



PĒTĪJUMA
„LATVIJAS ENERĢĒTIKAS ATTĪSTĪBAS
SCENĀRIJU MODELĒŠANA”

Atskaite

IEPIRKUMA LĪGUMA Nr. SPRK 2012/12

FIZIKĀLĀS ENERĢĒTIKAS INSTITŪTS

2012. gada maijs

Projekta izpildītāji:

Dr.sc.ing. Gaidis Klāvs

Dr.sc.ing. Jānis Reķis

SATURA RĀDĪTĀJS

1	IEVADS.....	4
2	IZPĒTĒ IZMANTOTĀS METODES APRAKSTS	4
3	MODELĒŠANAS METODOLOĢIJA	7
4	ENERĢIJAS PIEPRASĪJUMA NOTEIKŠANA	9
5	MODEĻA VERIFIKĀCIJA	16
6	MODELĒTO SCENĀRIJU APRAKSTS.....	16
7	MODELĒTO SCENĀRIJU SALĪDZINĀŠANA.....	17
7.1	GALA ENERĢIJAS PATĒRIŅŠ	17
7.2	PRIMĀRIE RESURSI.....	19
7.3	PĀRVEIDOŠANAS SEKTORS	21
7.4	ELEKTROENERĢIJAS RAŽOŠANA	23
7.5	IZMAKSU ANALĪZE MODELĒTOS SCENĀRIJOS	28
8	GALVENO REZULTĀTU ĪSS APKOPOJUMS	33

1 Ievads

Ilgtermiņa enerģētikas sistēmas plānošana un stratēģijas izstrādāšana ir saistīta ar daudziem nenoteiktības faktoriem, kurus mēs nevaram iepriekš paredzēt, izstrādājot pieņēmums par sistēmas attīstību nosakošiem parametriem. Tomēr mēs nedrīkstam neņemt vērā tos, analizējot enerģētikas un vides attīstības iespējamus virzienus un iespējamās ietekmes. Ilgtermiņa stratēģiskos risinājumus pamatot tikai uz pieņēmumiem, ka pastāvošās attīstības tendences turpināsies, ietver risku, ka mēs neņemam vērā situācijas, kuras var rasties, ja mūsu pieņēmumi neizpildās. Lai mazinātu šādus riskus un lai izstrādātu pilnīgāku pārskatu par sistēmas attīstību jāņem vērā iespējas, ka daži no sistēmu ietekmējošiem faktoriem var attīstīties dažādos virzienos, bet citi var tikt aizvietoti ar jauniem vai mainīsies to ietekmes pakāpe. Šāda sistēmas ilgtermiņa attīstības prognozēšana un analīze var dot iespēju paredzēt iespējamus apdraudējumus, riskus un izstrādāt nepieciešamos pasākumus, lai tos apsteigtu un izmainītu nevēlamās attīstības tendences. Var teikt, ka rūpīga sistēmas ilgtermiņa attīstību ietekmējošo nenoteiktības elementu apzināšana var kalpot par pamatu jebkuras stratēģijas izstrādāšanai.

Viens no iespējamiem līdzekļiem, kas ļauj daļēji ņemt vērā nenoteiktības faktorus ir scenāriju pieejas pielietošana enerģētikas – vides sistēmas attīstības prognozēšanā. Scenārijiem jābūt veidotiem, ņemot vērā starptautiskos apstākļus, loģiski un ticami aprakstot iespējamo nākotnes attīstības virzienus. Scenāriju veidošana ir starpdisciplinārs process, jo jāņem vērā vairākas attīstību nosakošas dimensijas (ekonomika, vides, tehnoloģiska un citas). Scenārijiem jāintegrē ilgtermiņa parādības (ieskaitot demogrāfiskas, tehnoloģiskas vai vides), kā arī īstermiņa parādības, piemēram, naftas un dabas gāzes cenas lēcieni. Papildus scenārijiem jāņem vērā iespēja par sistēmas attīstību nosakošo tendenču izmaiņu..

Ilgtermiņa enerģētikas sistēmas attīstības analīzē aktuāls uzdevums ir veikt dažādu faktoru ekonomisko, tehnoloģisko un vides ietekmi pie dažādiem pieņēmumiem. Lai to veiktu, ir nepieciešams apstrādāt apjomīgu informācijas daudzumu, analizēt daudzus attīstību ietekmējošus faktorus un emisiju samazināšanas iespējamās stratēģijas. Lai atrisinātu šo uzdevumu nepieciešams izveidot enerģētikas un vides sistēmas plānošanas un analīzes metodi - modeli, balstoties uz Latvijas enerģētikas struktūru, iespējamām nākotnes tehnoloģijām un emisiju samazināšanas iespējām.

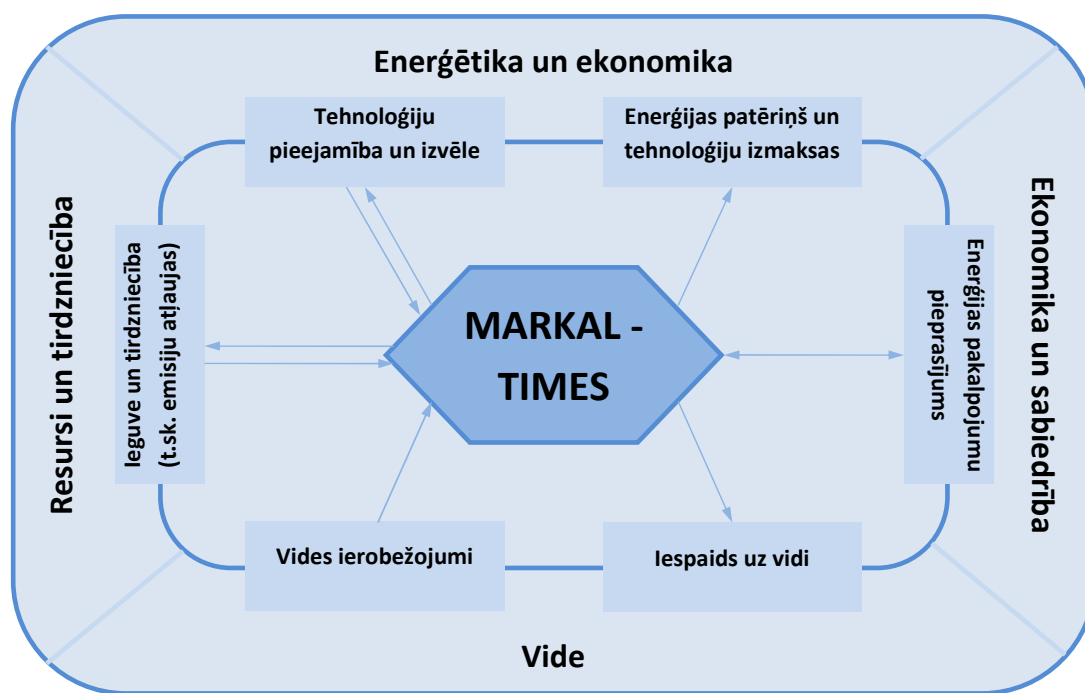
2 Izpētē izmantotās metodes apraksts

Ilgtermiņa enerģētikas sistēmas attīstības analīzē aktuāls uzdevums ir veikt dažādu faktoru ekonomisko, tehnoloģisko un vides ietekmi pie dažādiem pieņēmumiem. Lai to veiktu, ir nepieciešams apstrādāt apjomīgu informācijas daudzumu, analizēt daudzus attīstību ietekmējošus faktorus un emisiju samazināšanas iespējamās stratēģijas. Lai atrisinātu šo uzdevumu nepieciešams izveidot enerģētikas un vides sistēmas plānošanas un analīzes metodi - modeli, balstoties uz Latvijas enerģētikas struktūru, iespējamām nākotnes tehnoloģijām un emisiju samazināšanas iespējām.

Lai veiktu projekta uzdevumu izpildi, tika izmantots izveidotais MARKAL-LV modelis, kas balstās uz MARKAL modelēšanas platformas matemātisko un programmu nodrošinājumu.

Enerģētikas un vides sistēmas pētījumos pasaulē plaši tiek izmantots MARKAL modelis daudzās valstīs un daudzveidīgu uzdevumu risināšanai (sk. <http://www.iea-etsap.org/web/index.asp>). Tas tapis un tiek attīstīts starptautiskas sadarbības rezultātā¹ (kopš pasaules 1. naftas krīzes), kas ir liela priekšrocība, salīdzinot ar modeļiem, kuri izstrādāti vienas institūcijas ietvaros. MARKAL modeli arī lieto IEA² un ASV EIA³ savu pārskatu veidošanā par enerģijas patēriņa nākotnes scenārijiem pasaulē.

MARKAL ir optimizācijas modelis, kurā parasti attēlo enerģētikas sistēmas attīstību ilgā laika periodā (parasti 40-50 gadu) nacionālā vai reģionālā līmenī. MARKAL-LV ir optimizācijas modelis, kurā attēlota Latvijas enerģētikas nozares attīstību 50 gadu laika posmā nacionālā līmenī. Iegūtie rezultāti ir atkarīgi no ieejas parametriem un modeļa algoritma. Galvenās modeļa paradigmas ir ideāls tirgus (*competitive partial equilibrium*) un tehnoloģiju attīstības pārredzamība visa apskatāmā perioda garumā (*perfect foresight*).



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

¹ - Enerģijas tehnoloģiju sistēmu analīzes programma (ETSAP - Energy Technology Systems Analysis Program) ir Starptautiskās Enerģētikas aģentūras (IEA) īstenošanas nolīgumu, kas izveidota 1976.gadā (<http://www.iea-etsap.org/web/index.asp>)

² - International Energy Agency (Starptautiskā enerģētikas aģentūra)

³ - Energy Information Administration (Enerģētikas informācijas administrācija)

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

Modeļa ieejas informācija ir prognozes par enerģijas resursu cenām un enerģijas servisu pieprasījumu (*energy service demands*), kas savā ziņā ir lietderīgās enerģijas pieprasījumu, piemēram, apsildāmo telpu platība vai tonnu kilometri, kas atspoguļo nepieciešamību pēc zināma enerģijas daudzuma.

MARKAL-LV 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. Modeļa struktūra ir pielāgota tā, ka emisijas var rēķināt ne tikai pēc kurināmā veida, bet arī pēc sektora un tam atbilstošo tehnoloģiju veida.

Modelētajos enerģētikas attīstības scenārijos pēc vajadzības var ņem vērā dažādas iespējas:

- AER un vietējo resursu izmantošana, piemēram, lielāka AER daļa bruto enerģijas gala patēriņā, plašāka koksnes izmantošana centralizētā siltuma ražošanā, biodegvielu piejaukums fosilajai degvielai u.tml.;
- vides faktors, piemēram, SEG, NO_x, SO₂, GOS, PM emisiju ierobežojumus un nodokļi;
- emisiju samazināšanas iespējas, piemēram, veicot energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus u.tml.;
- apgādes drošums, piemēram, elektroenerģijas importa ierobežojumi, LNG termināls u.tml.;
- reģionālās tirdzniecības iespējas, piemēram, elektroenerģijas un emisiju tirdzniecība;
- nākotnes nenoteiktība, piemēram, enerģijas resursu cenas, SEG emisiju ierobežošanas mērķi,
- kā arī citas iespējas.

Izmantojot enerģētikas un vides sistēmas modeli MARKAL-LV, var atbildēt uz šādiem vai līdzīgiem fundamentāliem jautājumiem:

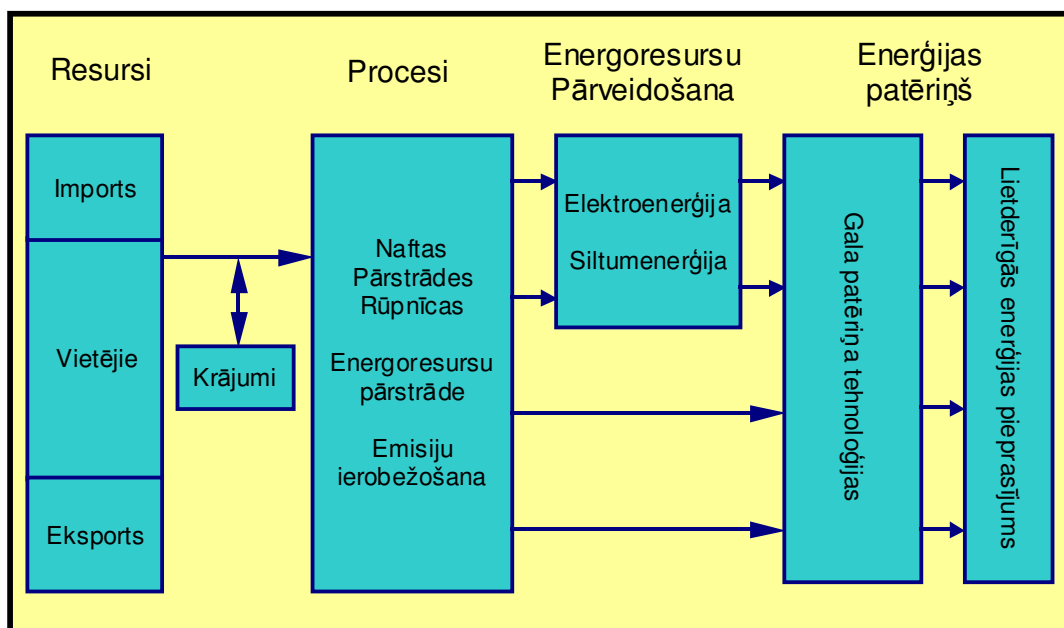
- kādam jābūt enerģētikas attīstības scenārijam, lai nodrošinātu drošu un izmaksu efektīvu enerģijas apgādi;
- kādi būs atbilstošie emisiju līmeņi enerģētikas attīstības scenārijiem;
- kāds izmaksu sadārdzinājums ir sagaidāms, lai sasniegtu izvirzītos AER mērķus u.tml.;
- kādi pasākumi jāveic, lai varētu izpildīt vides nosacījumus, kā tie ietekmēs enerģijas piegādes struktūru, kādas būs emisiju samazināšanas izmaksas;
- cik attīstību scenāriju izvēlētas stratēģiju izmaksas ir atkarīgas no pieņēmumiem (energoresursu cenas, ekonomiskā izaugsmes tempi u.tml.).

3 Modelēšanas metodoloģija

Parasti ar modeli atrod optimālo atrisinājumu vairākiem scenārijiem, lai varētu izvērtēt un salīdzināt tos. Parasti izstrādā references - atsauces scenāriju, kurā, piemēram, nav ierobežotas CO₂ emisijas vai izvirzīti mērķi par atjaunojamo energoresursu izmantošanu, vai noteikti akcīzes nodokļi kurināmiem un degvielām, kuru salīdzina ar citiem izveidotiem scenārijiem, kuros ir paredzēta CO₂ emisiju ierobežošana vai definēti citi mērķi par enerģētikas sektoram. Katram scenārijam modelis atradīs vislētāko resursu, tehnoloģiju un apgāžu ķēžu kombināciju.

Modeļa pamatā ir enerģijas un izmešu tehnoloģijas, kuras ir raksturotas ar tehniskiem un ekonomiskiem parametriem. Pašreizējās un nākotnes tehnoloģijas ir ieejas informācija modelī. Modelī vienā sistēmā ir integrēta gan enerģijas lietotāju, gan apgādes puse, tāpēc tās mijiedarbojas. Meklējot atrisinājumu, modelis izvēlas tehnoloģiju kombināciju, minimizējot kopējās izmaksas:

- nosakot visām tehnoloģijām pilnās dzīves cikla izmaksas, ietverot vides izmaksas;
- identificējot un sarindojot tehnoloģijas pēc to iespaيدا uz sistēmas kopējām izmaksām;
- pārbaudot, vai ievēroti visi ierobežojumi;
- nosakot, kad vislabāk sākt „rīkoties”, lai ievērotu ierobežojumus nākotnē;
- nepārtraukti pārlicinoties vai identificētās tehnoloģijas ir joprojām labākās.



