

**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**  
**Būvniecības fakultāte**  
**Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģijas institūts**

**M.sc.ing. Kristina Ļebedeva**

**Atjaunojamo energoresursu izmantošanas izpēte Latvijā**

**Promocijas darba kopsavilkums**

Zinātniskais vadītājs  
LZA kor.loc., Prof., Dr.habil.sc.ing.  
P.ŠIPKOVŠ

Rīga 2008

UDK 620.92(474.3)(043.2)

Ļe 033 a

Kristina Ļebedeva. Atjaunojamo  
energoresursu izmantošanas izpēte Latvijā.  
Promocijas darba kopsavilkums.  
–R.: RTU, 2008.–28 lpp.

Iespiests saskaņā ar SGŪT institūta 2008.gada  
29.oktobra padomes lēmumu, protokols nr.5.



Šis darbs ir veikts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu nacionālās programmas „Atbalsts doktorantūras programmu īstenošanai un pēc doktorantūras pētījumiem” projekta „Atbalsts RTU doktorantūras attīstībai” ietvaros.

**PROMOCIJAS DARBS  
IZVIRZĪTS RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ  
INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI**

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts promocijas padomē „RTU P-12” 2008.gada 19. decembrī plkst. 16:00, Rīga, Āzenes ielā 16/20, Būvniecības fakultātes sēžu zālē.

**OFICIĀLIE RECENZENTI:**

LZA goda loceklis, Dr.habil.sc.ing., profesors Viktors Zēbergs  
Fizikālās Enerģētikas institūts

Dr.habil.sc.ing., profesors Daniels Turlajs  
Rīgas Tehniskā universitāte

Dr.sc.ing. Ilze Puriņa  
SIA „Vides investīciju fonds”

**APSTIPRĪNĀJUMS**

Es, 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.

Kristina Ļebedeva.....(Paraksts)

Datums.....

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur anotāciju, 8 nodaļas, kopā 132 lappuses, tām ir vairāki grafiki, tabulas un ilustrācijas. Literatūras sarakstā ir 102 nosaukumi.

## ANOTĀCIJA

Promocijas darba galvenais mērķis bija izpētīt atjaunojamo energoresursu izmantošanu Latvijā. Latvijai atjaunojamo energoresursu izmantošana, tāpat kā pārējām Eiropas valstīm, ir īpaši aktuāla.

Atjaunojamo energoresursi (AER): vēja enerģija, saules enerģija, hidroenerģija, biomasas, biogāze utt., ir papildus enerģijas avoti, kuri ir neatkarīgi no importētiem enerģijas resursiem. Pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas, ierobežotie fosilā kurināmā krājumi, kā arī vides piesārņojums un globālās klimata pārmaiņas pēdējos gados pasaulē radīja pastiprinātu interesi par atjaunojamiem resursiem. Atbalsts atjaunojamo resursu izmantošanai ir kļuvis par svarīgu Eiropas Savienības politikas sastāvdaļu.

Promocijas darbā izpētīti tikai tie atjaunojamie energoresursi, no kuriem var gaidīt reālo ieguldījumu enerģijas bilanci Latvijā – biomasas, hidroenerģija, biogāze, vēja un saules enerģija.

Darbā veikti pētījumi, saistīti ar atjaunojamo energoresursu patēriņa prognozēšanu atbilstoši ekonomiskajām izmaiņām valstī, ieskaitot enerģijas bilances analīzi un atjaunojamo energoresursu potenciāla novērtējumu, ņemot vērā pasaules inovatīvās tehnoloģijas. Veikti saules enerģijas izmantošanas pētījumi – saules kolektoru un saules bateriju (PV) izmantošanu, ņemot vērā dažāda veida kombināciju iespējas, t.sk. integrēšanu tradicionālās enerģijas izmantošanas shēmās. Matemātisko modeļu pielietošana optimālas izmantošanas shēmas izvēlei – fosilais kurināmais kombinācijā ar sauli, pasīvā saules enerģijas izmantošana, finansiālie aspekti, klimatiskie un ģeogrāfiskie faktori. Veikti biokurināmā racionālas izmantošanas pētījumi - ieguve, transportēšana, patēriņš, enerģijas ražošanas iekārtas, standarti utt.. Analizēta biodegvielu loma enerģētikā un transportā. Veikti arī vēja enerģijas izmantošanas pētījumi – izpētīts vēja potenciāls Latvijā, kā arī veikts vēja enerģijas aprēķins uz sauszemes un šelfā. Pielietojot matemātiskas modeļus, optimizēti atjaunojamo energoresursu izmantošanas apjomi. Optimizēta kurināmā un enerģijas bilance, ievērojot atjaunojamo energoresursu potenciālu un izmantošanas perspektīvas valstī.

Veikti eksperimentālie pētījumi par saules kolektoru, saules bateriju kombināciju ar citiem energoresursiem: biomasu, elektrību, gāzi u.c. izmantošanas iespējām, pielietojot matemātiskos modeļus (PolySun). Saules kolektoru izmantošana Latvijā, kā parādīja eksperimentālie pētījumi, ir iespējama ar labiem rezultātiem. Saules enerģija Latvijā pašlaik nevar konkurēt ar citiem enerģijas veidiem augsto izmaksu dēļ, tomēr saules enerģijas resursi Latvijā ir pietiekami tās praktiskai izmantošanai.

Konstatēts, ka atjaunojamie energoresursi maksimāli jāizmanto kombinētās shēmās, kombinējot tos ar fosilajiem kurināmā veidiem. Tas ļaus ievērojami samazināt emisiju daudzumu atmosfērā, un tas ir videi draudzīgāks un ļaus saudzēt vidi.

