izmantošanas scenārijā – tās ir par 14 miljoniem Ls augstākas nekā bāzes scenārija gadījumā.

Viszemākās elektroenerģijas ražošanas izmaksas, kas ir par 31 miljonu Ls zemākas nekā bāzes scenārijā, iespējams iegūt realizējot energoapgādes drošuma scenāriju.

¹ ekspluatācijas izmaksās nav ietverta CO₂ kvotas cena, Emisijas kvotu plāns ietver periodu līdz 2012. gadam un nav iespējams prognozēt CO₂ kvotas cenu uz 2015. gadu

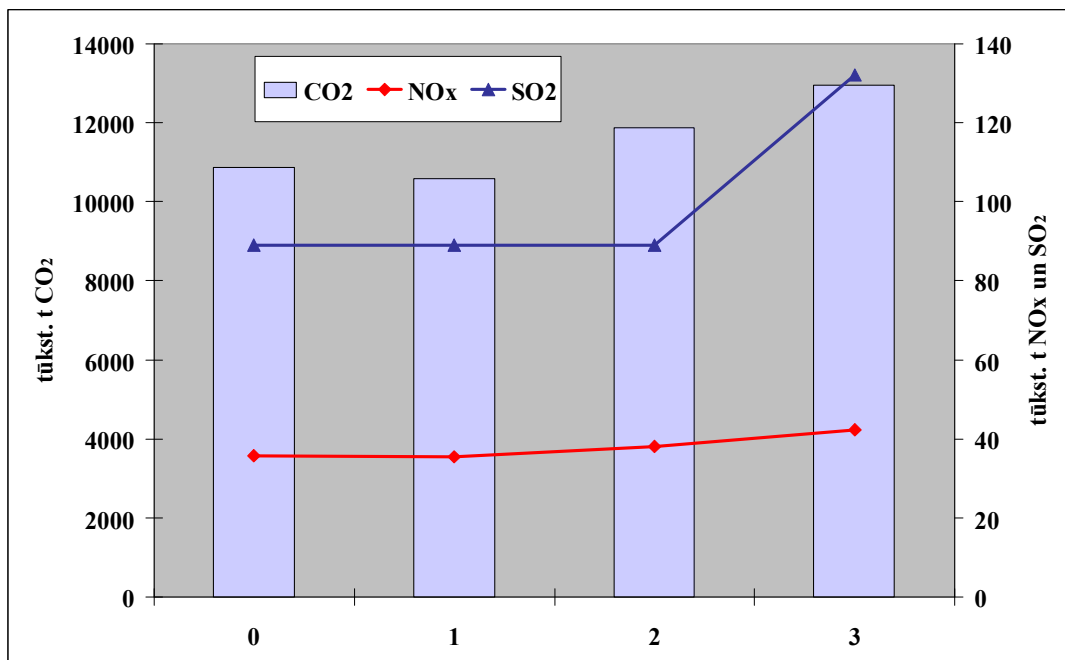


Att. 4-4. Elektroenerģijas ražošanas cena un izmaksas

4.4. Vides aspekti

Modelī tiek noteikti sekojoši kaitīgo izmešu apjomi: CO₂, SO₂, NO_x.

Iegūtie rezultāti atspoguļoti Att. 4-5.



Att. 4-5 NO_x, SO₂ un CO₂ emisijas (2015. gads)

Vismākie CO₂ emisiju apjomi ir atjaunojamo energoresursu scenārijā (5% zemāki nekā bāzes scenārijā), bet visaugstākie – energoapgādes drošuma scenārijā (20% augstāki nekā bāzes scenārijā).

Līdzīgi kā CO₂ emisijas, tāpat arī zemākās NO_x un SO₂ emisijas ir atjaunojamo energoresursu scenārijā, bet visaugstākās – energoapgādes drošuma scenārijā.

5. Secinājumi

Izstrādājot promocijas darbu, ir veikts sekojošais:

1. IZanalizētas un izvērtētas Latvijas elektroenerģijas, siltumenerģijas, kurināmā un citu energoresursu patēriņš un piegādes laika posmam no 1990. līdz 2007. gadam, ka arī enerģētikas nozares tiesiskā vide, tehnoloģiskie, vides un energoapgādes drošuma aspekti.
2. Pamatojoties uz patēriņa tendenču un to ietekmējošo faktoru analīzi, ir izstrādātas elektroenerģijas, siltumenerģijas un kurināmā gala patēriņa prognozes pa nozarēm līdz 2025. gadam un parādīta nepieciešamība veikt reģionu pētījumus par kurināmā un enerģijas veidiem.
3. Darbā, izmantojot publiski pieejamos statistikas datus, izstrādāta metode enerģijas un kurināmo patēriņa apjomu noteikšanai reģionālā līmenī, izdalot 6 nosacītos reģionus. Veikti pētījumi kurināmā veida izvēles optimizācijas rezultātu ietekmei uz kurināmā izmantošanas struktūru reģionā.
4. Veikti reģionu pētījumi par kurināmā un enerģijas veidiem un novērtēts vispārējais stāvoklis apgādes drošuma un energoefektivitātes paaugstināšanai. Katram reģionam katlu māju izvēlē izstrādāta metodika optimālai kurināmā izmantošanai. Ir secināts, ka tirgus apstākļos prognožu atbilstības tuvināšanu reālam stāvoklim var panākt, savlaicīgi koriģējot ievadāmos datus valsts un reģionālā griezumā.
5. Izveidots Latvijas enerģijas piegādes-patēriņa imitācijas modelis un izstrādāta Latvijas energobilances *References enerģijas sistēmas* struktūra, sastādīti enerģijas, kurināmo plūsmu un izmaksu aprakstošie vienādojumi.
6. Izplānots datoreksperiments ar 4 Latvijas enerģētikas attīstības scenārijiem, kuros noteikti nepieciešamie kurināmā un enerģijas apjomi, sistēmas izmaksas, enerģijas cena un ietekme uz vidi. Visiem scenārijiem elektroenerģijas pašizmaksa ir robežās no 40 līdz 45 Ls/MWh.
7. Iegūtie rezultāti rāda, ka 3 alternatīvajos scenārijos kopējie kurināmā izmantošanas apjomi, salīdzinot ar bāzes scenāriju, palielinās par 5% atjaunojamo energoresursu izmantošanas scenārijā, par 8% maksimālas enerģijas ražošanas efektivitātes scenārijā un par 15% energoapgādes drošuma scenārijā.
8. No pētījumu rezultātiem redzams, ka LR Valdībā un sabiedrībā apspriestās 400 MW kondensācijas TES uzstādīšana ļautu nodrošināt LR patēriņu un maksimālas enerģijas ražošanas efektivitātes un energoapgādes drošuma scenārijos pēc 2015. gada pat dotu iespēju eksportēt aptuveni 600 GWh enerģijas. Pieaugot patēriņam pēc 2020. gada enerģijas deficīts vienāla gada sasniegtu aptuveni 800 GWh.
9. Promocijas darba materiāli ir izmantoti piedaloties valsts enerģētikas un vides politikas dokumenta "Latvijas enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.-2016." izstrādē.
10. Šis izstrādātais modelis un metodika ir aprobēti ES reģionālās attīstības un enerģētikas sfēras projektā "Ilgtspējīgas Enerģētikas Panākšana Eiropas Perifērijas Rajonos".

Publikāciju saraksts:

1. Kundzina A., Vostrikovs S., Turlajs D., Sarma U., OPTIMAL FUEL WOOD MODELLING IN LATVIA USING MESAP PROGRAM, 10th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HEAT TRANSFER AND RENEWABLE SOURCES OF ENERGY, Międzyzdroje, Poland, 08.09. – 11.09.2004, pp. 75 - 80.
2. Vostrikovs S., Kundzina A., Turlajs D., PLANNING OF FUEL AND ENERGY SUPPLY IN LATVIA BY USING A MESAP PROGRAMMING MODEL, 45th International Conference of Scandinavian Simulation Society, "SIMS 2004,, Copenhagen, Denmark, 23.09. – 24.09.2004, pp. 223 - 229.
3. Vostrikovs S., Kundzina A., Turlajs D., Sarma U., Legal Regulation of CHP in the National Legislation of Latvia, 1st International Ukrainian Conference on Cogeneration for Industry and District Heating Systems, Kyiv, Ukraine, 18.10. – 20.10.2004. pp. 1 – 6. – on CD-ROM.
4. Kundzina A., Vostrikovs S., Turlajs D., Значение энергетической древесины в энергобалансе Латвии, III-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ конференция, Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии как альтернативные первичным источникам энергии в регионе, Львов, 14.04. - 15.04.2005, стр. 117 - 121.
5. Vostrikovs S., Kundzina A., Turlajs D., Sarma U., Simulation of fuel and energy supply in Latvia by using MESAP programming model, 8th WSEAS International Conference on Automatic Control, Modelling and Simulation, Czech Republic, Prague, 12.03.-14.03.2006, pp. 226 - 231.
6. Vostrikovs S., Kundzina A., Turlajs D., Sarma U., Modelling fuel and energy supply for central and regional levels of Latvia, WSEAS Transactions on Information Science and Applications, Issue 5, Volume 3, May 2006, pp. 927 - 933.
7. Vostrikovs S., Kundzina A., Turlajs D., Sarma U., Biomass usage potential in power industry of Latvia Proc. 11th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HEAT TRANSFER AND RENEWABLE SOURCES OF ENERGY, Poland, Międzyzdroje, 13.09. – 16.09.2006, pp. 141 - 146. - on CD-ROM.
8. Vostrikovs S., Kundzina A., Turlajs D., Geriņš Ē., LATVIJAS ENERĢIJAS UN ENERGORESURSU RAŽOŠANAS UN PATĒRIŅA SCENĀRIJU IZSTRĀDE AR MESAP PROGRAMMĒŠANAS METODI, RTU Zinātniskie raksti, 6. sērija, 21. sējums, Rīga, 2006, lpp. 119 - 126.
9. Vostrikovs S., Kundzina A., Turlajs D., Sarma U., ENERGY POLICY IN THE COMBINED HEAT AND POWER (CHP) SECTOR OF LATVIA, Proc. 3th IASTED Asian Conference on [Power and Energy Systems](#), "AsiaPES 2007", Phuket, Thailand, 02.04. – 04.04.2007, pp. 365 – 368. – on CD-ROM.
10. Vostrikovs S., Kundzina A., Turlajs D., Sarma U., SIMULATION OF ENERGY DEVELOPMENT SCENARIOS IN LATVIA ON REGIONAL LEVEL, Proc. 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, Ljubljana, Slovenia, 09.09. – 13.09.2007, pp. 1 – 6. – on CD-ROM.
11. Vostrikovs S., Turlajs D., Kundzina A., Sarma U., USAGE OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES FOR THE COMBINED HEAT AND POWER GENERATION IN LATVIA, Proc. 11th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HEAT TRANSFER AND RENEWABLE SOURCES OF ENERGY, Poland, Międzyzdroje, 11.09. – 14.09.2008, pp. 251 - 258. - on CD-ROM.