Att. 2 Enerģijas plūsmas caur references enerģētikas sistēmu

Modelī izmantots enerģētikas references sistēmas koncepts, kas sasaista vienā sistēmā enerģijas pieprasījumu, resursus, tehnoloģijas un tirgus preces (enerģijas nesēji, emisijas). Enerģijas nesēju plūsma caur enerģētikas sistēmu parādīta attēlā. 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.

MARKAL modeļa struktūra ir formulēta ar mainīgajiem lielumiem, vienādībām un nevienādībām, kuras nosaka ar ieejas parametriem. Viss šis informācijas kopums ir matemātisks enerģētiskās references sistēmas attēlojums. Optimizācijas uzdevuma formulējums sastāv no triju objektu grupām: *mērķfunkcija* (izsaka lielumu, kurš ir jāminimizē vai jāmaksimizē), *mainīgie locekļi* (nezināmie) un *ierobežojumi* (nevienādības, kuras ir jāievēro).

MARKAL modeļa mērķfunkcija ir aplūkotās sistēmas katra laika perioda kopējo izmaksu (visos reģionos r , visām tehnoloģijām k , visām emisijām p un enerģijas nesējiem f) diskontētā summa. Vienkāršotā veidā tā ir parādīta izteiksmes veidā.

$$\sum_t \left[\begin{aligned} & \text{Invcost}(k,t,r) * \text{INV}(k,t,r) + \\ & + \text{Fixom}(k,t,r) * \text{CAP}(k,t,r) + \\ & + \text{Varom}(k,t,r) * \sum_s \text{ACT}(k,t,r,s) + \\ & + \text{Delivcost}(f,k,t,r) * \text{Input}(f,k,t,r) * \sum_s \text{ACT}(k,t,r,s) + \\ & + \text{Miningcost}(c,r,l,t) * \text{Mining}(c,r,l,t) + \\ & + \text{Tradecost}(c,r,t) * \text{TRADE}(c,r,r',t) + \\ & + \text{Importprice}(c,r,l,t) * \text{Import}(c,r,l,t) - \\ & - \text{Exportprice}(c,r,l,t) * \text{Export}(c,r,l,t) + \\ & + \text{Tax}(p,t,r) * \text{ENV}(p,t,r) \end{aligned} \right] (1+d)^{(t-1)*5},$$

kur

Invcost(k,t,r),	- tehnoloģijas k vienības investīciju, mainīgās un pastāvīgās
Fixom(k,t,r),	izmaksas reģionā r laika periodā t ;
Varom(k,t,r)	
Delivcost(f,k,t,r)	- enerģijas nesēja f vienības piegādes izmaksas tehnoloģijai k reģionā r laika periodā t ;
Input(f,k,t,r)	- enerģijas nesēja f daudzums, lai darbinātu tehnoloģijas k vienu vienību reģionā r laika periodā t ;
Miningcost(c,r,l,t)	- preces c ieguves izmaksas ar cenu līmeni l reģionā r laika periodā t ;
Tradecost(c,r,t)	- transporta vai darījuma izmaksas precei c reģionā r laika periodā t ;
Importprice(c,r,l,t),	- importa un eksporta cena precei c reģionā r laika periodā t ;

Exportprice(c,r,l,t)	
Tax(p,t,r)	- nodoklis par emisiju p reģionā r laika periodā t ;
d	- diskonta likme.
Mainīgo locekļu vērtības izvēlas modelis, piemēram:	
INV(k,t,r)	- jaunu jaudu ieviešanas lielums tehnoloģijai k laika perioda t un reģionā r . Pieņem, ka investīcijas jaunās jaudās tiek veiktas perioda t sākumā;
CAP(k,t,r)	- tehnoloģijas k uzstādītā jauda periodā t un reģionā r ;
ACT(k,t,r,s)	- tehnoloģijas k izmantošana laika periodā t reģionā r diennakts laikā s ;
TRADE(c,t,r,r')	- preces c daudzums, kuru pārdod reģions r reģionam r' laika periodā t . Šis mainīgais attēlo tirdzniecību starp reģioniem endogēni;
IMPORT(c,t,r,l), EXPORT(c,t,r,l)	- preces c daudzums reģionā r ar cenu līmeni l , kas tiek eksportēta vai importēta reģionā r laika periodā t . Līdzīgs <i>TRADE</i> mainīgajam, bet nav noteikta importa eksporta izcelsme;
MINING(c,t,r,l)	- iegūtās preces c daudzums reģionā r ar cenu līmeni l laika periodā t ;
ENV(p,t,r)	- emisijas p laika periodā t reģionā r .

MARKAL modeļa ierobežojumos ir izteiktas loģiskas sakarības, kuras modelim ir jāievēro, piemēram, lietderīgās enerģijas pieprasījumu nodrošināšana, enerģijas bilance, rezerves ierobežojums elektroenerģijas patēriņam maksimumā, emisiju ierobežojumi u.c. Ja kaut viens ierobežojums nav ievērots, tad uzdevumam nav atrisinājuma.

4 Enerģijas pieprasījuma noteikšana

Enerģijas pieprasījuma prognozes vai projekcijas veidošana nav nākotnes paredzēšana, bet gan sistemātiska attīstības scenāriju veidošana un aprēķināšana, kas ietver aprēķinus un novērtējumus par vēsturisko, patreizējo un sagaidāmo enerģijas patēriņu un apgādes veidiem valstī.

Kopējais valsts gala enerģijas patēriņš ir sadalīts sistemātiski pa ekonomikas sektoriem (rūpniecība, lauksaimniecība, pakalpojumi, mājsaimniecības, ...) un tālāk arī apakšsektoriem. Katrā no apakšsektoriem enerģijas patēriņš tālāk ir sadalīts detalizētāki pēc enerģijas pakalpojuma veida: apkure (mājsaimniecības un pakalpojumi); ēdienu gatavošana (mājsaimniecības); apgaismojums (mājsaimniecības, pakalpojumu sektors), transporta degviela (transports) utml. Gala enerģijas patēriņš modelī ir sadalīts sekojošos sektoros:

- Lauksaimniecība
- AGR Elektroenerģija
 - AGR kurināmais un degviela

Pakalpojumi

- COM gaisa kondensēšanas iekārtas
- COM ēdienu gatavošana
- COM apkure un siltais ūdens
- COM apgaismojums
- COM elektriskās iekārtas un ierīces
- COM saldēšanas iekārtas

Rūpniecība

- ICH ķīmisko vielu ražošana
- ICO celtniecība
- IES enerģijas ieguve
- IFB pārtikas rūpniecība;
- IIS metālu ražošana
- ILP celulozes un papīra ražošana
- INM nemetālu minerālu ražošana
- IWP kokapstrāde
- IOI pārējie

Mājsaimniecības

- RES gaisa kondensēšana
- RES Clothes Drying
- RES ēdienu gatavošana
- RES veļas mazgājamās mašīnas
- RES trauku mazgājamās mašīnas
- RES elektriskās ierīces
- RES apkure un siltais ūdens no CSA
- RES apkure un siltais ūdens
- RES apgaismojums
- RES ledusskapji un saldētavas

Transports

- TRA vietējā aviācija
- TRA starptautiskā aviācija
- TRA cauruļtransports
- TRA ceļa transports - autobusi
- TRA ceļa transports – kravas mašīnas
- TRA ceļa transports – pasažieru automašīna sun motocikli
- TRA dzelzceļa transports
- TRA vietējā kuģošana
- TRA starptautiskā kuģošana (Bunkurēšana)

Modelī primāri tiek prognozēts pieprasījums pēc pakalpojuma vai lietderīgās enerģijas (UC) (sk. Att.3), kas tālāk tiek izteikts gala enerģijā FEC) ar iekārtu raksturojošiem parametriem.



Att. 3 Lietderīgās enerģijas un gala enerģijas sasaiste modelī

Lai prognozētu enerģijas pieprasījumu, nepieciešams:

- Identificēt ekonomisko, tehnisko un sociālo faktoru kopa, kas ietekmē katra enerģijas pakalpojuma vai lietderīgās enerģijas veida pieprasījumu;
- Definēt ekonomisko, tehnisko un sociālo faktoru vērtību attīstības scenārijus.

Patēriņu ietekmējošie parametri var būt sekojoši:

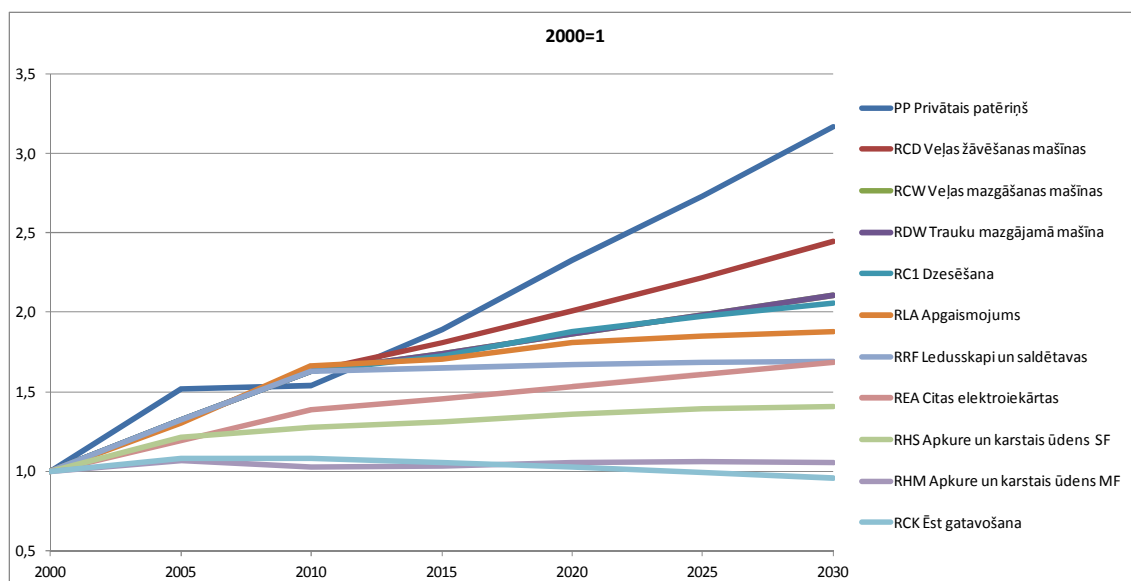
- ✓ Pievienotā vērtība (IKP) rūpniecībā;
- ✓ Ton-kilometri (T-km) kravu transportēšanā;
- ✓ Pasažieru kilometric (P-km) pasažieru transportēšanā;
- ✓ Pakalpojuma sektora apkurināmā kopējā platība;
- ✓ Iedzīvotāju skaits;
- ✓ Iedzīvotāju privātais patēriņš;
- ✓ Mājsaimniecību skaits;
- ✓ Mājokļu kopējā dzīvojamā platība

Vispārējā gadījumā lietderīgās enerģijas pieprasījumu (UC) izvēlētajā gadā aprēķina pēc sekojošas formulas:

$$UC(20YY)_{\text{apakš sektors}} = \text{ParametrsA}(20YY) \times \text{ParametrsB}(20YY)$$

Tabula 1 Lietderīgo enerģiju nosakošie parametri mājsaimniecībās

Kods	Apakš sektors	ParametrsA	ParametrsB	Kontrole
RC1	Dzesēšana	dzīvojamais fonds, m ²	UC intensitāte, kWh/m ²	Elastību (UC ikgadējās izmaiņas/Privātā patēriņa ikgadējās izmaiņas) salīdzināšana laika posmiem 2000.-2010. gads un 2010.-2050. gads
RLA	Apgaismojums		UC intensitāte, klm/m ²	
RHS RHM	Apkure un karstais ūdens		UC intensitāte, kWh/m ²	
RCK	Ēst gatavošana	iedzīvotāju skaits	UC intensitāte, kWh/iedzīvotāju	
RRF	Ledusskapi un saldētavas	mājsaimniecību skaits	UC intensitāte, kWh/mājsaimniecību	
REA	Citas elektroiekārtas			
RDW	Trauku mazgājamā mašīna			
RCW	Veļas mazgāšanas mašīnas			
RCD	Veļas žāvēšanas mašīnas			



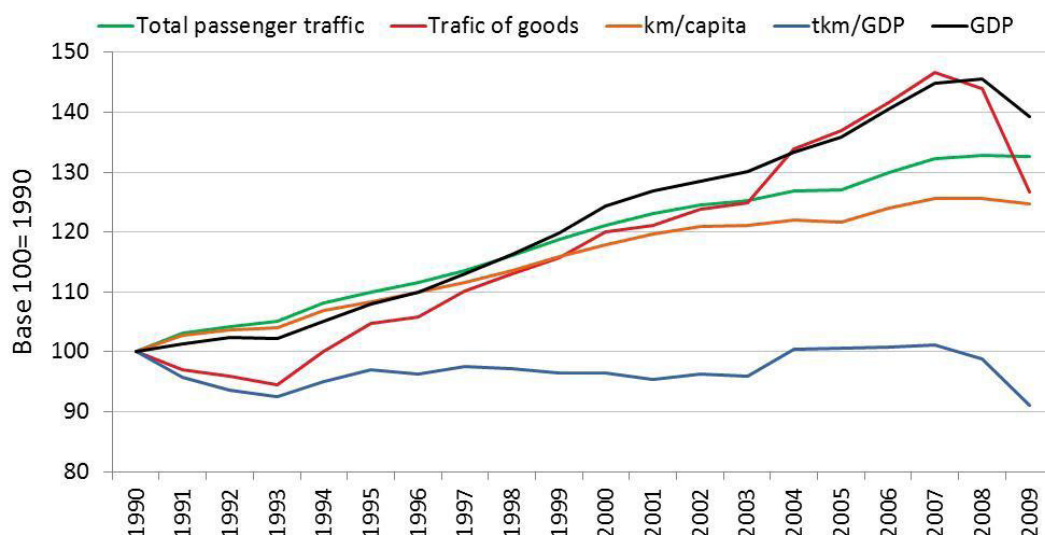
Att. 4 Privātā patēriņa un lietderīgās enerģijas patēriņa pieprasījums mājsaimniecībās relatīvās vienībās (2000.gads =1).

Pieprasījums pēc enerģijas ir tieši saistīts ar ekonomisko attīstību, līdz ar to pētījumā par izejas parametriem enerģijas patēriņa aprēķināšanai nākotnē tika izmantota makroekonomikas attīstību raksturojošie parametri laika posmam 2012 – 2030.gads – iedzīvotāju skaita dinamika, IKP izmaiņu dinamika, pievienotās vērtības izmaiņu dinamika pa tautsaimniecības nozarēm un rūpniecības apakšnozarēm, privātā patēriņa izmaiņu dinamika.

Makroekonomiskās attīstības raksturojošie rādītāji ir „pirmās pakāpes” parametri, kas nosaka „otrās pakāpes” parametru attīstības tendences, kas tiešāk ietekmē enerģijas patēriņu dažādos sektoros. Sekojošie attēli ilustrē kopsakarības starp makroekonomiskiem rādītājiem un „otrās pakāpes” enerģijas pieprasījumu ietekmējošiem parametriem, kas iegūta analizējot ES, tajā skaitā Latvijas, rādītājus laika posmā 1990 – 2009.gads⁴.