Teorētiskie un metodoloģiskie pētījumi veikti darbā par atjaunojamo energoresursu izmantošanu nākotnē varētu tikt izmantoti līdzsvarotai enerģijas ražošanas un patēriņa sistēmu attīstībai, izejot no kompleksas sistēmpētījumu pieejas kurināmā un enerģijas izmantošanas iekārtu optimālai izvēlei.

Promocijas darba materiāli tiek izmantoti inženieru un maģistru studijās programmā „Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģija” RTU Būvniecības fakultātē. Pētījumi ir veikti ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu nacionālās programmas „Atbalsts doktorantūras programmu īstenošanai un pēc doktorantūras pētījumiem” projekta „Atbalsts RTU doktorantūras attīstībai” ietvaros.

Promocijas darba pētījumu galvenie rezultāti ir ziņoti vairākās Starptautiskās konferencēs un semināros, kā arī galvenie pētījumu rezultāti apkopoti 20 zinātniskos rakstos.

Darbam ir 8 nodaļas uz 128 lappusēm, tām ir vairāki grafiki, tabulas un ilustrācijās.

## Satura rādītājs

Tēmas aktualitāte	6
Darba mērķis	6
Pētījumu metodika	6
Zinātniskā novitāte un teorētiska nozīmība	7
Praktiskā nozīmība	7
Ievads	7
1. Atjaunojamo energoresursu izmantošanas analīze Latvijā	8
2. Saules enerģijas izmantošanas pētījumi Latvijā	9
3. Biokurināmā izmantošanas pētījumi Latvijā	12
3.1. Biomasas izmantošana siltumapgādē un koģenerācijas procesā	13
3.2. Enerģijas ieguve no biomasas, pamattehnoloģijas un to ekonomiskie kritēriji	14
4. Biogāzes izmantošanas pētījumi Latvijā	16
5. Biodegvielu izmantošanas pētījumi Latvijā	18
6. Vēja enerģijas izmantošanas pētījumi Latvijā	21
7. Atjaunojamo energoresursu politika Latvijā	21
8. Darba rezultātu analīze	22
Secinājumi	27
Publikāciju saraksts	28

## Tēmas aktualitāte

Pēdējos 10 gados enerģijas patēriņš Latvijā palielinājās par 10%, tādējādi palielinot elektroenerģijas un energoresursu importu, jo Latvijā elektroenerģijas saražotie apjomi ir nepietiekami enerģijas patēriņa prasībām. Pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas, ierobežotie fosilā kurināmā krājumi, kā arī vides piesārņojums un globālās klimata pārmaiņas pēdējos gados pasaulē radīja pastiprinātu interesi par atjaunojamiem resursiem. Atbalsts atjaunojamo resursu izmantošanai ir kļuvis par svarīgu Eiropas Savienības politikas sastāvdaļu. Latvijai atjaunojamo energoresursu izmantošana, tāpat kā pārējām Eiropas valstīm, ir īpaši aktuāla. Pasaulē strauji attīstās tendence – tradicionālos pielietojamos energonesējus pakāpeniski aizvieto ar augstas kvalitātes energonesējiem, iekļaujot arī atjaunojamus energoresursus, tajā skaitā biomasas, saules un vēja enerģiju. Tas padara atjaunojamo energoresursu izmantošanas tehnoloģiju izmaksu pakāpenisku samazinājumu, kas palielina atjaunojamo enerģijas resursu konkurētspēju un veicina to plašāku izmantošanu.

Galvenā darba aktualitāte ir atjaunojamo energoresursu svarīgā loma Latvijas enerģētikas politikā saistīta ar to izmantošanas pozitīvo ietekmi vairākos aspektos:

- iespējams ietaupīt fosilos energoresursus;
- samazināt izmešu daudzums atmosfērā un ūdenī;
- AER ļauj dažādot enerģijas ieguves veidus un avotus, izmantot vietējos resursus, tādējādi paaugstinot energoapgādes drošību un samazinot atkarību no enerģijas importa;
- AER izmantošana ļauj samazināt risku, kas pastāv uz fosiliem energoresursiem balstītā energoapgādes sistēmā;
- tā kā AER lielākoties ir vietējie resursi, tiek veicināta reģionālā attīstība - veidojas jaunas darbavietas, attīstās lauksaimniecība, mežsaimniecība, rūpniecība un ar AER tehnoloģijām saistītā pētniecība;
- AER būs viens no galvenajiem līdzekļiem, lai izpildītu Ženēvas konvencijas „Par gaisa piesārņojuma robežšķērsojoso pārnēsī lielos attālumos”, kā arī ANO Vispārīgās konvencijas par globālo klimata pārmaiņu ierobežošanu un tās Kioto protokolā noteiktās prasības.

## Darba mērķis

Promocijas darba galvenais mērķis bija izpētīt atjaunojamo energoresursu patēriņu atbilstoši ekonomiskajām izmaiņām valstī, ieskaitot enerģijas bilances analīzi un atjaunojamo energoresursu potenciāla novērtējumu, ņemot vērā pasaules inovatīvās tehnoloģijas.

