**Latvijas Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2030. gadam**

**5.pielikums**

**Energosistēmu attīstības un SEG emisiju analīzē un prognozēšanā izmantotās metodes**

# Enerģētikas attīstības scenāriju analīzei izmantotā metode

Latvijas enerģētikas sektora attīstības scenāriju veidošanai un analīzei tika izmantots enerģētikas un vides sistēmas pētījumos pasaulē plaši izmantotais MARKAL modelis[[1]](#footnote-1). MARKAL-Latvia ir optimizācijas modelis, kurā attēlota Latvijas enerģētikas nozares attīstība 50 gadu laika posmā nacionālā līmenī. Iegūtie rezultāti ir atkarīgi no ieejas parametriem un izmantotā modeļa algoritma modifikācijas. Galvenās modeļa paradigmas ir ideāls tirgus (*competitive partial equilibrium*) un tehnoloģiju attīstības pārredzamajā visā apskatāmā perioda garumā *(perfect foresight)*.



1.attēls. MARKAL modelēšanas platformas enerģētikas – ekonomikas – vides mijiedarbība

Modelī MARKAL-Latvia matemātiski ir aprakstīta visa Latvijas enerģijas sistēma – sākot ar enerģijas pieprasījumu (lietderīgās enerģijas patēriņi jeb enerģijas pakalpojumi), tad enerģijas gala patēriņa un pārveidošanas sektora posmi, un beidzot ar primārās enerģijas piegādi (vietējo resursu ieguve, imports un eksports).

Modelētā sistēma ir aprakstīta ar enerģijas resursu un tehnoloģiju (pašreizējās un nākotnes) iespējām, kuras raksturotas ar tehniskiem, ekonomiskiem un vides parametriem. Vienā sistēmā ir integrēta enerģijas lietotāju un enerģijas apgādes puse, tādējādi tās atrodas savstarpējā mijiedarbībā. Modeļa reālo atrisinājumu kopā ieiet daudz un dažādas enerģijas resursu un tehnoloģiju kombinācijas, bet atrisinājums ir kombinācija ar viszemākajām kopējām izmaksām, kas tiek atrasta optimizācijas ceļā, piemēram, izmantojot simpleksa metodi.



2.attēls. No vajadzībām līdz enerģijas resursam

Modeļa ieejas informācija ir prognozes par enerģijas resursu cenām, tehnoloģiju un enerģijas resursu raksturojums, kā arī enerģijas pakalpojumu pieprasījumu (*energy service demands*), piemēram, apsildāmo telpu platība vai tonnu kilometri, kas atspoguļo nepieciešamību pēc attiecīga enerģijas daudzuma.

MARKAL-Latvia kā enerģētikas un vides sistēmas analīzes instrumentārijs nodrošina daudzpusīgu analīžu veikšanu, kurā līdzās esošajai Latvijas enerģētikas struktūrai ir aprakstītas nākotnē iespējamās alternatīvās enerģijas piegādes ķēdes, tehnoloģijas un emisiju samazināšanas iespējas.

Modelī izmantots enerģētikas references sistēmas koncepts, kas sasaista vienā sistēmā enerģijas pieprasījumu, resursus, tehnoloģijas un tirgus preces (enerģijas nesēji, emisijas). Dažādi enerģijas resursu piegādātāji, procesu, transformācijas un patērētāju tehnoloģijas konkurē gala enerģijas patērētāju tirgū, lai nodrošinātu lietderīgās enerģijas pieprasījumu. Modelis izvēlas optimālāko enerģētikas sistēmas struktūru katram laika posmam, minimizējot izmaksas, ņemot vērā dažādus ierobežojumus.

Attīstības scenāriju modelēšanai ir izmantota *MARKAL-ED modifikācija.* Pielietojot elastīga pieprasījuma modelēšanas metodi MARKAL-Latvia modelī, pieprasījums pēc enerģijas pakalpojuma var samazināties vai palielināties, ja gala enerģijas izmaksas attiecīgi pieaug vai samazinās. Ja izmaksas samazinās, piemēram, pateicoties enerģijas efektivitātei, tad patēriņš uz to reaģē palielinoties pieprasījumam pēc enerģijas pakalpojuma.