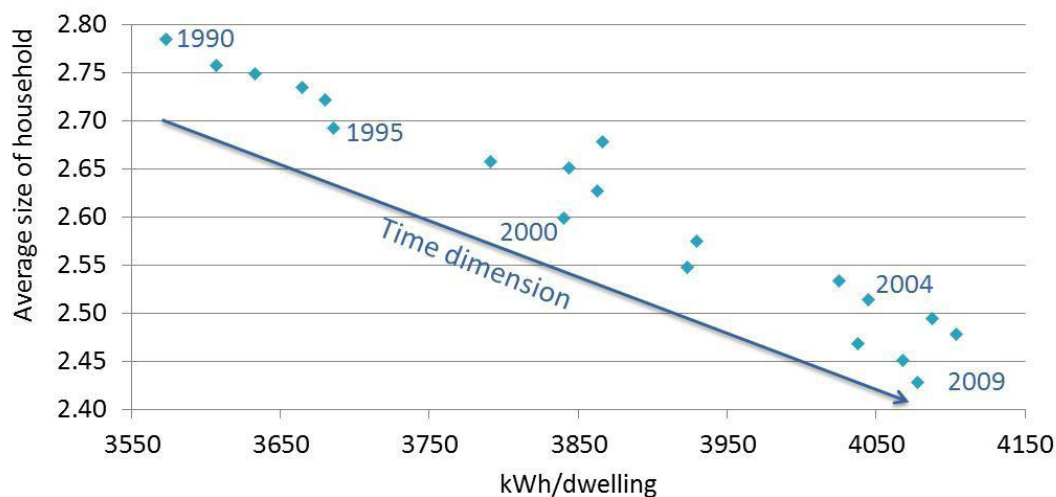
Enerģijas patēriņu transportā nosaka, pirmkārt, pasažieru mobilitāti un kravas pārvadājumus raksturojošo parametru izmaiņas, un, otrkārt, šos pakalpojumus nodrošinošo tehnoloģiju attīstība. Enerģijas pieprasījumu prognozēšanai izmantoti sekojoši parametri, kuru mijiedarbība attēloti attēlos (sk. Att. 5): kopējais pārvadātais pasažieru skaits un pa atsevišķiem transporta veidiem (Pkm); kopējais kravas pārvadājumu apjoms un pa transporta veidiem (Tkm); nobrauktais vidējais pasažieru automašīnu km skaits uz iedzīvotāju; elastība starp IKP un kravas pārvadājumu apjomu (tkm/GDP).

⁴ IEE project “Monitoring of EU and national energy efficiency targets” (ODYSSEE-MURE 2010)

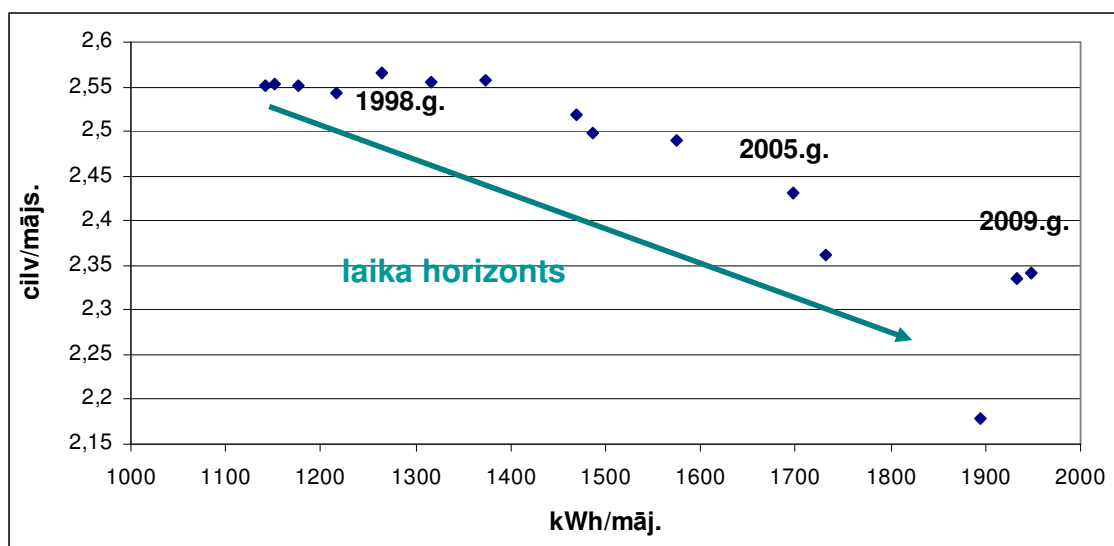


Att. 5 Enerģijas patēriņa ietekmējošo parametru izmaiņu dinamika transporta sektorā ES

Mājsaimniecībās enerģijas, tajā skaitā elektroenerģijas patēriņu, nosaka pirmkārt, tādi parametri, kā iedzīvotāju skaits, mājsaimniecību skaits, mājsaimniecību vidējais lielums, mājokļu skaits, mājokļu kopējā platība, mājsaimniecību ienākumi, un, otrkārt, enerģijas patērējošo tehnoloģiju attīstība un veiktie enerģijas efektivitātes paaugstināšanas pasākumi ēkās.

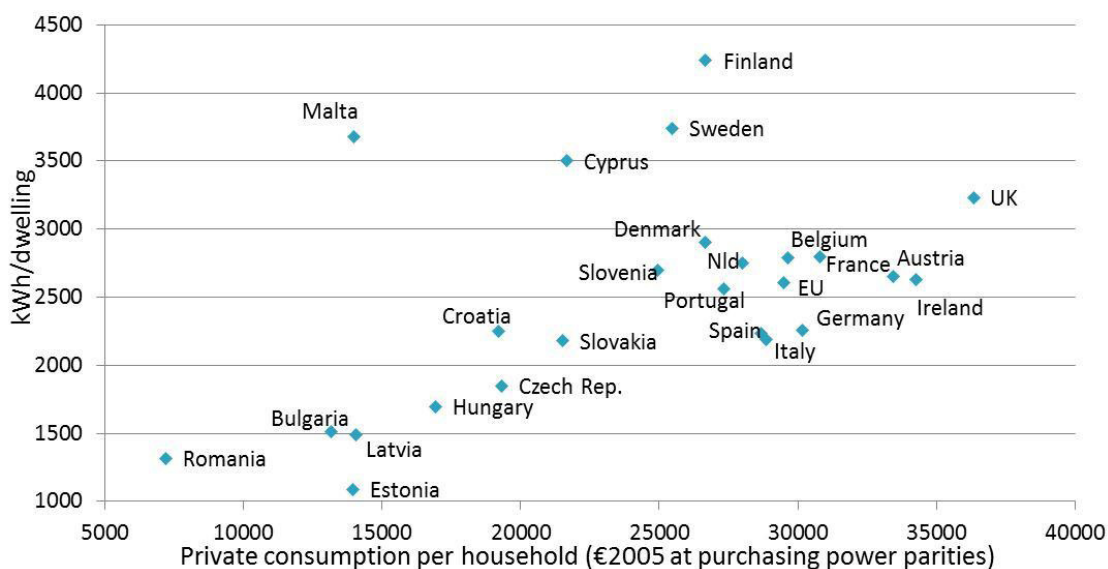


Att. 6 Vidējā mājsaimniecības lieluma un elektroenerģijas patēriņa mājoklī izmaiņu dinamika ES



Att. 7 Vidējā mājsaimniecības lieluma un elektroenerģijas patēriņa mājoklī izmaiņu dinamika Latvijā

Kā redzams iepriekšējos divos attēlos (sk. Att. 6 un Att. 7), ES un Latvijā var izdalīt divas tendences saistībā ar elektroenerģijas patēriņu mājsaimniecībās. No vienas puses mājsaimniecību vidējais lielums kļūst mazāks, kas skaidrojams ar dažādu sociālo faktoru kopuma ietekmi, bet no otras puses vidējais elektroenerģijas patēriņš uz vienu mājokli palielinās, kas skaidrojams gan ar mājokļa vidējās platības palielināšanos, gan ar vairāk elektroierīču izmantošanu mājsaimniecībā.



Att. 8 Elektroenerģijas patēriņš un iedzīvotāju ienākumi mājsaimniecībās (2005.g.PPP, 2009.g.) ES

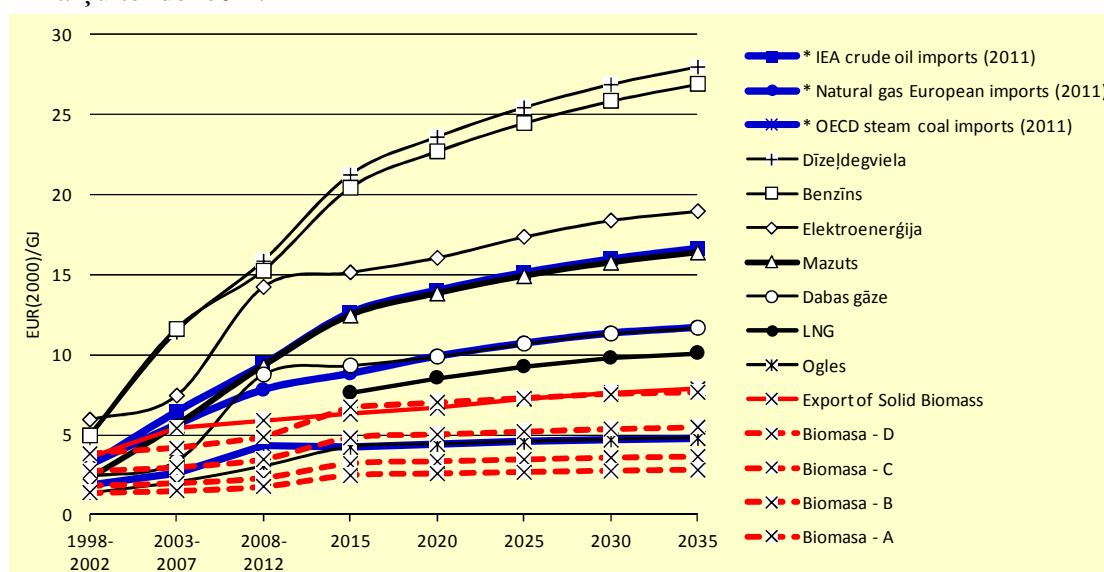
Nenoliedzami, ka viens no svarīgiem faktoriem, kas ietekmē elektroenerģijas patēriņu mājsaimniecībās ir iedzīvotāju ienākumu līmenis. Kā redzams attēlā, valstīs ar augstāku vidējo privāto patēriņa līmeni mājsaimniecībās elektroenerģijas patēriņš uz

vienu mājokli ir augstāks. Protams, pastāv atšķirība elektroenerģijas patēriņā starp viena ienākuma līmeņa valstīm. To nosaka valstu atrašanās noteiktā klimatiskajā zonā, elektroenerģijas izmantojošo iekārtu skaits un efektivitātes līmenis, mājāsaimniecību enerģijas izmantošanas paradumi un arī tarifu politika.

Enerģijas resursu cenas

Starp svarīgākajiem parametriem enerģija sistēmas modelēšanā ir pieņēmumi par enerģijas resursu cenu attīstību nākotnē. Cenu trajektorijas ir pieņemtas gludas, bet tas nenozīmē, ka tās interpretē stabilu cenu prognozi, bet drīzāk kā ilgtermiņa trajektorijas, ap kurām cenas var svārstīties. Enerģijas resursu faktiskās cenas ir bez nodokļiem. Pieņemts, ka laika periodā 2010.–2030. gadam enerģijas resursu cenas pieaugs.

Cenas enerģijas resursiem projicētas par pamatu ņemot enerģijas resursu vēsturiskās cenas (līdz 2011. gadam). Importēto (naftas produkti, dabas gāze, ogles u.tml.) un vietējo (koksne, kūdra u.tml.) enerģijas resursu cenu projekciju pieauguma tempi saskan ar IEA WEO 2011 cenu projekciju trendu, kā arī salīdzināti ar citos avotos, piemēram, ES „European Energy Trends to 2030. Update 2009”, apskatīto projekciju izmaiņu tendencēm.



att. 9 Enerģijas resursu cenu prognoze

Cietā biomasa (koksne) sadalīta četrās cenu grupās ar atšķirīgiem pieejamiem resursu daudzumiem un līdz ar to iegūšanas izmaksām. Kopējais pieejamais koksnes biomasas daudzums no tradicionālajiem avotiem ir 100 PJ gadā.

Tabula 2 Cenas importētajiem energoresursiem, EUR(2000)/GJ

	2003- 2007	2008- 2012	2015	2020	2025	2030
Ogles	2,08	3,05	4,23	4,41	4,56	4,69
Dīzeļdegviela	11,41	15,86	21,25	23,61	25,45	26,89
Benzīns	11,62	15,26	20,45	22,72	24,49	25,88
Mazuts	5,59	9,30	12,46	13,84	14,92	15,76
Dabasgāze	3,36	8,78	9,34	9,90	10,71	11,34
LNG			7,63	8,56	9,26	9,80
Elektroenerģija	7,46	14,25	15,16	16,07	17,38	18,40

5 Modeļa verifikācija

Lai pārlicinātos, ka Latvijas energosistēmas esošā struktūra pareizi aprakstīta modelī un modelis adekvāti imitē Latvijas energoapgādes sistēmas darbību, tika veikta modeļa kalibrēšana. Tā tika veikta sekojošiem vēsturiskiem gadiem - 2000., 2005. un 2010. gads. Modelēšanas rezultāti tika salīdzināti ar attiecīgā gada energoresursu bilanci, energoresursu cenām, emisiju līmeņiem, energoresursu un emisiju nodokļiem. Modeļa kalibrēšanā tika salīdzināta elektroenerģijas izstrāde lielajās HES un Rīgas TECos gadā kopumā un pēc sezonu grafikiem, siltumenerģijas izstrāde centralizētās siltumapgādes sistēmas koģenerācija stacijās un katlu mājās gadā kopumā un pēc siltuma patēriņa slodzes grafika. Iegūtie rezultāti parādīja, ka izveidotā Latvijas energoapgādes un patēriņa sistēma ir pareizi aprakstīta un modeļa rezultāti sakrīt ar energobilanci un ziņoto emisiju daudzumu sektoros. Līdz ar to modelis tālāk ir izmantojams enerģētikas sistēmas attīstības analīzei.

6 Modelēto scenāriju apraksts

Latvijas enerģētikas sistēmas attīstības līdz 2030.gadam analīzei tika izveidota scenāriju kopa, kas raksturo dažus no svarīgākajiem enerģētikas stratēģijas mezglu punktiem, tas ir, pašapgādes ar primāriem resursiem daļas palielināšana un esošo fosilo enerģijas resursu piegāžu daudzveidošana. Tika modelēti un savstarpējai analīzei izveidoti sekojoši scenāriji:

- Atsauces scenārijs (REF), kas neparedz nekādu definētu politiku un pasākumu ietekmi uz energosistēmas attīstību nākotnē;
- Bāzes scenārijs (BASE), kas papildus atsauces scenārijam modelī ietver esošās un nākotnē definētās enerģētikas sektoru regulējošās politikas (nodokļi, noteiktie mērķi par enerģijas efektivitāti un enerģijas ietaupījumu, lēmumi par jaunu enerģijas ražošanas jaudu celtniecību un nodošanu). Bāzes scenārijs

paredz tiesiskajos aktos noteiktos vides nodokļus, bet neparedz siltumnīcefekta gāzu emisiju ierobežojošus mērķus;

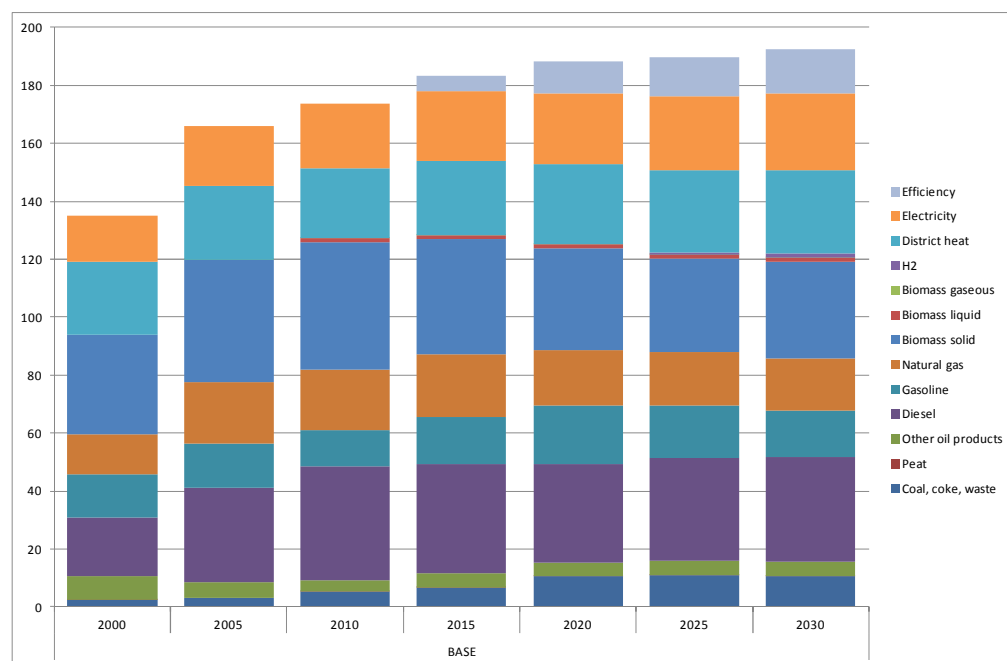
- Atjaunojamo energoresursu paplašinātas izmantošanas scenārijs (BASE_R40-F10), kas paredz palielināt AER daļu kopējā gala enerģijas patēriņā 2020.gadam līdz 40% un saglabāt šo līmeni līdz 2030.gadam;
- Atjaunojamo energoresursu augstas izmantošanas scenārijs (BASE-R60-F15_HPP), kas paredz palielināt AER daļu kopējā gala enerģijas patēriņā 2030.gadā līdz 60%;
- Dabas gāzes piegāžu dažādošanas scenārijs (BASE_LNG), kas paredz sašķidrinātās dabas gāzes termināla celtniecību Latvijā.