Šī zinātniskā darba galvenie mērķi ir sekojošie:

- sniegt apskatu atjaunojamo energoresursu pielietošanas iespējam Latvijā. Promocijas darbā izpētīti tikai tie atjaunojamie energoresursi, no kuriem var gaidīt reālo ieguldījumu enerģijas bilancē Latvijā apstākļos – biomasas, hidroenerģija, biogāze, vēja un saules enerģija;
- noteikt atjaunojamo energoresursu teorētisko un tehniski iespējamo izmantojamo potenciālu;
- darbā gaitā veikt eksperimentālus pētījumus saistītus ar kombinētam siltumapgādes sistēmām, izmantojot tikai atjaunojamus energoresursus;
- veikt praktisku pārbaudi, dažiem kombinētām sistēmām, izmantojot matemātiskos modeļus, kā arī veikt eksperimentālus pētījumus laboratorijas apstākļos šādām sistēmām;
- veikt dažāda veida aprēķinus, lai noteiktu ietaupījumu izmantojot atjaunojamo energoresursu, kā arī izdevīgumu (transportēšanas izmaksas);
- izstrādāt katram atjaunojamo energoresursu veidam izmantošanas veicināšanas pasākumus;
- izpētīt atjaunojamo energoresursu politiku Latvijā;
- no saņemtiem rezultātiem izstrādāt informatīvu datu bāzi, ar kuras palīdzību izstrādāt metodiku, kura iekļauj gan mikromatemātiskus modeļus (PolySun, Meteorrm), gan makromatemātisko modeļus (MARKAL) tas jau ir valsts mērogā, ar mikromatemātisko modeli var modelēt sistēmu tikai atsevišķām grupām – privātmājām, skolām utt., bet ar makromatemātisko modeļi – sistēmas modelēšana jau notiek valsts mērogā;
- izstrādāt priekšlikumus, pēc metodikas izejdatiem, kādus atjaunojamus energoresursus izmantot, lai nosegtu Latvijas indikatīvas mērķus: 33-35 % atjaunojamo energoresursu daļa no kopēja energoresursu patēriņa un 49,3 % - 2010.g., iegūt zaļās elektroenerģijas.

## Pētījumu metodika

Pētījumu metodikas pamatā likta dažādu atjaunojamo energoresursu patēriņu prognozēšanas analīze un to pielietojamības iespējās Latvijā, kā arī teorētisko un tehniski iespējamo izmantojamo potenciālu novērtēšana. Darbā

izstrādāta un apkopota optimālā pieeju kombinācija, kā no matemātiskās, tā arī no ekonomikas un energosistēmas attīstības teorijas viedokļa un atrastas metodes atjaunojamo energoresursu attīstības izmantošanas iespējas.

### **Zinātniskā novitāte un teorētiska nozīmība**

Darbā izvērtētā Latvijas pieredze atjaunojamo energoresursu izmantošanas jomā un pētījumi veikti par AER potenciālu izmantošanu, ņemot vērā ne tikai inovatīvās tehnoloģijas un valsts ekonomiskas attīstības tendences un strukturālas izmaiņas, likumdošanas un valsts politikas aspektus, bet arī ievērojot ES prasības vides aizsardzības izmantošanas jomā un ES izvirzītos indikatīvus mērķus sasniegšanu (šis uzdevums ir virzīts gan uz enerģijas apgādes drošības paaugstināšanu, gan ilgspejīgas attīstības atbalstīšanu ES), pielietojot imitācijas un optimizācijas modeļus.

Darbā veiktie teorētiskie un metodoloģiskie pētījumi par atjaunojamo energoresursu izmantošanu nākotnē varētu tikt izmantoti kurināmā un enerģijas izmantošanas iekārtu optimālai izvēlei, līdzsvarotai enerģijas ražošanas un patēriņa sistēmu attīstībai, izejot no kompleksas sistēmpētījumu pieejas. Atjaunojamo energoresursu izmantošanas izpēte ir ļoti aktuāla un nozīmīga Latvijā, tāpēc, ka vēl joprojām pastāv problēma aizvietot novecojošas enerģijas ražošanas iekārtas ar mūsdienīgām tehnoloģijām un importētā kurināmā izmantošana ir neizbēgamā, kura cena paaugstinās.

### **Praktiskā nozīmība**

Iegūtie atjaunojamo energoresursu izmantošanas teorētiskie un eksperimentālie pētījumu rezultāti var tikt pielietoti dažādu projektu izstrādē reģionālā un valsts līmenī.

Šis promocijas darbs un darbā laikā atrastais un apkopotais materiāls var tikt izmantots inženieru un maģistru studijās programmā „Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģijas” RTU Būvniecības fakultātē.

### **Ievads**

Laika posmā no 1995. līdz 2005. gadam enerģijas patēriņš Latvijā palielinājās par 10%, tādejādi palielinot elektroenerģijas un energoresursu importu, jo Latvijā elektroenerģijas saražotie apjomi ir nepietiekami elektroenerģijas patēriņa prasībām. Piemēram, tas pats notika arī Eiropā un ES Zaļā Grāmata par Enerģijas piegādes drošību [EC 2000] paredzēja, ka šī atkarība varētu draudēt sniegties pāri par 70% nākamo 20-25 gadu laikā, jau iepriekš ņemot vērā ES paplašināšanos. Pie tam, šodien vides jautājumi vairākumam ES sabiedrības ir kopēji. Šie jautājumi ietver arī individuālo un sociālo kaitējumu, kas jau ir noticis un potenciāli sagaidāms no mūsu pašreizējās enerģijas piegādes sistēmas, ja šādam kaitējumam ir gadījuma raksturs (eļļas plankumi, metāna noplūdes utt.), iepriekš nodomātās darbības (nelegāla atkritumu iznīcināšana, u.t.t.) vai saistībā ar dabīgu izstarojumu vai piesārņojumu.

Pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas, ierobežotie fosilā kurināmā krājumi, kā arī vides piesārņojums un globālās klimata pārmaiņas pēdējos gados pasaulē radīja pastiprinātu interesi par atjaunojamiem resursiem. Atbalsts atjaunojamo resursu izmantošanai ir kļuvis par svarīgu Eiropas Savienības enerģētikas politikas sastāvdaļu.

Atjaunojamie energoresursi (AER) ir: vēja enerģija, saules enerģija, hidroenerģija (izņemot lielos HES, kas arī tiek diskutēti), biomasas (koksnes atlikumi, salmi, šķīroti sadzīves atkritumi, šķidrās biodeģvielas), biogāze (tai skaitā no atkritumiem, notekūdeņu attīrīšanas ietaisēm), ģeotermāla enerģija, viļņu enerģija, paisuma enerģija, kūdra - atšķirīga pieeja dažādās valstīs, starptautiskā statistikā un ES neatzīst par atjaunojamo enerģijas resursu.

Darbā ir izpētīti tikai tie AER, no kuriem var gaidīt reālo ieguldījumu enerģijas bilanci Latvijā apstākļos – biomasas, hidroenerģija, biogāze, vēja un saules enerģija un arī izpildot visus ES Direktīvās noteiktas indikatīvas mērķus.

Eiropas Savienība savu stratēģisko mērķi definēja Eiropas Komisijas Baltā grāmatā (1997. gads), kura noteica, ka atjaunojamo resursu daļa Eiropas Savienības primāro resursu bilanci jāpalielina no 6 % 1997. gada līdz 12 % 2010. gadā. Šis uzdevums ir virzīts gan uz enerģijas apgādes drošības paaugstināšanu, gan ilgspejīgas attīstības atbalstīšanu. Nākošais solis šīs politikas turpināšanā bija Direktīva 2001/77/EC par tādas elektroenerģijas pielietojuma veicināšanu iekšējā elektroenerģijas tirgū, kas ražota, izmantojot atjaunojamus enerģijas avotus. Direktīvas mērķis ir palielināt no AER saražoto daļu līdz 22.1% no kopējā Eiropas Savienības elektroenerģijas patēriņa 2010.gadā. Paziņojumā secināts, ka dažādu AER ieteicamais ieguldījums ir: 50% vēja enerģijai, 10% hidroresursiem, ģeotermālajai un saules enerģijai, 40% no biomasas iegūtai elektroenerģijai. Uzsvērts, ka biomasas ieguldījuma palielināšana ir prioritāra un īpaša uzmanība tiks pievērsta jaunajam ES dalībvalstīm, kurās ir ievērojami biomasas resursi. Atsevišķs mērķis tika izvirzīts arī attiecībā uz biodeģvielām - Direktīva 2003/30/EK par biodeģvielas un citu atjaunojamo veidu degvielas izmantošanas veicināšanu transporta - nosaka, ka biodeģvielas īpatsvaram ES dalībvalstīs jāsasniedz 2% 2005. gadā un 5,75% 2010. gadā.

Latvijas indikatīvie mērķi AER daļas perspektīvā līdz 2010. gadam ir: AER daļa kopējā energoresursu patēriņā 33-35 %, AER daļa kopējā elektroenerģijas ražošanā 49,3 % un biodegviela veidotu ne mazāk, kā 5,75 % no kopējā tautsaimniecībā esošā transportam paredzētās degvielas daudzuma.

Galvenā darba aktualitāte ir atjaunojamo energoresursu svarīgā loma Latvijas Enerģētikas politikā saistīta ar to izmantošanas pozitīvo ietekmi vairākos aspektos:

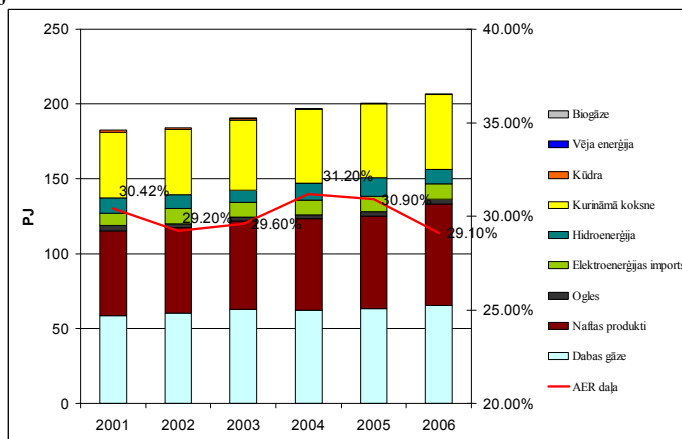
- iespējams ietaupīt fosilos energoresursus;
- samazināt izmešu daudzumu atmosfērā un ūdenī;
- AER ļauj dažādot enerģijas ieguves veidus un avotus, izmantot vietējos resursus, tādējādi paaugstinot energoapgādes drošību un samazinot atkarību no enerģijas importa;
- AER izmantošana ļauj samazināt risku, kas pastāv uz fosiliem energoresursiem balstītā energoapgādes sistēmā;
- tā kā AER lielākoties ir vietējie resursi, tiek veicināta reģionālā attīstība - veidojas jaunas darbavietas, attīstās lauksaimniecība, mežsaimniecība, rūpniecība un ar AER tehnoloģijām saistītā pētniecība;
- AER būs viens no galvenajiem līdzekļiem, lai izpildītu Ženēvas konvencijas „Par gaisa piesārņojuma robežšķērsojoso pānesi lielos attālumos”, kā arī ANO Vispārīgās konvencijas par globālo klimata pārmaiņu ierobežošanu un tās Kioto protokolā noteiktās prasības.