Modeļa bāzes gadā (2000. gads) kā arī 2005., 2010., 2015. un 2017.gadā pēc Centrālās statistikas pārvaldes enerģijas resursu bilances ir kalibrēts:

* Enerģijas gala patēriņš – rūpniecība, pakalpojumi, mājsaimniecības, lauksaimniecība, transports;
* Zudumi – elektroenerģijas un siltumenerģijas tīklos, dabas gāzes sistēmā;
* Ražošanas procesi – biodīzeļdegvielas un bioetanola ražošana, kokogļu un kūdras brikešu ražošana;
* Pārveidošanas sektors – elektrostacijas (atsevišķi izdalītas 3 lielās HES), koģenerācijas stacijas (atsevišķi izdalītas Rīgas 3 CHP) un katlumājas;

Atbilstoši tirdzniecības bilancei noteiktas importēto un eksportēto energoresursu cenas. Enerģijas un emisiju nodokļu likmes noteiktas atbilstoši normatīvajiem aktiem.

Kopējais valsts enerģijas gala patēriņš modelī ir aprakstīts pa sektoriem (rūpniecība, lauksaimniecība, pakalpojumi, mājsaimniecības un transports) un apakšsektoriem (piemēram, transporta un rūpniecības sektorā), kas atbilst enerģijas resursu bilances dalījumam. Atsevišķiem sektoriem (piemēram, mājsaimniecības, pakalpojumi, autotransports), kuriem enerģijas resursu bilancē nav dots sīkāks dalījums, enerģijas patēriņš ir sadalīts detalizētāki pēc enerģijas pakalpojuma veida, piemēram, apkure, ēdienu gatavošana, apgaismojums (mājsaimniecības un pakalpojumi), autobusi, vieglās un smagās automašīnas (autotransports). Lauksaimniecībā un rūpniecībā enerģijas patēriņš nav sīkāk dalīts. Enerģijas gala patēriņa sadalījuma salīdzinājums modelī un enerģijas resursu bilancē ir apkopots sekojošā tabulā.