Tālākā rezultātu analīzē, it sevišķi, scenāriju izmaksu un vides indikatoru salīdzināšanai, pārējie scenāriji tiks attiecināti pret bāzes scenāriju.

7 Modelēto scenāriju salīdzināšana

Šajā atskaites sadaļā ir dots īss pārskats par projekta izpētei definēto un aprakstīto scenāriju kopas modelēšanas rezultātiem, kas tiek salīdzināti pēc vairākiem parametriem, tajā skaitā, gala enerģijas patēriņa struktūra, primāro resursu patēriņa struktūra, elektroenerģijas un centralizētās siltumenerģijas ražošanas struktūra, elektroenerģijas un centralizētās siltumenerģijas ražošanas izmaksas, scenāriju kopējās energoapgādes izmaksas.

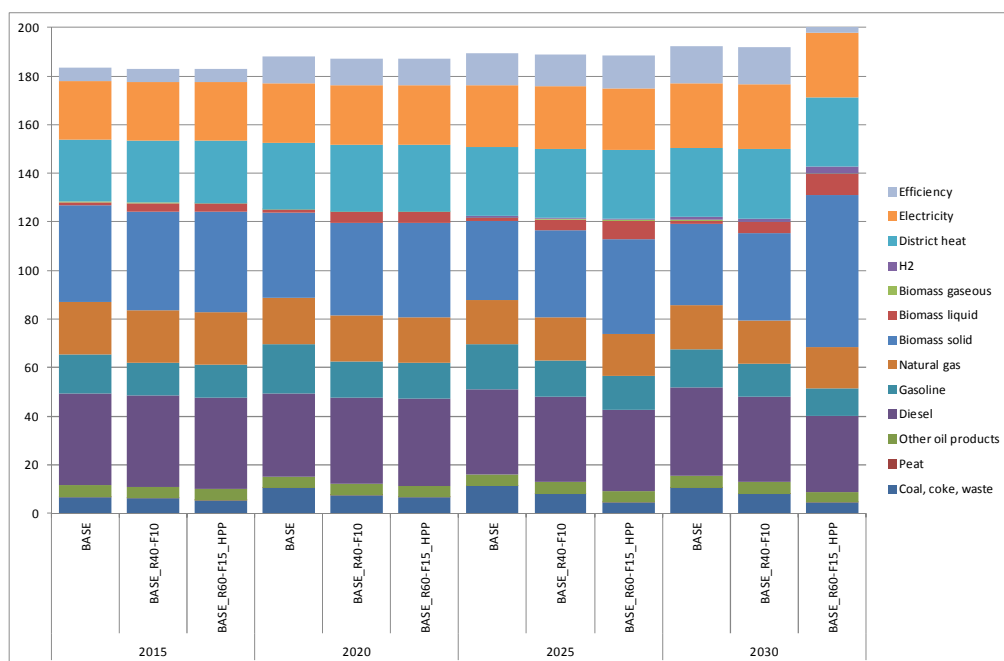
7.1 Gala enerģijas patēriņš



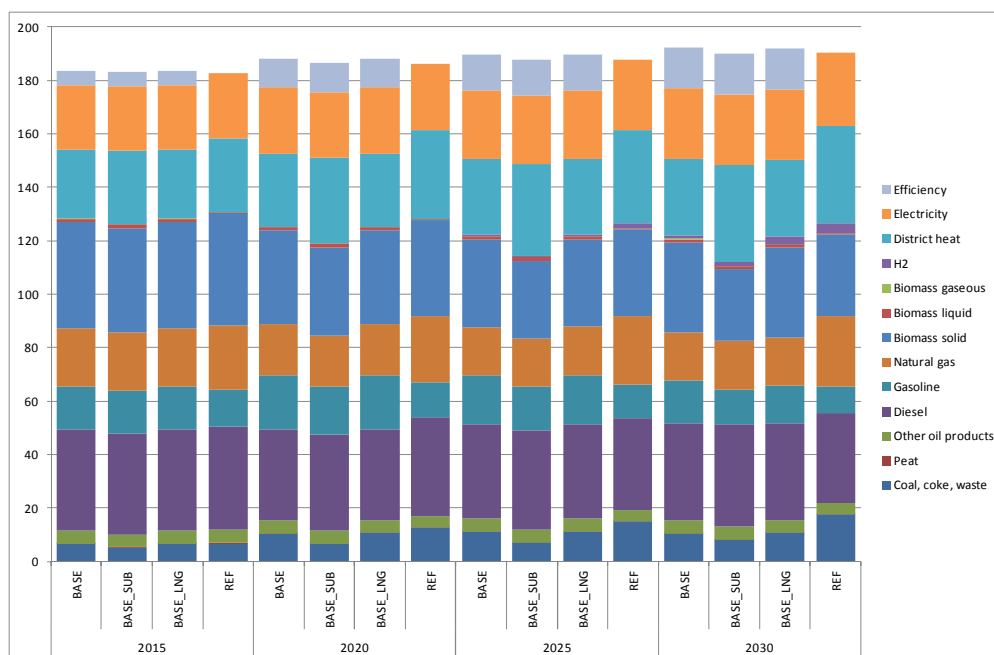
Att. 10 Gala enerģijas patēriņa struktūra bāzes scenārijā pa resursu veidiem, PJ

Svarīgākās iezīmes gala enerģijas patēriņā bāzes scenārijā:

- Gala enerģijas patēriņš pieaug laika posmā 2010-2030.g. tikai par 2%;
- Ja tiek realizēta spēkā esošā energoefektivitātes politika, tas ļauj samazināt enerģijas patēriņu, salīdzinot ar scenāriju bez šādas politikas par 15,39 PJ, jeb 8% (sk. Att. 12 attēlu ar REF scenāriju);
- Bāzes scenārijā nenotiek būtiskas strukturālas izmaiņas, izņemot ogļu patēriņa palielināšanās rūpniecības sektorā un biomasas patēriņa samazināšanās mājāsaimniecībās. Pirmās no minētām izmaiņām saistītas ar pieņemumu par konkurētspējīgo ogļu prognozi, bet otrais saistīts ar energoefektivitātes pasākumu realizāciju mājāsaimniecībās;
- Pēc 2025.gada gala enerģijas patēriņā parādās tāds jauns kurināmā veids kā ūdeņradis;
- Elektroenerģijas patēriņa daļa palielinās gala enerģijas patēriņā par apmēram 2 procenta punktiem;
- Dabas gāzes patēriņš saglabājas apmēram 2010.gada līmenī.



Att. 11 Gala enerģijas patēriņa struktūras salīdzinājums modelētos scenārijos pa resursu veidiem, PJ



Att. 12 Gala enerģijas patēriņa struktūras salīdzinājums modelētos scenārijos pa resursu veidiem, PJ

Salīdzinot modelēto scenāriju kopas gala enerģijas patēriņa struktūru var atzīmēt sekojošas iezīmes:

- AER noteikta mērķa definēšana un sasniegšana ļoti mazā mērā ietekmē gala enerģijas patēriņa apjomu. Tas nozīmē, ka atsevišķa tikai AER politika nedod būtiskus rezultātus enerģijas efektivitātes uzlabošanai un patēriņa ierobežošanai;
- AER, it sevišķi, biomasas patēriņš strauji pieaug tikai scenārijā ar noteikto mērķi 60% (BASE-R60-F15_HPP);
- BASE-R60-F15_HPP scenārijā biomasa aizvieto ogles un kūdras, kas tika patērētas bāzes scenārijā, bet dabas gāzes patēriņš samazinās ļoti minimāli;
- Gandrīz divkārt pieaug biodeģvielas patēriņš BASE-R60-F15_HPP scenārijā salīdzinot ar bāzes scenāriju;

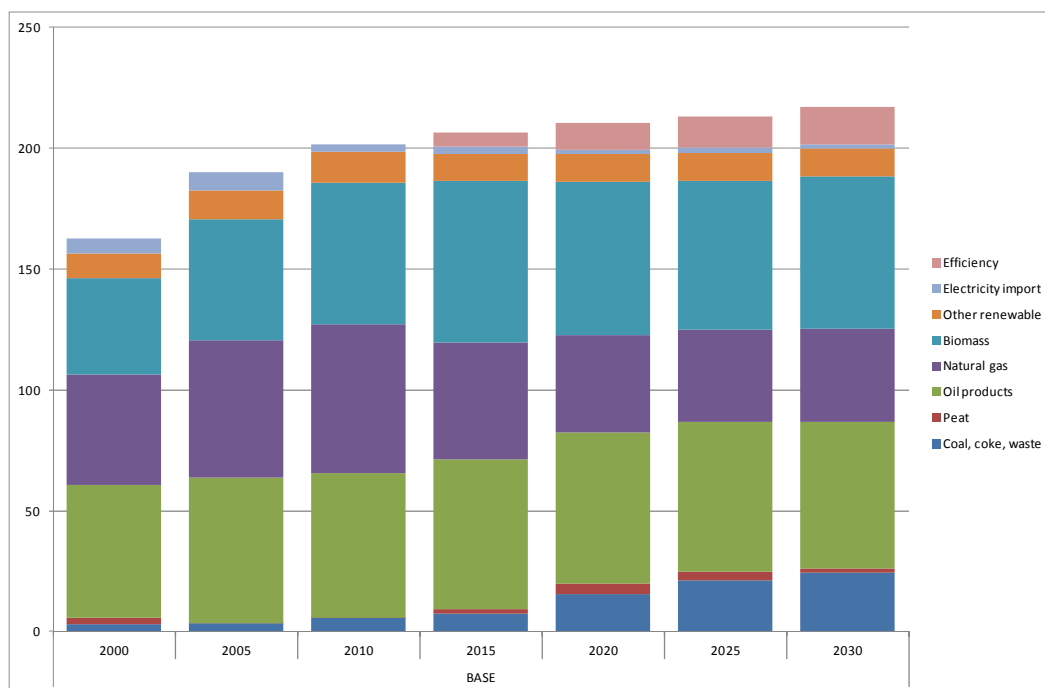
7.2 Primārie resursi

Svarīgākās iezīmes, kas raksturo primāro resursu struktūru bāzes scenārijā ir sekojošas:

- Primāro resursu patēriņš 2030.gadā salīdzinot ar 2010.gadu pieaug par 7.6%;
- Pieņēmumi par ogļu cenas prognozi nosaka ogļu patēriņa ienākšanu enerģijas bilanci, un 2030.gadā to daļa primāro resursu apgādē sastāda mazliet vairāk par 11%. Daļa no oglēm tiek patērēta elektroenerģijas ražošanai, bet pārējā, galvenokārt, rūpniecībā;
- Dabas gāzes daļa primāro resursu struktūrā samazinās no apmēram 30% 2010.gadā uz 18% 2030.gadā. Galvenais iemesls ir to konkurence ar oglēm

elektroenerģijas ražošanā, un to nespēja konkurēt pēc saražotā produkta izmaksām;

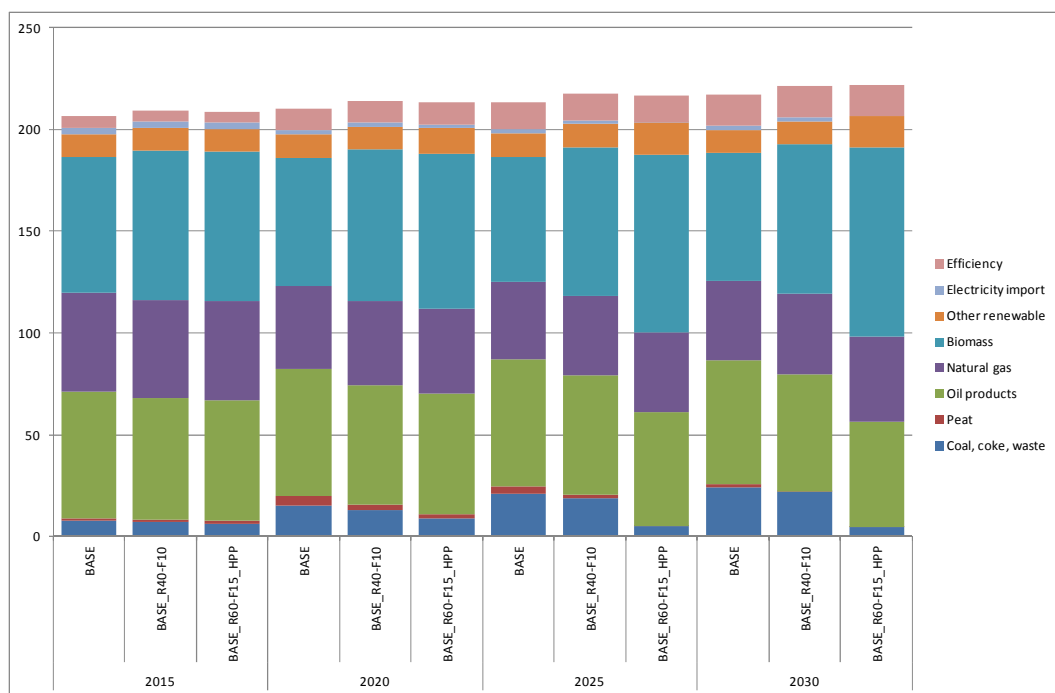
- Elektroenerģijas imports sastāda apmēram 0,9% 2030.gadā, kas ir samazinājums pret patreizējo situāciju par apmēram 1-2% punktiem;
- Biomasas patēriņš paliek gandrīz nemainīgs, un tas ir apmēram 29%.