Darbā veiktie pētījumi, saistīti ar atjaunojamo energoresursu patēriņa prognozēšanu atbilstoši ekonomiskajām izmaiņām valstī, ieskaitot enerģijas bilances analīzi un atjaunojamo energoresursu potenciāla novērtējumu, ņemot vērā pasaules inovatīvās tehnoloģijas. Veikti saules enerģijas izmantošanas pētījumi – saules kolektoru un PV bateriju izmantošanas izpēte, ņemot vērā dažāda veida kombināciju iespējas, t.sk. integrēšanu tradicionālās enerģijas izmantošanas shēmās. Matemātisko modeļu pielietošana optimālas izmantošanas shēmas izvēlei – fosilais kurināmais kombinācijā ar sauli, pasīvā saules enerģijas izmantošana, finansiālie aspekti, klimatiskie un ģeogrāfiskie faktori. Veikti biokurināmā racionālie izmantošanas pētījumi - ieguve, transportēšana, patēriņš, enerģijas ražošanas iekārtas, standarti utt.. Analizēta biodegvielu loma enerģētikā un transportā. Veikti arī vēja enerģijas izmantošanas pētījumi – izpētīts vēja potenciāls Latvijā, kā arī veikts vēja enerģijas aprēķins uz sauszemes un šelfā. Pielietojot matemātiskas modeļus optimizēti atjaunojamo energoresursu izmantošanas apjomi. Optimizēta kurināmā un enerģijas bilance, ievērojot atjaunojamo energoresursu potenciālu un izmantošanas perspektīvas valstī.

## 1. Atjaunojamo energoresursu izmantošanas analīze Latvijā

Latvija nav bagāta ar dabiskajiem energoresursiem - ap 70% energoresursu tiek importēti, tāpēc Latvijas atkarība no ārējiem enerģijas avotiem ir bijusi un joprojām ir pieaugoša. Pēdējos desmit gados enerģijas patēriņš Latvijā palielinājās par 10%, tādējādi palielinot enerģijas importu, jo Latvijā saražotie enerģijas apjomi ir nepietiekami enerģijas patēriņa segšanai. Pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas, fosilā kurināmā krājumu trūkums, kā arī vides piesārņojums un globālās klimata pārmaiņas pēdējos gados pasaulē radīja pastiprinātu interesi par atjaunojamiem resursiem. Atbalsts atjaunojamo resursu izmantošanai ir kļuvis par svarīgu Latvijas attīstības koncepcijas sastāvdaļu.

Atjaunojamo energoresursu (AER) (biomasa, biogāze, biodegviela, saules, vēja, mazo upju un ģeotermāla enerģija) izmantošana pētīta, ņemot vērā ne tikai inovatīvās tehnoloģijas un valsts ekonomiskas attīstības tendences un strukturālas izmaiņas, likumdošanas un valsts politikas aspektus, bet arī ievērojot ES prasības vides aizsardzībā, darbaspēka izmantošanas jomās, pielietojot imitācijas un optimizācijas modeļus. Galvenie AER, kas tiek plaši izmantoti, ir koksne un hidroresursi, bez tam tiek izmantota arī vēja enerģija un enerģija no atkritumiem. AER daļa primāro energoresursu patēriņā ir pieaugusi no 26% (1996.) līdz 29,1% (2006.) (skat. Zīm. 1.), tas ir galvenokārt pateicoties koksnes resursu plašai izmantošanai. Elektroenerģijas ražošana no AER 2006. gadā bija 43,6% no kopējās saražotās elektroenerģijas.



Zīm. 1. Primāro resursu piegādes struktūra un atjaunojamo resursu daļa tajā.



Visvairāk izmantotais atjaunojamo resursu veids Latvijā ir koksne, ko lieto siltumenerģijas ražošanai. Otrs nozīmīgākais atjaunojamais enerģijas avots Latvijas energoapgādē ir hidroresursi. Vēja, biogāzes iekārtu un kūdras devums ir 0,5 % no visas AER saražotās enerģijas;

Latvija pieņēma indikatīvo mērķi līdz 2010.gadam sasniegt – 33-35 % atjaunojamo energoresursu daļa no kopēja energoresursu patēriņa un 49,3 % - iegūt „zaļās” elektroenerģijas. Tā kā valstī aktuāls ir energoresursu pašnodrošinājums, jo laika posmā no 1995. līdz 2005. gadam enerģijas patēriņš Latvijā palielinājās par 10%, AER daļa primāro energoresursu patēriņā bija 29,1%, AER-e bija 43,6% (2006.g.), tad ir lietderīgi turpināt attīstīt AER izmantošanu.

## 2. Saules enerģijas izmantošanas pētījumi Latvijā

Saules enerģiju var izmantot siltumenerģijas (saules kolektori) un elektroenerģijas (saules baterijas - PV) ražošanai. Saules gaismas ilgums un intensitāte ir atkarīga no gadalaika, laika apstākļiem un valsts ģeogrāfiskā stāvokļa. Gada saules globālais starojums uz horizontālas virsmas saules joslas reģionos var sasniegt 2200 kWst/m<sup>2</sup>. Ziemeļeiropā saules starojuma maksimālais lielums ir 1100 kWst/m<sup>2</sup>. Noteikts Latvijas saules enerģijas tehniski iespējamais enerģētiskais potenciāls 2020.g.: elektrības – 0,01 TWh un siltuma – 0,04 TWh.