1. tabula. Enerģijas galapatēriņa sadalījums

| **Sektori** | **Apakšsektori** |
| --- | --- |
| **Enerģijas resursu bilancē** | **Modelī** | **Enerģijas resursu bilancē (NACEs kods)** | **Modelī** |
| Rūpniecība un būvniecība | Rūpniecība | Būvniecība (41-43) | Būvniecība |
| Ķīmisko vielu un ķīmisko produktu ražošana; farmaceitisko pamatvielu un farmaceitisko preparātu ražošana (20, 21) | Ķīmiskā |
| Koksnes, koka un korķa izstrādājumu ražošana, izņemot mēbeles; salmu un pīto izstrādājumu ražošana (16) | Kokapstrādes |
| Pārtikas produktu ražošana; dzērienu ražošana; tabakas izstrādājumu ražošana (10-12) | Pārtikas |
| Metālu ražošana (24.1, 24.2, 24.3, 24.51, 24.52) | Metālu |
| Pārējo metālu ražošana (24.4, 24.53, 24.54) |
| Papīra un papīra izstrādājumu ražošana, poligrāfija un ierakstu reproducēšana (17, 18) | Papīra ražošana, poligrāfija |
| Nemetālisko minerālu izstrādājumu ražošana (23) | Nemetālisko minerālu |
| Ieguves rūpniecība un karjeru izstrāde (07, izņemot 07.21, 08, 09.9) | Pārējā |
| Tekstilizstrādājumu, apģērbu, ādas un ādas izstrādājumu ražošana (13-15) |
| Gumijas un plastmasas izstrādājumu, mēbeļu un cita veida ražošana (22, 31, 32) |
| Gatavo metālizstrādājumu (izņemot mašīnas un iekārtas), datoru, elektronisko un optisko iekārtu, elektrisko iekārtu, citur nekvalificētu iekārtu, mehānismu un darba mašīnu ražošana (25-28) |
| Automobiļu, piekabju, puspiekabju ražošana un citu transportlīdzekļu ražošana (29, 30) |
| Transports | Transports | Dzelzceļa | Dzelzceļa |
| Cauruļvadu | Cauruļvadu |
| Auto | Autobusi |
| Kravas mašīnas |
| Pasažieru automašīna un motocikli |
| Ūdens | Vietējā kuģošana |
| Gaisa | Vietējā aviācija |
| Bunkurēšana | Starptautiskā aviācija |
| Bunkurēšana | Bunkurēšana | Starptautiskā kuģošana |
| Pārējie patērētāji | Pakalpojumi | Pārējie patērētāji - komerciālais un sabiedriskais sektors (33, 36-39, 45-47, 52, 53, 55, 56, 58-66, 68-75, 77-82, 84-88, 90-96, 99) | Gaisa kondensēšanas iekārtas |
| Ēdienu gatavošana |
| Apkure un siltais ūdens |
| Apgaismojums |
| Elektriskās iekārtas un ierīces |
| Saldēšanas iekārtas |
| Mājsaimniecības | Mājsaimniecības | Mājsaimniecības | Gaisa kondensēšana |
| Veļas žāvēšanas mašīnas |
| Ēdienu gatavošana |
| Veļas mazgājamās mašīnas |
| Trauku mazgājamās mašīnas |
| Elektriskās iekārtas un ierīces |
| Apkure un siltais ūdens daudzdzīvokļu ēkām |
| Apkure un siltais ūdens savrupmājām |
| Apgaismojums |
| Ledusskapji un saldētavas |
| Lauksaimniecība, mežsaimniecība un zivsaimniecība | Lauksaimniecība | augkopība un lopkopība, medniecība un saistītas palīgdarbības, mežsaimniecība un mežizstrāde (01, 02); zivsaimniecība (03) | Elektroenerģija |
| Kurināmais un degviela |

Izmantotais modelis ir „demand driven” optimizācijas modelis, t.i., optimizējot aprakstīto enerģijas-vides sistēmu, tiek nodrošināts atsevišķu enerģijas gala patērētāju sektoru pieprasījums pēc enerģijas, lai tādējādi apmierinātu dažādas vajadzības – enerģijas pakalpojumus, kas modelī atspoguļoti lietderīgās enerģijas pieprasījuma veidā. Lietderīgās enerģijas pieprasījums ir ieejas parametrs modelī un tiek prognozēts ārpus modeļa. Turpretim enerģijas gala patēriņš ir modeļa rezultāts.

Apakšsektoriem prognozētais pieprasījums pēc pakalpojuma vai lietderīgās enerģijas (UC) (sk. 3. attēlu) modelī tiek nodrošināts caur attiecīga apakšsektora tehnoloģijām (Tehn), izmantojot attiecīgu enerģijas resursu, t.i., enerģijas gala patēriņš (FEC), kura patērēto daudzumu raksturo iekārtas raksturojoši parametri – pārveides koeficients (η), piemēram, katla lietderības koeficients. Apakšektora kopējo lietderīgās enerģijas pieprasījumu iegūst summējot atsevišķu tehnoloģiju nodrošināto lietderīgo pieprasījumu - UCapakšsektors=∑UCTehn. Tādējādi tehnoloģiju patērētie enerģijas resursi veido enerģijas gala patēriņu (FEC), kas ir modeļa rezultāts.