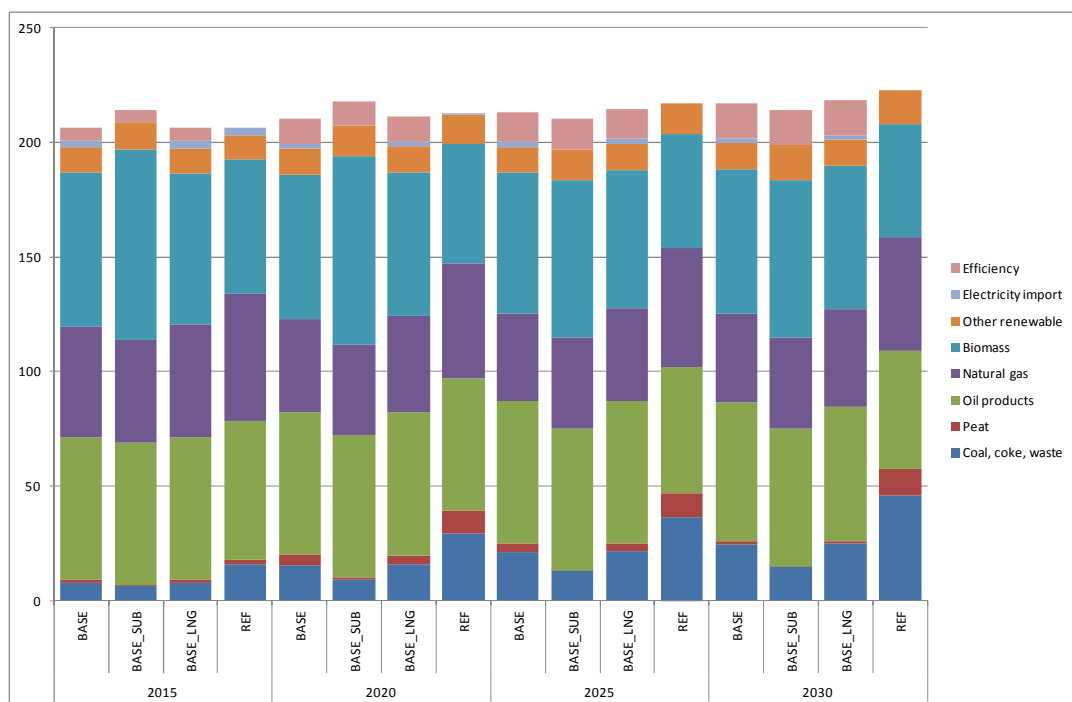
Att. 13 Primāro resursu piegādes struktūra bāzes scenārijā pa resursu veidiem, PJ

Salīdzinot primāro resursu struktūru modelētos scenārijos jāatzīmē sekojošas raksturīgas iezīmes:

- Sašķidrinātās dabas gāzes termināls nesekmē dabas gāzes plašāku izmantošanu pārveidošanas sektorā un gala enerģijas sektorā, bet gan darbojas kā reģionāls alternatīvs dabas gāzes piegādātājs, ja to sekmē konkurētspējīga cena pasaules tirgū;
- Elektroenerģijas imports būtiski samazinās scenārijos ar augstu atjaunojamo energoresursu daļu (BASE-R60-F15_HPP) vai scenāriju, kurā tiek pielietota patreizējā subsīdiju shēma elektroenerģijas ražošanai (scenārijs BASE_SUB)
- Ja AER mērķis 40% tiek lielākoties sasniegts pateicoties biomasas plašākai izmantošanai un mazliet tikai vēja enerģijai un biodegvielai, tad paaugstinātā 60% mērķa izpildei tiek iesaistīti arī citi veidi (hidroelektrostacijas Jēkabpilī un Daugavpilī, vēja enerģija un saules enerģija un biodegviela);
- Dabas gāzes daļu primāro resursu piegādē lielākā mērā nosaka pieņēmumi par tās sagaidāmo cenu nākotnē nevis atjaunojamo energoresursu paplašinātas izmantošanas noteiktie mērķi.



Att. 14 Primāro resursu piegādes struktūras salīdzinājums modelētos scenārijos pa resursu veidiem, PJ

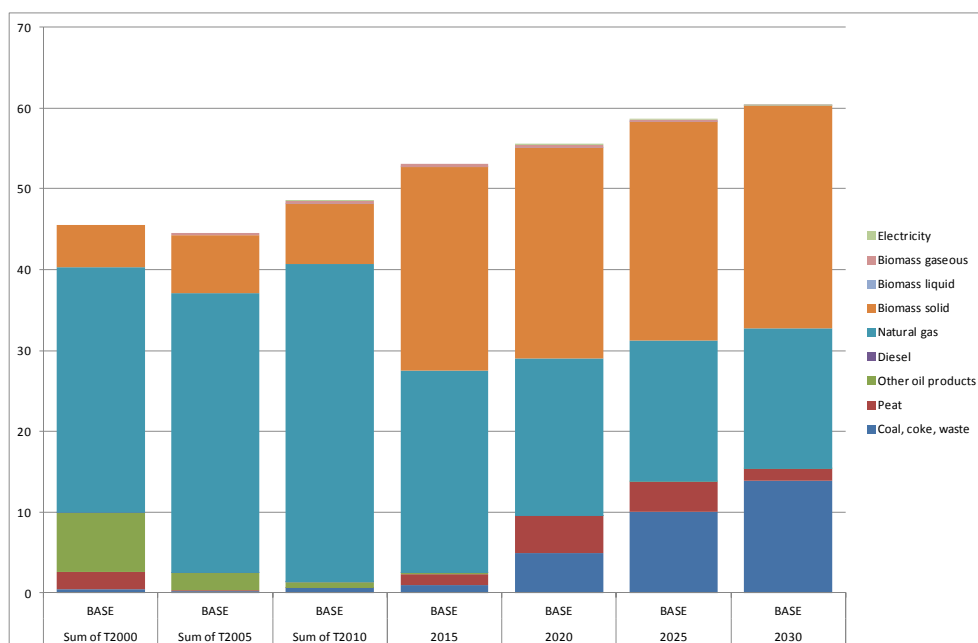


Att. 15 Primāro resursu piegādes struktūras salīdzinājums modelētos scenārijos pa resursu veidiem, PJ

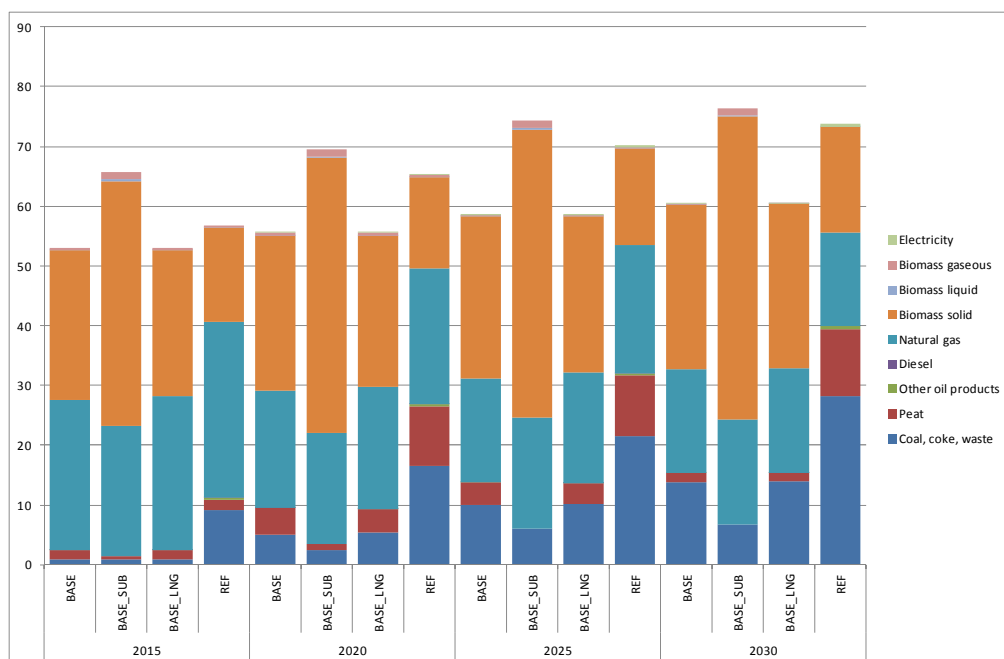
7.3 Pārveidošanas sektors

Modelēšanas rezultātā par kritēriju izvēloties kopējās sistēmas apgādes mazākās izmaksas, tiek piedāvāts sekojoša primāro resursu struktūra bāzes scenārijā pārveidošanas sektorā:

- Pēc 2020.gada pieaug ogļu izmantošana elektroenerģijas ražošanā, un 2030.gadā tās aizņem 23% no kopējā kurināmā patēriņa pārveidošanas sektorā;
- Papildus oglēm pieaug arī kūdras un biomasas izmantošana siltumenerģijas un daļēji arī elektroenerģijas ražošanā;
- Kopējais izmantotais kurināmā daudzums pārveidošanas sektorā 2030.gadā pieaug par apmēram 24% salīdzinot ar 2010.gadu;
- Dabas gāzes daļa kopējā izmantotā kurināmā apjomā pārveidošanas sektorā samazinās no 80% 2010.gadā uz 29% 2030.gadā.
- Tajā pašā laikā biomasas patēriņā daļa pieaug no 15.3% 2010.gadā līdz 45.6% 2030.gadā.



Att. 16 Izmantotie primārie resursi pārveidošanas sektorā bāzes scenārijā, PJ



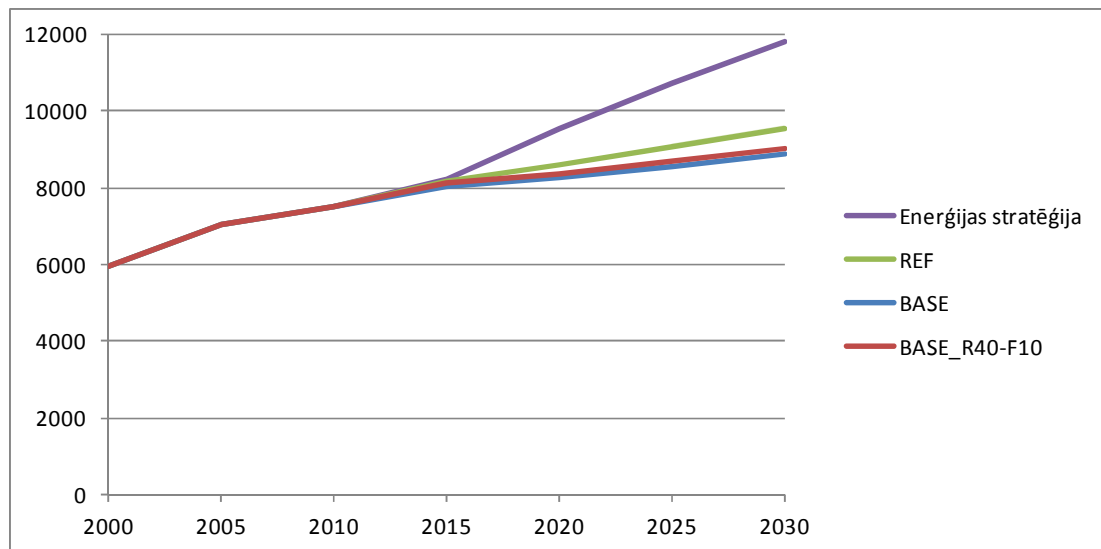
Att. 17 Izmantoto primāro resursu salīdzinājums pārveidošanas sektorā modelētos scenārijos, PJ

Salīdzinot izmantoto kurināmo struktūru dažādos modelētos scenārijos jāatzīmē sekojoši aspekti, uz kuriem norāda iegūtie modelēšanas rezultāti:

- Scenārijā bez esošām politikām (REF), tajā skaitā nodokļu politikas un pieņemtā lēmumu par TEC-2 otrās kārtas rekonstrukciju, modelis pie pieņemtās primāro resursu cenu prognozes priekšroku dod cietā kurināmā elektrostacijas celtniecībai ar ogļu, kūdras un biomasas izmantošanu;
- Pašreiz pielietotā subsīdiu shēma (elektroenerģijas ražošanai koģenerācijas režīmā un AER izmantošanai – scenārijs BASE_SUB) nenoliedzami sekmē subsidēto jaudu izmantošanu;
- Sašķidrinātās dabas gāzes termināla celtniecība neietekmē dabas gāzes patēriņa pieaugumu pārveidošanas sektorā.

7.4 Elektroenerģijas ražošana

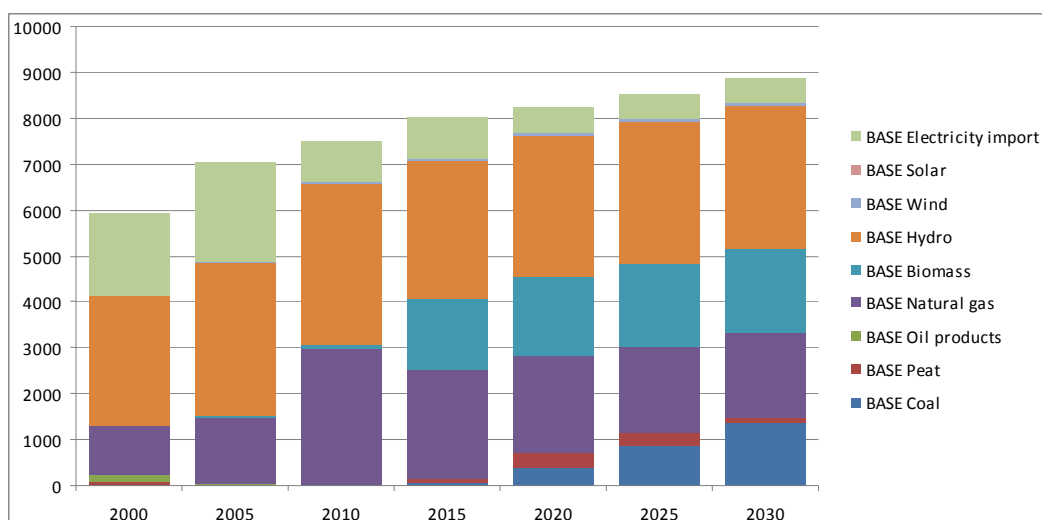
Nemot vērā, ka enerģijas patēriņš modelī tiek sasaistīts ar iepriekš aprakstītiem „pirmās pakāpes” un „otrās pakāpes” patēriņu ietekmējošiem parametriem un enerģijas patērējošām tehnoloģijām un to iespējamo aizvietošanu ar efektīvākām, elektroenerģijas patēriņa prognoze ir modeļa rezultāts. Sekojošā attēlā ir salīdzinātas vairāku modelēto scenāriju elektroenerģijas prognozes. Jāatzīmē, ka trīs modelēto scenāriju elektroenerģijas prognoze ir ievērojami zemāka, nekā Ekonomikas ministrijas „Enerģētikas stratēģija 2030” dokumenta pirmajā redakcijā uzrādītā. Galvenais iemesls šai lielajai atšķirībai ir minētajā dokumentā izmantotā pieņēmumā par elektroenerģijas patēriņa strauju pieaugumu transporta sektorā.