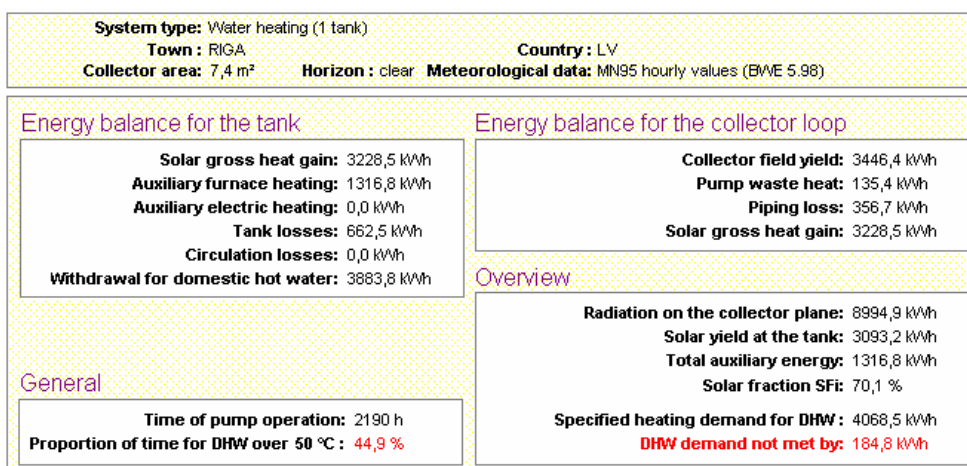
Saules kolektoru izmantošana Latvijā, kā parādīja eksperimentālie pētījumi, ir iespējama ar labiem rezultātiem. Saules radiācijas enerģiju Latvijā var izmantot 1700-1900 stundas gadā.

Latvijā ir aktuāli nosacījumi, kuri padara saules kolektoru izmantošanu pievilcīgāku un piemērotāku pēdējos gados:

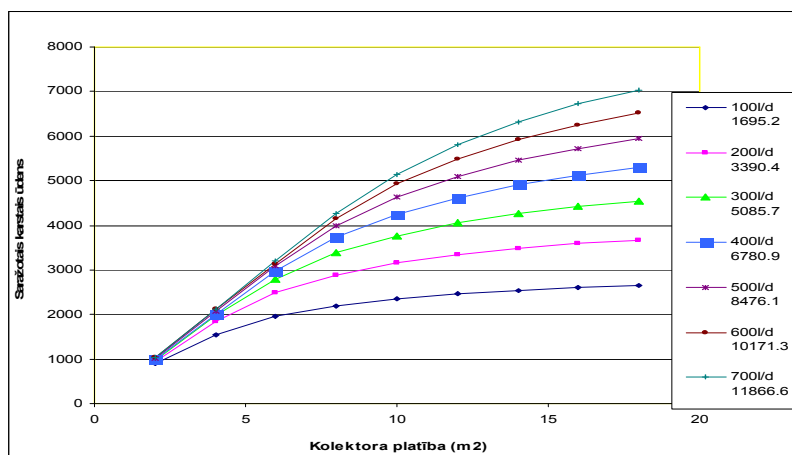
- Augsts karstā ūdens patēriņš vasaras laikā. Tas ietver dzīvojamās ēkas un tādas sabiedriskās iestādes, piemēram, kā slimnīcas, viesnīcas un kempingi, sporta un vasaras nometnes.
- Siltumenerģijas cenu paaugstināšanas tendence.
- Jauno ēku celtniecība, kurās saules kolektorus varētu iemontēt celtniecības laikā.
- Daudzas ēkas tagad remontē vai pilnīgi atjauno un notiek siltumsistēmas renovācija.

Darba gaitā apskatīti Latvijā realizēti projekti Aizkrauklē, Iecavā, Īslīce, Valmierā un Rīgā.

Veikti pētījumi par saules enerģijas izmantošanas iespējām, pielietojot „PolySun” modeļi kombinējot saules kolektorus ar citiem energoresursiem. Ar „PolySun” programmas palīdzību modelētas un analizētas visdažādākās saules sistēmas (saule+elektrība, saule+gāze, saule+biomasa u.c.), iegūstot datus par saražoto siltumenerģiju, daļu no visas siltumenerģijas, ko nosedz saules kolektori; temperatūru kolektorā, siltumneseja un siltā ūdens temperatūru u.c. datus. Promocijas darbā veikta analīze par iespējam pieslēgt saules kolektorus un cietā kurināmā (biomasas) katlu, piemēra rezultāti apkopoti shēmā Zīm.2. Zīmējumā parādīta kopējā enerģijas bilance ar cietā kurināmā katlu un saules kolektoriem. Apakšējā labajā logā var redzēt, ka saules kolektori saražo 3093,2 kWh siltā ūdens un cietā kurināmā katls 1316,8 kWh siltā ūdens un seko, ka saule dod 70,1% siltā ūdens sagatavošanā. Analīzes rezultāti apkopoti zīm.3.



Zīm.2. Kopējā bilance, ja paralēli pieslēgts cietā kurināmā katls.