2.attēls. Lietderīgās enerģijas un galaenerģijas sasaiste modelī

Pieprasījums pēc enerģijas ir saistīts ar ekonomisko attīstību, respektīvi, lai prognozētu lietderīgās enerģijas patēriņu, ņemam vērā ilgtermiņa makroekonomiskās attīstības prognozi, kā arī identificē ekonomisko, tehnisko un sociālo faktoru kopu, kas ietekmē katra enerģijas pakalpojuma vai lietderīgās enerģijas veida pieprasījumu:

* Iedzīvotāju skaits;
* Sektoru pievienotā vērtība (PV);
* Iedzīvotāju privātais patēriņš;
* Ton-kilometri (T-km) kravu transportēšanā;
* Pasažieru kilometri (P-km) pasažieru transportēšanā;
* Pakalpojuma sektora apkurināmā kopējā platība;
* Mājsaimniecību skaits;
* Mājokļu kopējā dzīvojamā platība
* u.c.

# Makroekonomiskās prognozes

Pieprasījums pēc enerģijas ir tieši saistīts ar ekonomisko attīstību, tāpēc enerģijas pakalpojumu (lietderīgās enerģijas) nākotnes pieprasījums ir aprēķināts par izejas parametriem izmantojot prognozētos makroekonomikas attīstību raksturojošos parametrus – iedzīvotāju skaita, IKP, nozaru un apakšnozaru pievienotās vērtību, privātā patēriņa izmaiņu dinamikas.

Enerģētikas attīstības scenāriju modelēšanai par pamatu izmantotas Ekonomikas ministrijas 2018.gadā izstrādātās makroekonomikas ilgtermiņa prognozes uz 2030. gadu.

1. tabula. Enerģētikas scenāriju modelēšanai izmantotās makroekonomisko rādītāju prognozes

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2017 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Iedzīvotāju skaits, miljons | 1,986 | 1,884 | 1,759 | 1,638 |
| Privātais patēriņš, salīdzināmās cenās (2010), miljardi EUR | 13,266 | 16,158 | 18,386 | 20,339 |
| IKP, salīdzināmās cenās (2010), miljardi EUR  | 21,328 | 25,230 | 28,564 | 31,599 |

Mājokļu skaita un platības prognoze ir aprēķināta, pamatojoties uz demogrāfijas prognozi, un sektoru raksturojošo parametru (vidējais iedzīvotāju skaits mājsaimniecībā, mājokļa vidējā dzīvojamā platība) prognozēm.

Iekšzemes kopprodukta prognozes līdz 2030.gadam neparedz ļoti būtisku tautsaimniecības nozaru struktūras maiņu, salīdzinājumā ar pašreizējo situāciju. Tā saglabāsies tuva esošajai. Komercpakalpojumu nozaru īpatsvars līdz 2030.gadam varētu palielināties par vienu procentpunktu. Pieaugums sagaidāms arī IT, būvniecības un rūpniecības nozaru īpatsvaram tautsaimniecībā. Savukārt lauksaimniecības, transporta, finanšu pakalpojumu un sabiedrisko pakalpojumu nozaru īpatsvars varētu nedaudz samazināties.

Vidējā un ilgtermiņā apstrādes rūpniecībai saglabājas straujāki pieauguma tempi, nekā vidēji tautsaimniecībā. Salīdzinoši strauji izaugsmes tempi tiek prognozēt arī lielākajā apstrādes rūpniecības nozarē – kokapstrādē. Vairāk uz iekšējo tirgu orientēto nozaru (piemēram, pārtikas rūpniecība, poligrāfija) attīstību galvenokārt ietekmēs iekšzemes pieprasījuma dinamika. Nemetālisko minerālu ražošanas nozare būs cieši saistīta ar būvniecības tendencēm.

# Tehnoloģiju cenas

Par pamatu tehnoloģiju cenām (investīcijas, ekspluatācijas un remonta fiksētās un mainīgās cenas) tika izmantoti dažādi starptautiski atzīti literatūras avoti (EK izmantoto modeļu datu bāzes, Dānijas enerģētikas aģentūras tehnoloģiju katalogs u.c.), kuru informācija tika atsevišķos gadījumos koriģēta atbilstoši Latvijas apstākļiem.

Ekonomikas ministrs R. Nemiro

Valsts sekretārs Ē.Eglītis

1. <http://www.iea-etsap.org/web/index.asp> [↑](#footnote-ref-1)