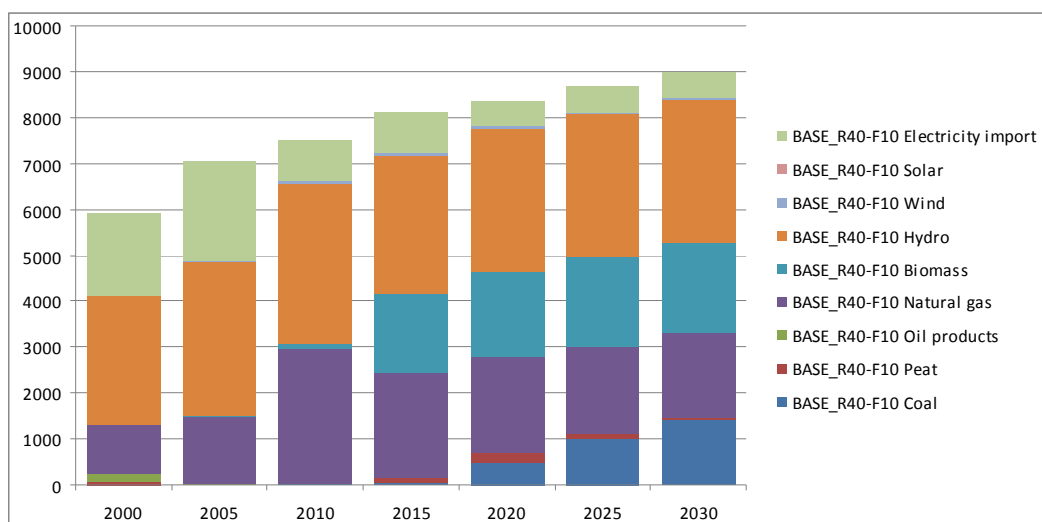
Att. 18 Elektroenerģijas bruto patēriņš Latvijā, GWh

Salīdzinot elektroenerģijas piegādes struktūru modelētos scenārijos, tā sasaucas ar iepriekš aprakstītām iezīmēm pārveidošanas sektorā, bet var atzīmēt sekojošus galvenos virzienus:

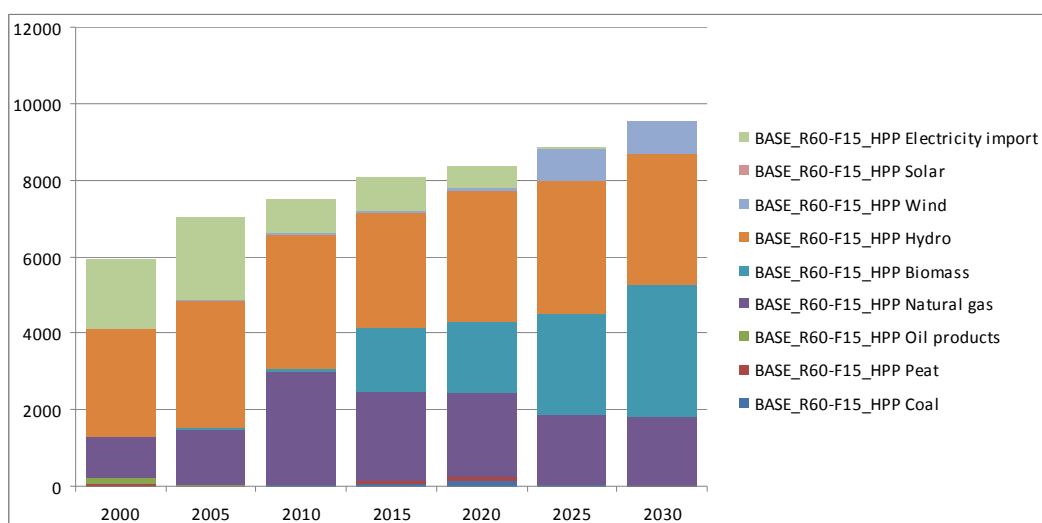
- Ar dabas gāzi izstrādātās elektroenerģijas apjoms samazinās visos scenārijos līdz 2030.gadam par apmēram 35%, un tas paliek apjomā lai nodrošināta siltumenerģijas pieprasījumu centralizētās siltumapgādes sistēmā;
- Esošā subsīdiju shēma iniciē strauju biomasas koģenerācijas un saules enerģijas izmantošanu elektroenerģijas ražošanā, kas pārsniedz elektroenerģijas pieprasījumu. Tas norāda uz subsīdiju pārāk lielo apjomu, un nepieciešamību tās koriģēt, lai patērētājs nepārmaksātu par patērēto elektroenerģiju;
- Pie esošiem pieņēmumiem par elektroenerģijas importa cenu prognozes attīstību, elektroenerģijas imports tiek pilnībā izspiests no apgādes struktūras tikai scenārijā ar AER mērķi 60% un scenārijā ar esošām subsīdijām;
- Tas daļēji norāda uz to, ka 60% mērķa sasniegšanā ievērojami būs jāpalielina ar AER izstrādātās elektroenerģijas apjoms. Modeļa rezultāti norāda, ka tas ir no izmaksu viedokļa iespējams risinājums pēc 2025.gada.



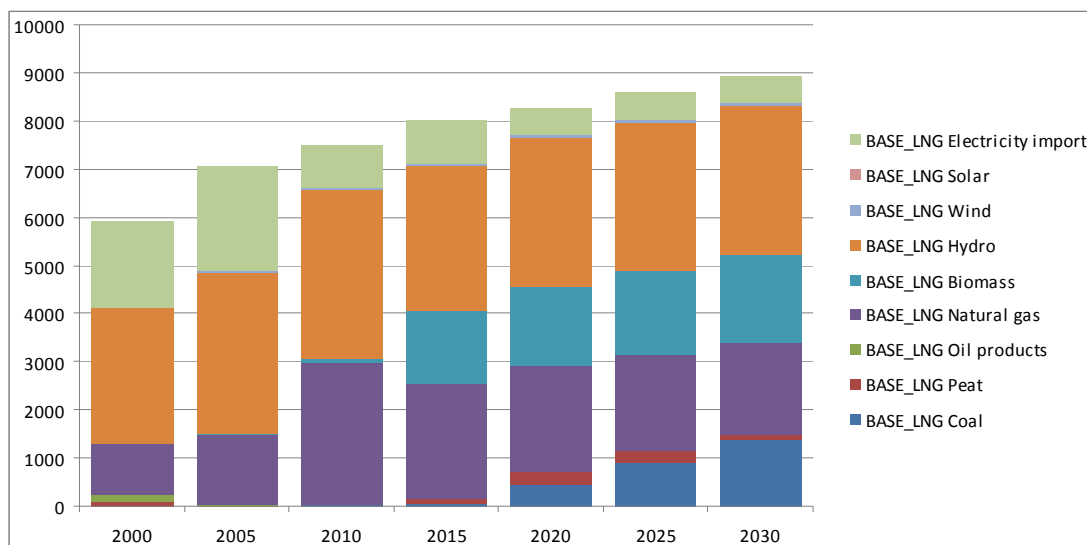
Att. 19 Elektroenerģijas neto piegāde pēc kurināmā veida bāzes scenārijā, GWh



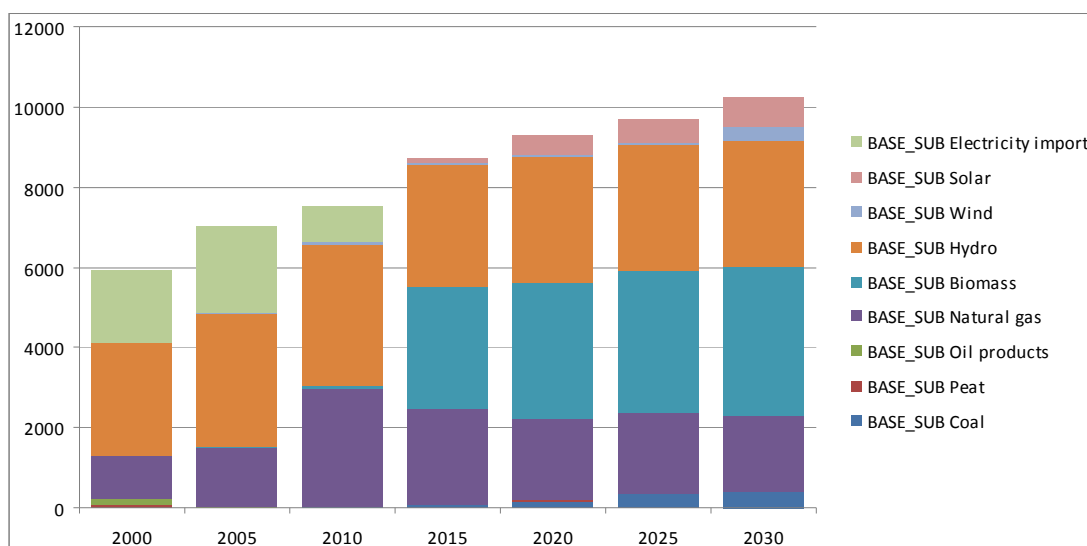
Att. 20 Elektroenerģijas neto piegāde pēc kurināmā veida AER 40% scenārijā, GWh



Att. 21 Elektroenerģijas neto piegāde pēc kurināmā veida AER 60% scenārijā, GWh



Att. 22 Elektroenerģijas neto piegāde pēc kurināmā veida SDG scenārijā, GWh

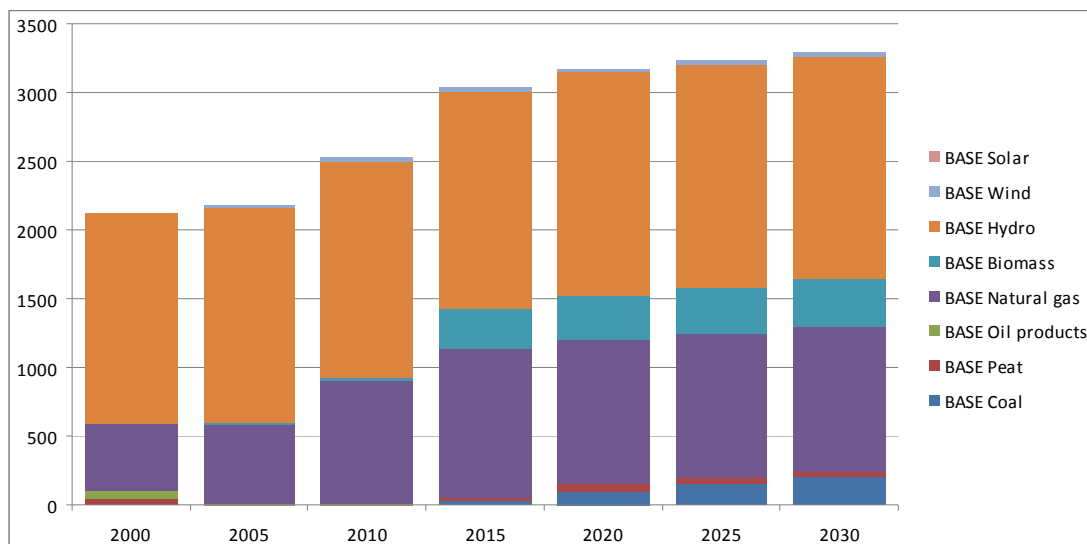


Att. 23 Elektroenerģijas neto piegāde pēc kurināmā veida pie esošās subsīdiju atbalsta shēmas scenārijā, GWh

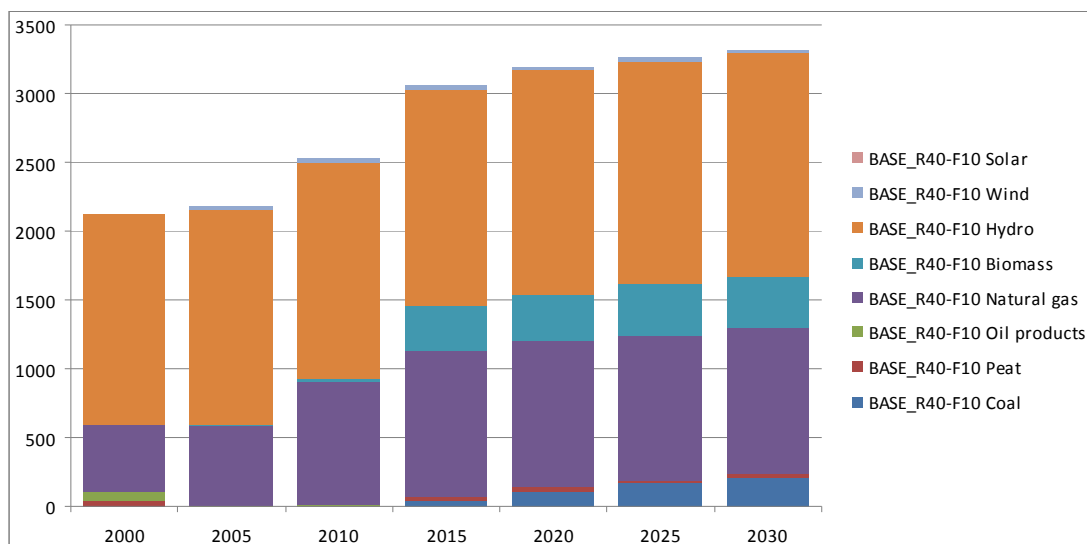
Sekojošos trīs attēlos ir parādīta elektroenerģijas ražošanas jaudu kopums, kas modelētos scenārijos ir iesaistītas ražošanas procesā vismaz 1 stundu gadā. Galvenās iezīmes analizējot šos rezultātus laika posma 2010 – 2030.g. ir sekojošas:

- Lielākais kopējās izmantotās jaudas apjoms ir AER 60% mērķa scenārijā, ko nosaka vēja un biomasas izmantojošo tehnoloģiju ietekmes pieaugums kopējā jaudu bilanci;
- Dabas gāzes izmantojošo jaudu apjoms paliek gandrīz nemainīgs visā analizējamā laika periodā. To nosaka lielo koģenerācija staciju piedalīšanās siltumenerģijas ražošanā centralizētās siltumapgādes sistēmai, un līdz ar to elektroenerģijas ražošanas pakārtošana siltuma pieprasījuma slodzei;

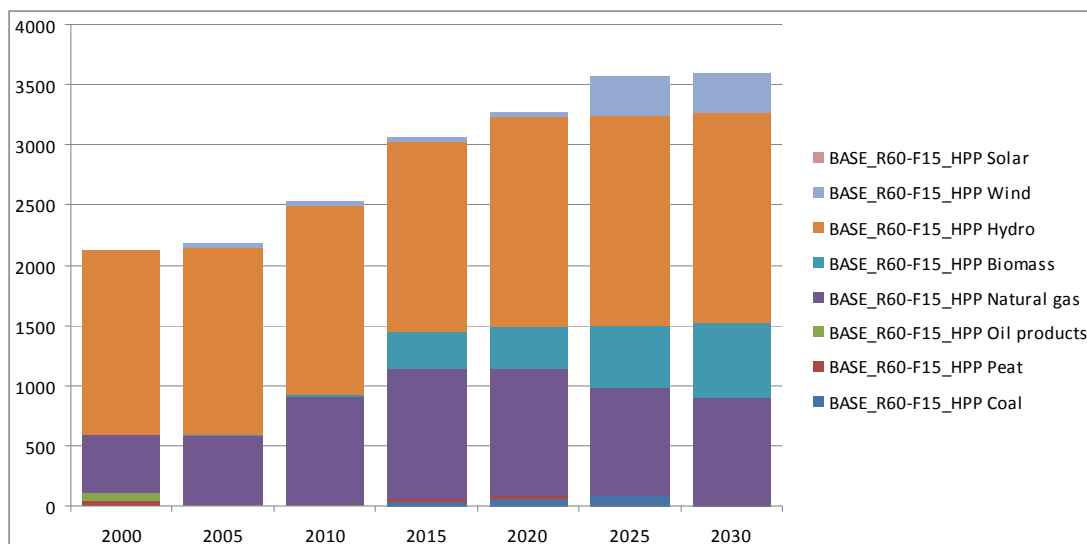
- Hidrostaciju jaudas pieaugums ir novērojams AER 60% mērķa scenārijā, kurā ražošanā piedalās arī Jēkabpils un Daugavpils HESi;
- Vēja enerģijas jaudas ievērojami pieaug tikai AER 60% mērķa scenārijā;
- Ogļu izmantojošās tehnoloģijas jaudas pieaug pēc 2025.gada, pie tam arī scenārijā ar AER mērķi 40%.