Zīm.3. Grafiks attēlo saules kolektora platības atkarību no karstā ūdens patēriņa

Matemātiski tika novērtēts, kādu platību saules kolektorus uzstādīt pie noteikta karstā ūdens patēriņa. 3. zīmējumā ir dots grafiks, kurā uz abscisu ass ir atlikta saules kolektora platība un uz ordinātu ass, saražotais karstais ūdens kilovatstundās. Pie dažādām fiksētām karstā ūdens nepieciešamajām vērtībām ir iegūtas vairākas līknes un dotas nepieciešamās kilovatstundas karstā ūdens sagatavošanai. Katrai līknei no sākuma ir straujš kāpums, kurš beidzas ar asimptotisku tieksanos uz noteiktu vērtību. No šīm līknēm izriet secinājums, ka saules kolektora platību izdevīgi palielināt, kamēr turpinās šis straujais saražotās enerģijas pieaugums, bet pēc tam, kad sākas lēna asimptotiska tieksanās uz nepieciešamā karstā ūdens enerģijas vērtību, saules kolektora platību palielināt ir neizdevīgi, jo, izmaksas, uzstādot saules kolektorus, nekompensēs iegūtā enerģija.

Aprēķināti siltumapgādes sistēmas ar saules kolektoriem ekonomiskie rādītāji. Lai objektīvi spriestu par kombinētās siltumapgādes saules siltuma sistēmas efektivitāti ir jāaplūko vismaz 12 mēnešu periods, tas ir tāpēc, ka sistēmas darbināšana ir atkarīga no pieejamās saules radiācijas daudzuma un patērētāju prasībām, kas atšķiras dažādos gada mēnešos.

Lai veiktu aprēķinu sistēmās uzkrāto saules siltumenerģijas daudzumu tās darbības laikā jeb ietaupīto citu energoresursu daudzumu, kā arī par sistēmas darbības efektivitāti un siltumenerģijas patēriņa slodzi uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektora platības, jāņem vērā saules kolektoru un sekundārā katla iegūtais siltums, karstā ūdens sagatavošanai un telpu apkurei nepieciešamais siltuma daudzums, tvertnes zudumi, kā arī uzstādītās saules kolektoru platības un iekārtu darbības raksturlielumi.

Gada laikā ietaupītais enerģijas daudzums:

$$Q_{iet} = \sum_{i=1}^{12} Q_{pat} - \sum_{i=1}^{12} Q_{ak} , \quad (2.1.)$$

kur  $Q_{iet}$  - ietaupītais enerģijas daudzums, kWh/gadā;

$Q_{pat}$  - enerģijas patēriņš mēnesī, kWh/mēnesī;

$Q_{ak}$  - sekundārā apkures katla saražotās siltumenerģijas daudzums mēnesī, kWh/ mēnesī.

Gada laikā ietaupītais siltumenerģijas daudzums uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektoru platības:

$$q_{iet} = \frac{\left( \sum_{i=1}^{12} Q_{pat} - \sum_{i=1}^{12} Q_{ak} \right)}{S_c} , \quad (2.2.)$$

kur  $q_{iet}$  - ietaupītais enerģijas daudzums uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektoru platības, kWh/m<sup>2</sup> gadā;

$S_c$  - saules kolektoru platība, m<sup>2</sup>.

Specifiskā telpu apsildes slodze uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektoru platības:

$$p_{ap} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{ap}}{S_c} , \quad (2.3.)$$

kur  $p_{ap}$  - specifiskā telpu apsildes slodze uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektora platības, kWh/m<sup>2</sup> gadā;

$Q_{ap}$  - nepieciešamais siltumenerģijas daudzums telpu apkurei, kWh/mēnesī.

Speciālā karstā ūdens slodze uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektoru platības:

$$p_{ku} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{ku}}{S_c} , \quad (2.4.)$$

kur  $p_{ku}$  - īpatnēja karstā ūdens slodze uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektoru platības, kWh/m<sup>2</sup> gadā;

$Q_{ku}$  – siltumenerģijas daudzums, kas nepieciešams karstā ūdens sagatavošanai, kWh/m<sup>2</sup> mēnesī.

Specifiskā siltumenerģijas slodze uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektoru platības:

$$p = \frac{\left( \sum_{i=1}^{12} Q_{ap} + \sum_{i=1}^{12} Q_{ku} \right)}{S_c}, \quad (2.5.)$$

kur  $p$  – sistēmas specifiskā siltumenerģijas slodze uz 1 m<sup>2</sup> saules kolektoru platības, kWh/m<sup>2</sup>.

Sistēmas efektivitāte (neiekļaujot ūdens sildīšanas efektivitāti):

$$\eta = \frac{\left( \sum_{i=1}^{12} Q_{ap} + \sum_{i=1}^{12} Q_{ku} + Q_c \right)}{\left( Q_s + \sum_{i=1}^{12} Q_{ak} \right)}, \quad (2.6.)$$

kur  $\eta$  – kombinētās siltumapgādes saules sistēmas efektivitāte, %;

$Q_c$  – siltuma zudumi ūdens cirkulācijas sistēmā kWh/gadā;

$Q_s$  – no Saules saņemtā siltuma daudzums, kWh/gadā.

Kombinētās siltumapgādes saules sistēmas kopēja efektivitāte (iekļaujot karstā ūdens apgādei nepieciešamā ūdens sildīšanas efektivitāti):

$$\eta^b = \frac{\left( \sum_{i=1}^{12} Q_{ap} + \sum_{i=1}^{12} Q_{ku} + Q_c \right)}{\left( Q_s + \sum_{i=1}^{12} (Q_{ak} + \eta_{bur}) \right)}, \quad (2.7.)$$

kur  $\eta^b$  – sistēmas efektivitāte, iekļaujot karstā ūdens sildīšanas efektivitāti, %;

$\eta_{bur}$  – karsta ūdens apgādes nepieciešamā ūdens sildīšanas efektivitāte, %.