Att. 24 Elektroenerģijas ražošanas jaudu kopums bāzes scenārijā pēc kurināmā veida, MW



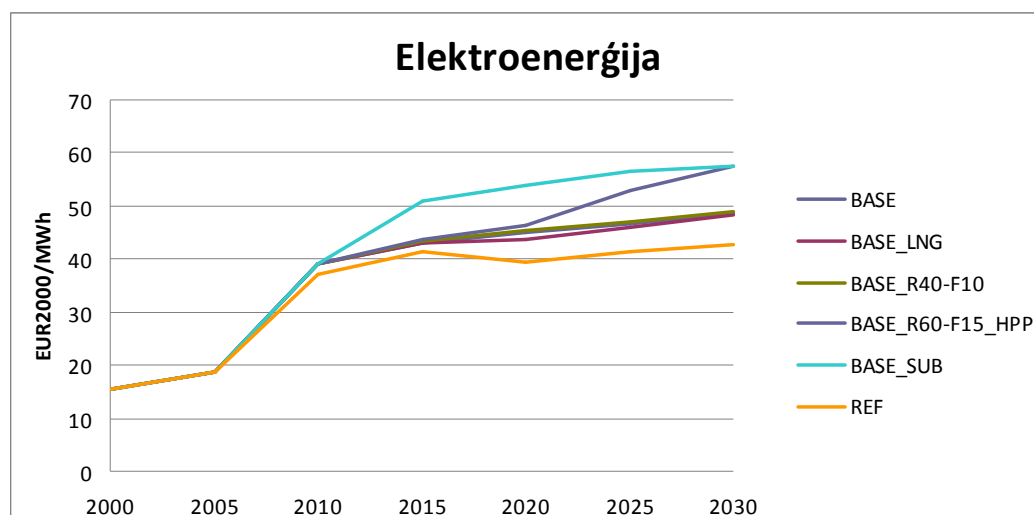
Att. 25 Elektroenerģijas ražošanas jaudu kopums BASE_R40-F10 scenārijā pēc kurināmā veida, MW



Att. 26 Elektroenerģijas ražošanas jaudu kopums BASE_R60-F15 scenārijā pēc kurināmā veida, MW

7.5 Izmaksu analīze modelētos scenārijos

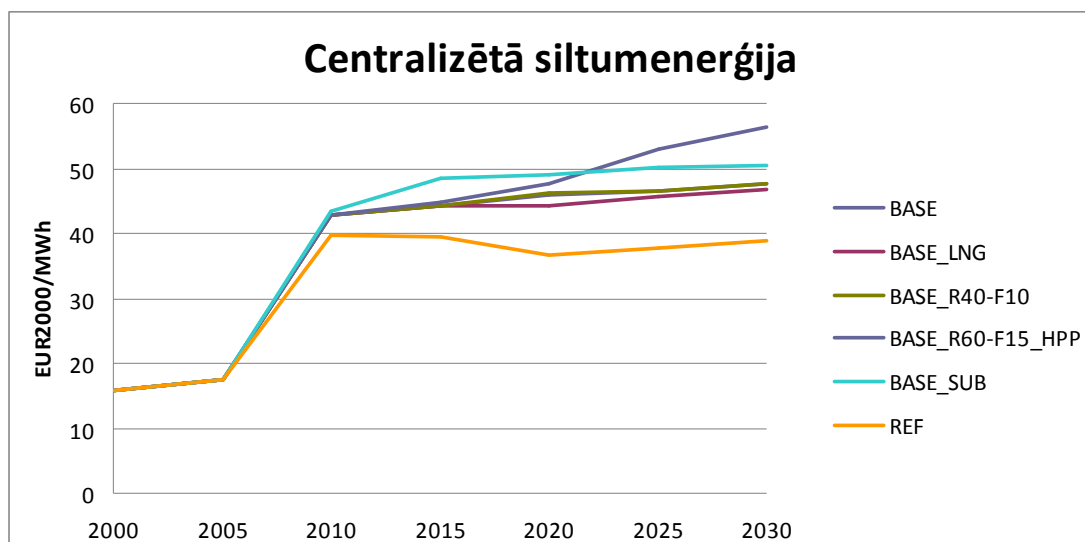
Kā jau iepriekš tika minēts modelis atrod optimālu risinājumu katrā no definētiem scenārijiem, ievērojot mērķa funkciju, kas nosaka, ka optimāls risinājums ir tāds, kas nodrošina mazākās kopējās sistēmas izmaksas pie noteiktās ierobežojuma kopas. Modelis kopējās sistēmas izmaksas aprēķina pie konstantas naudas vērtības, šajā gadījumā EUR(2000.g.).



Att. 27 Elektroenerģijas piegādes cenas izmaiņa modelētos scenārijos

Analizējot elektroenerģijas piegādes sistēmas cenas dažādos scenārijos, jāatzīmē sekojoši aspekti:

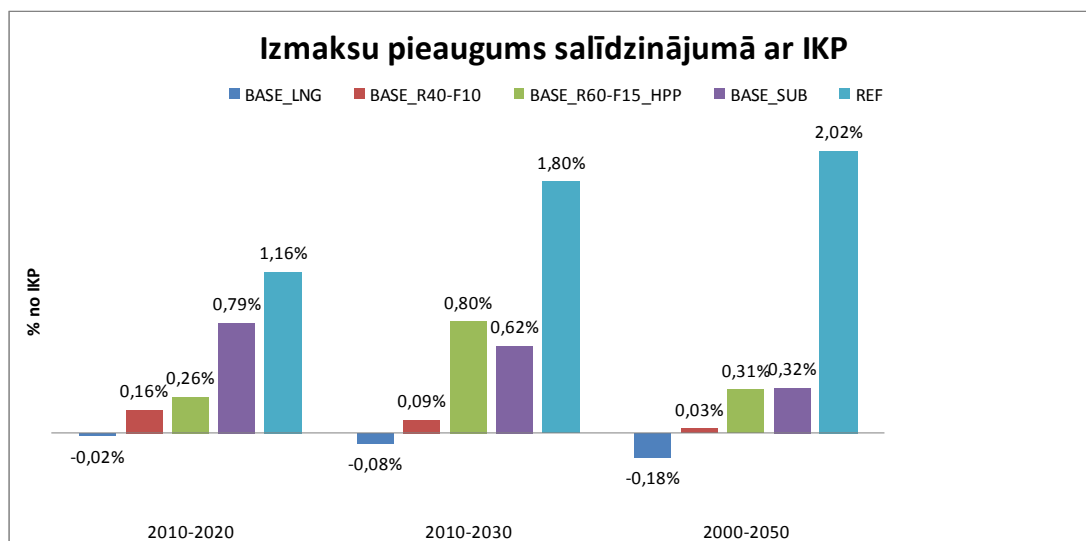
- Viszemākās cenas ir atsauces scenārijā, kas paredz ogļu izmantošanu elektroenerģijas ražošanā, un kas neparedz nodokļu un ierobežojumu piemērošanu sistēmai;
- Trīs scenārijos (bāzes scenārijs, scenārijs ar SDG terminālu un scenārijs ar 40% AER mērķi) cenas 2030.gadā ir ļoti līdzīgas. Tas savā ziņā parāda, ka RES 40% mērķa izpildes sekmēšanai nav būtiska ietekme uz elektroenerģijas vidējo cenu, ja tiek pielietoti adekvāti un efektīvi atbalsta mehānismi, un patreizējie atbalsta apjomi ir pārāk lieli;
- Augstākās elektroenerģijas vidējās cenas ir AER paaugstinātā mērķa 60% scenārijā un scenārijā pie esošās subsīdiu shēmas. Tās ir par apmēram 18% augstākas nekā bāzes scenārijā. Tas netieši norāda, ka patreizējā atbalsta shēmas iespaids jeb sadārdzinājums uz elektroenerģijas cenu ir līdzīgs ar paaugstināta AER mērķa 60% sasniegšanu;
- Salīdzinot modeļa aprēķinātās cenas 2010.gadā ar Nordpool sistēmas vidējām cenām jāsecina, ka Latvijas sistēmas kopējā vidējā cena ir augstāka, lai gan atsevišķas ģenerēšanas jaudas spēj piedāvāt konkurētspējīgu cenu elektroenerģijas tirgū.



Att. 28 Siltumenerģijas piegādes cenas izmaiņa centralizētā siltumapgādes sistēmā modelētos scenārijos

Analizējot siltumenerģijas piegādes cenas centralizētajā siltumapgādes sistēmā modelētos scenārijos, var secināt, ka:

- Trīs scenārijos (bāzes scenārijs, scenārijs ar SDG terminālu un scenārijs ar 40% AER mērķi) cenas 2030.gadā ir ļoti līdzīgas. Tas nozīmē, ka RES 40% mērķa izpildes sekmēšana centralizētā siltumapgādes sistēmā nerada sadārdzinājumu sistēmas cenai;
- Visdārgākais ir scenārijs ar paaugstināto RES 60% mērķi, kura cena ir par 18.5% augstāka nekā bāzes scenārijā. Par iemeslu tam ir fakts, ka AER mērķa izpildes nodrošināšanai tiek plaši izmantota biomasas koģenerācijas, kas atstāj iespaidu gan uz elektroenerģijas, gan siltumenerģijas piegādes cenu.



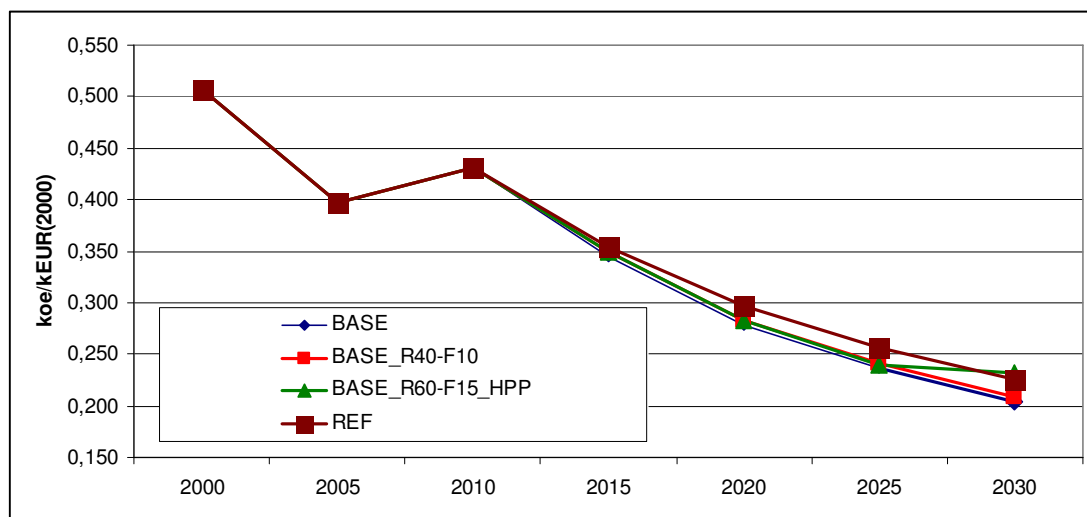
Att. 29 Kopējās sistēmas izmaksu salīdzinājums pret bāzes scenāriju, izteikts procentos no IKP

Salīdzinot modelēto scenāriju izmaksas pret bāzes scenāriju (sk Att. 29) dažādos laika nogriežņos, var secināt sekojošu:

- Vidējā termiņā (2010 – 2020.g.) atjaunojamo enerģijas resursu izmantojošais scenārijs ar mērķi 40% (BASE_RES40-F10) ir dārgāks par bāzes scenāriju par 0.16% no IKP, bet ilgākā termiņā (2010-2030.g.) tikai par 0.09% no IKP;
- Paaugstinātā AER izmantojošā scenārija ar mērķi 60% (BASE_RES60-F15) scenārijs 20 gadu periodā ir dārgāks par bāzes scenāriju par 0.8% no IKP, jo galvenās papildus izmaksas gulstas uz laika periodu pēc 2020.gada;
- Pašreiz piemērojamā subsīdiju shēma sadārdzina scenāriju par 0.79% un 0.62% attiecīgi laika periodā 2010 – 2020.g. un 2010 – 2030.g.;
- Scenārijs ar sašķidrinātās dabas gāzes celtniecību Latvijā nav dārgāks par bāzes scenāriju, jo pie patreizējā termināla darbības modelēšanas pieejas tiek pieņemts, ka terminālis ir pilnībā noslogots, jo tas nodrošina dabas gāzes piegādes Baltijas valstīm vai Baltijas jūras reģiona valstīm;
- Atsauces scenārijs ir visdārgākais, jo, lai gan tas piedāvā zemākās elektroenerģijas un siltumenerģijas cenas, tas neparedz energoefektivitātes pasākumu realizāciju. Līdz ar to ir kopējās sistēmas izmaksas ir augstākas, lai nodrošinātu lielāku enerģijas pieprasījumu.

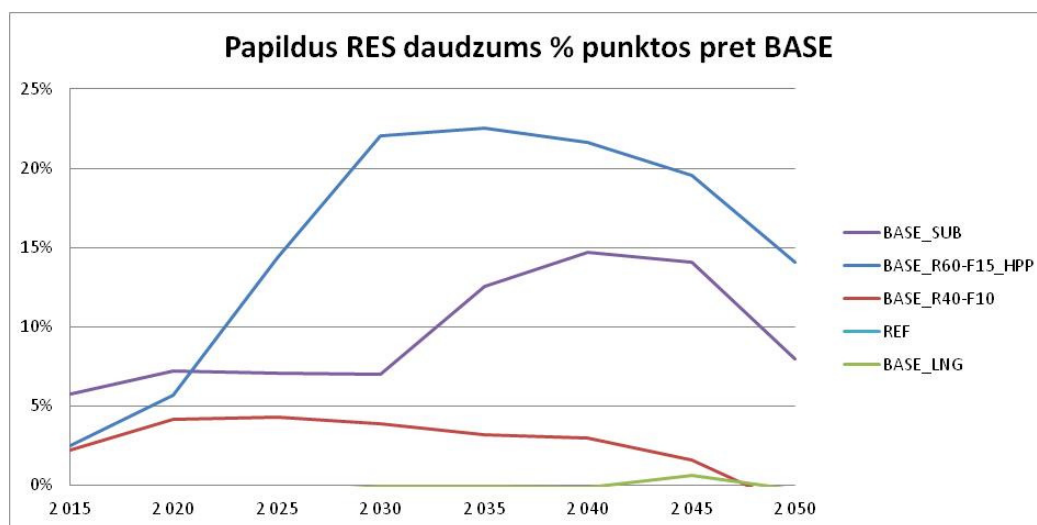
Modelētos scenārijus var raksturot ar indikatoru, kas sasaista ekonomisko attīstību ar primārās enerģijas patēriņu šīs attīstības nodrošināšanai un šīs mijiedarbības efektivitāti. Tas ir primārās enerģijas intensitātes indikators, kas parāda cik daudz primārās enerģijas tiek patērēts vienas pievienotās vērtības radīšanai. Rezultāti parāda (sk. att. 30), ka pieņemtie ekonomikas attīstības tempi tiek nodrošināti ar efektīvāku primārās enerģijas izmantošanu. Pēc intensitātes vērtības palielināšanās 2010.gadā, kas saistīta ar ekonomisko lejupslīdi, tā līdz 2030.gadam samazinās visos scenārijos, jo modelis piedāvā no izmaksu viedokļa izdevīgāko enerģijas apgādes sistēmas

konfigurāciju, kas vienlaicīgi nodrošina efektīvu enerģijas izmantošanu. Primārās enerģijas vērtība bāzes scenārijā samazinās par 48.7% 2030.gadā salīdzinot ar 2005.gadu. Vismazāk šī vērtība samazinās atsaucies scenārijā (REF) un paaugstinātas AER izmantošanas scenārijā (BASE_R60-F15_HPP) – 41.5%, kas saistīts ar biomasas plašāku izmantošanu elektroenerģijas ražošanā.



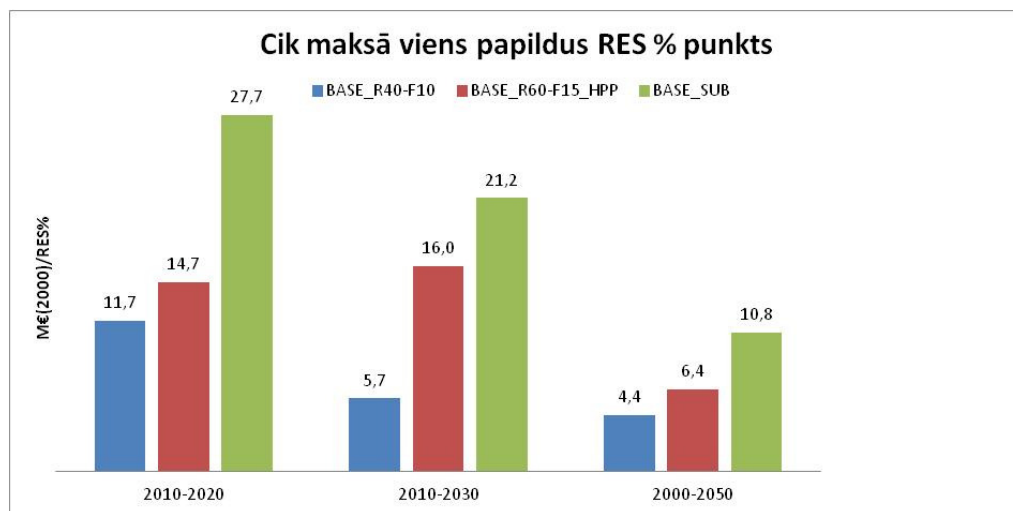
att. 30 Primārās enerģijas intensitātes izmaiņas modelētos scenārijos

Viens no rādītājiem, kas mūsdienās raksturo enerģētika sistēmas attīstības scenāriju ir AER izmantošana un tās daļa kopējā bilancē. Bāzes scenārijā AER daļa kopējā gala enerģijas patēriņā 2030.gadā sastāda 36.3%. Sekojošā attēlā ir parādīta AER daļas izmaiņas modelētos scenārijos pret bāzes scenāriju. Divos no modelētiem scenārijiem, kuru aprakstā ir noteikts zināmas AER daļas nodrošināšana 2030.gadā, parāda vislielāko pieaugumu pret bāzes scenāriju. RES 60% scenārijā pieaugums pret bāzes scenāriju sastāda mazliet vairāk kā 20%. Jāatzīmē, ka modelēšanas periodā līdz 2050.gadam AER daļa palielinās bāzes scenārijā un sarūk AER daļas starpība starp scenārijiem. Tas norāda uz AER konkurētspējas palielināšanos pēc 2030.gada.



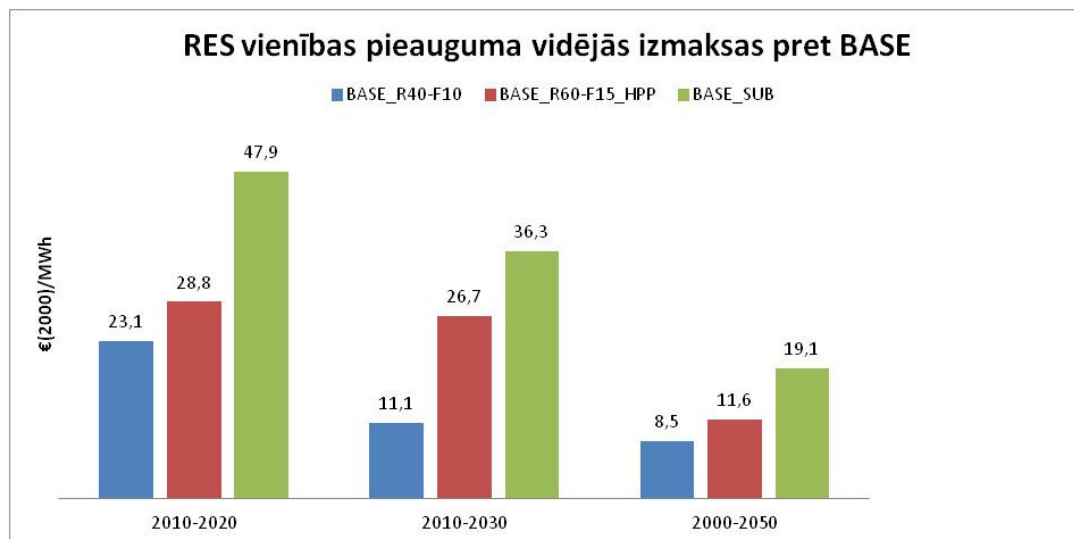
att. 31 AER daļas modelētos scenārijos salīdzinot ar bāzes scenāriju

Pie patreizējās tehnoloģiju attīstības līmeņa pārsvarā AER izmantošana, it sevišķi, elektroenerģijas ražošanā saistīta vēl ar augstākām izmaksām. Sekojošā attēlā ir parādīta viena AER procenta punkta pieauguma vidējās izmaksas dažādos laika periodos.



att. 32 Papildus AER procenta punkta gala enerģijas patēriņā izmaksas salīdzinot ar bāzes scenāriju

Kā redzams att. 32 20 gadu periodā papildus izmaksas 40% AER mērķa sasniegšanā ir 5,7 MEUR par katru papildus AER procenta punktu (tajā skaitā visu AER veidiem). Paaugstinātā AER mērķa scenārijā šīs izmaksas gandrīz trīskāršojas.



att. 33 AER pieauguma pret bāzes scenāriju vidējās papildus izmaksas

Kā redzams att. 33, viena papildus AER izmantojošas enerģijas vienības ražošana kopējā mērķa izpildē, rada papildus izmaksas pret bāzes scenārija izmaksām. AER izmantošanas paplašinātā scenārijā ar mērķi 60% papildus vidējās izmaksas pret bāzes scenāriju ir 26.7 EUR(2000)/MWh. Jāatzīmē, ka pie ilgtermiņa politikas realizācijas šīs izmaksas samazinās. Rezultāti parāda, ka patreizējā spēkā esošā subsīdiju shēma rada nepamatoti augstu sadārdzinājumu, un tā pārsniedz optimāla risinājuma piedāvātās izmaksas par 30-50%.

8 Galveno rezultātu īss apkopojums

Pie esošiem pieņēmumiem par IKP izmaiņām, iedzīvotāju skaita izmaiņām, kas ietekmē enerģijas patēriņu nākotnē, un pie pieņēmumiem par kurināmā cenu izmaiņām nākotnē modelis ir atradis definētiem scenārijiem no izmaksu viedokļa optimālus risinājumus. Apkopojot iegūtos pirmos modelēšanas rezultātus, var atzīmēt šādas galvenās tendences:

- Latvijas enerģētikas politikas dokumentos pieņemtās energoefektivitātes politikas konsekventa realizācija ļauj samazināt enerģijas patēriņu, salīdzinot ar scenāriju bez šādas politikas, par 15,39 PJ jeb 8% , un tas dod pozitīvu iespaidu uz valsts ekonomikas energointensitātes rādītāju 2030.gadā un samazina energoapgādes kopējās izmaksas;
- AER noteikta mērķa definēšana un sasniegšana ļoti mazā mērā ietekmē gala enerģijas patēriņa apjomu. Tas nozīmē, ka atsevišķa tikai AER politika nedod būtiskus rezultātus enerģijas efektivitātes uzlabošanai un patēriņa ierobežošanai, jo cenu signāli nav pietiekami būtiskai enerģijas patēriņa samazināšanai;
- Pie esošiem pieņēmumiem par ogļu un dabas gāzes cenas attiecību un prognozes par to attīstību nākotnē un neeksistējošiem vides kvalitātes ierobežojumiem bāzes scenārijā dabas gāzes izmantošanai elektroenerģijas un centralizētās siltumenerģijas ražošanā ir zema konkurētspēja, salīdzinot ar ogļu izmantošanu elektroenerģijas ražošanā un biomasas izmantošanu siltumenerģijas ražošanā;
- Bāzes scenārijā nenotiek būtiskas strukturālas izmaiņas gala enerģijas patēriņā, izņemot ogļu patēriņa palielināšanās rūpniecības sektorā un biomasas patēriņa samazināšanās mājāsaimniecībās. Pirmās no minētām izmaiņām saistītas ar pieņēmumu par konkurētspējīgo ogļu cenu prognozi, bet otrais saistīts ar energoefektivitātes pasākumu realizāciju mājāsaimniecībās. Dabas gāzes patēriņš saglabājas apmēram 2010.gada līmenī;
- Elektroenerģijas patēriņa daļa 2030.gadā palielinās gala enerģijas patēriņā par apmēram 2 procenta punktiem, kas norāda uz ekonomikas elektrifikāciju;
- Primāro resursu patēriņš bāzes scenārijā 2030.gadā pieaug par 7.6%, salīdzinot ar 2010.gadu. Dabas gāzes daļu primāro resursu piegādē lielākā mērā nosaka pieņēmumi par tās sagaidāmo cenu nākotnē, nevis atjaunojamo energoresursu paplašinātas izmantošanas noteiktie mērķi.
- Sašķidrinātās dabas gāzes termināls nesekmē dabas gāzes plašāku izmantošanu pārveidošanas sektorā un gala enerģijas sektorā, bet gan darbojas kā reģionāls alternatīvs dabas gāzes piegādātājs, ja to sekmē konkurētspējīga LNG cena pasaules tirgū un patēriņu nodrošina pieprasījums reģiona valstīs;
- Ja AER mērķis 40% tiek lielākoties sasniegts, pateicoties biomasas plašākai izmantošanai un mazliet tikai vēja enerģijai un biodegvielai, tad paaugstinātā 60% mērķa izpildei tiek iesaistīti arī citi atjaunojamo energoresursu veidi

(hidroelektrostacijas Jēkabpilī un Daugavpilī, vēja enerģija, saules enerģija un biodegviela);

- Ņemot vērā, ka bāzes scenārijā samazinās importētās elektroenerģijas apjoms, kopējais izmantotais kurināmā daudzums pārveidošanas sektorā 2030.gadā pieaug par apmēram 24%, salīdzinot ar 2010.gadu;
- Pašreiz pielietotai subsīdiju shēmai (elektroenerģijas ražošanai koģenerācijas režīmā un AER izmantošanai – scenārijs BASE_SUB) nenoliedzami būtu jāsekmē minēto tehnoloģiju jaudu izmantošanu. Modeļa rezultāti parāda, ka šajā scenārijā elektroenerģijas imports tiek aizstāts ar uz vietas saražoto elektroenerģiju;
- Modelēšanas rezultāti parādīja, ka esošā subsīdiju shēma iniciē strauju biomasas koģenerācijas un saules enerģijas izmantošanu elektroenerģijas ražošanā, kas pārsniedz elektroenerģijas pieprasījumu. Pieprasījuma un piedāvājuma līkņu krustošanās pārbīde norāda uz subsīdiju pārāk lielo apjomu un nepieciešamību tās koriģēt, lai sistēma nepārmaksātu par saražoto elektroenerģiju;
- Pie esošiem pieņēmumiem par elektroenerģijas importa cenu prognozes attīstību elektroenerģijas imports tiek pilnībā izspiests no apgādes struktūras tikai scenārijā ar AER mērķi 60% un scenārijā ar esošām subsīdijām. Modelēšanas rezultāti parāda, ka 60% mērķa sasniegšanā ievērojami būs jāpalielina ar AER izstrādātās elektroenerģijas apjoms. Modeļa rezultāti norāda, ka tas ir no izmaksu viedokļa iespējams risinājums pēc 2025.gada;
- Salīdzinot elektroenerģijas vidējās cenas trīs modelētos scenārijos (bāzes scenārijs, scenārijs ar SDG terminālu un scenārijs ar 40% AER mērķi), jāsecina, ka tās 2030.gadā ir ļoti līdzīgas. Tas savā ziņā norāda, ka AER 40% mērķa izpildes sekmēšanai nav būtiska ietekme uz elektroenerģijas vidējo cenu laika periodā, ja tiek pielietoti adekvāti un efektīvi atbalsta mehānismi;
- Augstākās elektroenerģijas vidējās cenas ir AER paaugstinātā mērķa 60% scenārijā un scenārijā pie esošās subsīdiju shēmas. Tās ir par apmēram 18% augstākas nekā bāzes scenārijā;
- Salīdzinot modeļa aprēķinātās cenas 2010.gadā ar Nordpool sistēmas vidējām cenām, jāsecina, ka Latvijas sistēmas kopējā vidējā cena ir augstāka, lai gan atsevišķas ģenerēšanas jaudas spēj piedāvāt konkurētspējīgu cenu elektroenerģijas tirgū.
- Salīdzinot modelēto scenāriju izmaksas pret bāzes scenāriju dažādos laika nogriežņos, var secināt, ka vidējā termiņā (2010. – 2020.g.) atjaunojamo enerģijas resursu izmantojošais scenārijs ar mērķi 40% (BASE_RES40-F10) ir dārgāks par bāzes scenāriju par 0.16% no IKP, bet ilgākā termiņā (2010. - 2030.g.) tikai par 0.09% no IKP;
- Paaugstinātā AER izmantojošā scenārija ar mērķi 60% (BASE_RES60-F15) izmaksas 20 gadu periodā ir dārgākas par bāzes scenāriju par 0.8% no IKP, jo galvenās papildu izmaksas gulstas uz laika periodu pēc 2020.gada;
- Pašreiz piemērojamā subsīdiju shēma sadārdzina scenāriju par 0.79% no IKP un 0.62% no IKP attiecīgi laika periodā 2010. – 2020.g. un 2010. – 2030.g.;

- Scenārijs ar sašķidrinātās dabas gāzes termināla celtniecību Latvijā nav dārgāks par bāzes scenāriju, jo pie pašreizējā termināla darbības modelēšanas pieejas tiek pieņemts, ka piedāvātā LNG cena pasaules tirgū ir konkurētspējīga attiecībā pret dabas gāzes cenu un terminālis ir pilnībā noslogots, jo tas nodrošina dabas gāzes piegādes Baltijas valstīm vai Baltijas jūras reģiona valstīm;
- Atsauces scenārijs ir visdārgākais, jo, lai gan tas piedāvā zemākās elektroenerģijas un siltumenerģijas cenas, tas neparedz energoefektivitātes pasākumu realizāciju. Līdz ar to kopējās sistēmas izmaksas ir augstākas, lai nodrošinātu lielāku enerģijas pieprasījuma nodrošināšanu;
- Modelēšanas rezultāti parādīja, ka pie optimāla risinājuma viena papildus AER izmantojošas enerģijas vienības ražošana kopējā mērķa izpildē rada papildu izmaksas pret bāzes scenārija izmaksām. AER izmantošanas paplašinātā scenārijā ar mērķi 60% papildu vidējās izmaksas pret bāzes scenāriju ir 26.7 EUR(2000)/MWh. Jāatzīmē, ka pie ilgtermiņa politikas realizācijas šīs izmaksas samazinās. Rezultāti parāda, ka pašreizējā spēkā esošā subsīdiu shēma rada nepamatoti augstu sadārdzinājumu, un tā pārsniedz optimāla risinājuma piedāvātās izmaksas par 30-50%.

Iegūtie pirmie modelēšanas rezultāti atklāja, ka, lai padziļināti varētu analizēt iegūtos rezultātus un dot plašākas atbildes uz svarīgiem enerģētikas politikas jautājumiem, ir nepieciešams tālākā izpētes gaitā pievērst uzmanību šādiem jautājumiem:

- Nepieciešams atjaunināt un precizēt modeļa datu bāzi par AER izmantojošām tehnoloģijām;
- Nepieciešams atrast jaunu pieeju SDG termināla modelēšanai, kas precīzāk parādītu tā ietekmi uz Latvijas energosistēmu;
- Nepieciešams izvērtēt klimata politikas un tās izvirzīto mērķu ietekmi uz Latvijas energosistēmu;
- Jānovērtē dažādu kurināmo cenu prognožu ietekme uz modelētos scenārijos iegūtiem rezultātiem.