No iepriekš modelēta varianta energobilances redzam, ka saules kolektors ar platību ir 7,4 m<sup>2</sup>, ar slīpumā leņķi 45<sup>0</sup>, spēj saražot 3233 kWh gadā. Ņemot vērā cauruļvadu un sūkņa radītos zudumus, saules kolektoru saražotā siltuma jauda būs 3093 kWh gadā.

Sākotnēji noskaidrot, cik saražo viena šo saules kolektoru 1 m<sup>2</sup>, ir iespējams noteikt, kāds ir ietaupījums salīdzinot ar elektroenerģiju.

$$Q_{efe.kop./m^2} = \frac{Q_{efe.kop.}}{m^2}. \quad (2.8.)$$

Tātad no 1 m<sup>2</sup> saules kolektoru šādā situācijā var iegūt 418 kWh/m<sup>2</sup> gadā.

Ir zināms, ka pašreiz 1 kWh elektroenerģijas maksā – 0,071 LVL (ar PVN).

$$A = T Q_{efe.kop./m^2}, \quad (2.9.)$$

kur  $A$  – ietaupītās naudas daudzums, LVL;

$T$  – elektrības tarifs par kWh.

Rezultātā 1 m<sup>2</sup> ietaupa 30 LVL gadā. Taču, pašreizējam modelim ir 7,4 m<sup>2</sup> saules kolektoru, tātad gada ietaupījums ir 222 LVL. Zinot to, ka šādas saules kolektoru sistēmas izmaksas ir aptuveni 800 LVL, tātad kombinētās siltumapgādes saules sistēma atmaksāsies aptuveni 4-5 gados. Šādas sistēmas uzstādīšana privātmājai notiek aptuveni mēneša laikā. Uzturēšanas izmaksas pirmos piecus gadus ir 0,5-1% no kopējām.

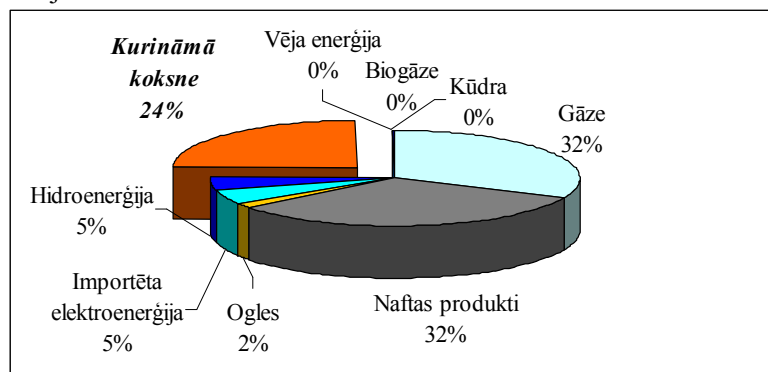
Ir veikti papildus dabas gāzes apkures katla kombinētajai saules siltumapgādes sistēmas aprēķini, no tiem iziet, kā dabas gāzes sekundārā katla siltuma avots ir pusotru reizi lētāks nekā elektrības katls. Bet jāņem vērā, ka dabasgāzes un elektrības cena ir nestabila un ar katru gadu strauji pieaug labāk izmantot sekundāro katlu, kurš kā kurināmo izmanto biomasu. Un tas arī būs lētāk: kurināmās koksnes cena - 0,025 Ls/kWh, elektroenerģijas cena – 0,071 Ls/kWh un dabas gāzes cena – 0,022 Ls/kWh (bet tas ir importētais energoresurss, dabasgāzes cena ir nestabila un ar katru gadu strauji pieaug un dabas gāze nav pieejama visā Latvijas teritorijā).

Promocijas darbā tika veikti pētījumi kopējai saules kolektoru un saules bateriju izmantošanai. Saules iekārtu ūdens sildīšanai galvenās sastāvdaļas ir kolektors, akumulators, savienojošās caurules, armatūra. Atkarībā no konstrukcijas komplekts var tik papildināts ar siltummaiņu, papildus siltuma avotu, cirkulācijas sūkni. Eksperimentā cirkulācijas sūkņa barošanas avots – tika izmantota saules baterija (PV), tās lielums tika aprēķināts pēc sūkņa jaudas izvēles. Veikti eksperimentālie pētījumi laboratorijas apstākļos šādai sistēmai, konstatēts, ka tādu siltumapgādes sistēmu var izmantot privātmājās kur nav pieejama elektrība (vai ekonomēt elektrību) un izmantot PV, kā sūkņa barošanas avotu. Latvijai Eiropas Savienības direktīvas 2001/77/EK ietvaros izstrādāta mērķprogramma līdz 2010. gadam, lai enerģētikas bilancē palielināt elektroenerģijas ieguvu no atjaunojamiem enerģijas avotiem līdz 49,3% no visa elektroenerģijas patēriņa.

Konstatēts, ka saules enerģija Latvijā pašlaik nevar konkurēt ar citiem enerģijas veidiem augsto izmaksu dēļ, tomēr saules enerģijas resursi Latvijā ir pietiekami tās praktiskai izmantošanai.

### 3. Biokurināmā izmantošanas pētījumi Latvijā

Siltumenerģijas patēriņš centralizētajās siltumapgādes sistēmās pēdējo 10 gadu laikā ir pakāpeniski samazinājies no 378,8 PJ (15,5 PJ kurināmā koksne) 1990. gadā uz 206,78 PJ (49,7 PJ kurināmā koksne) 2006. gadā (zīm. 4) redzams, kā kurināmās koksnes patēriņš palielinājās par 20 %. Dominējošā centralizētās siltumapgādes patērētāju grupa (~70%) ir māsaimniecības.



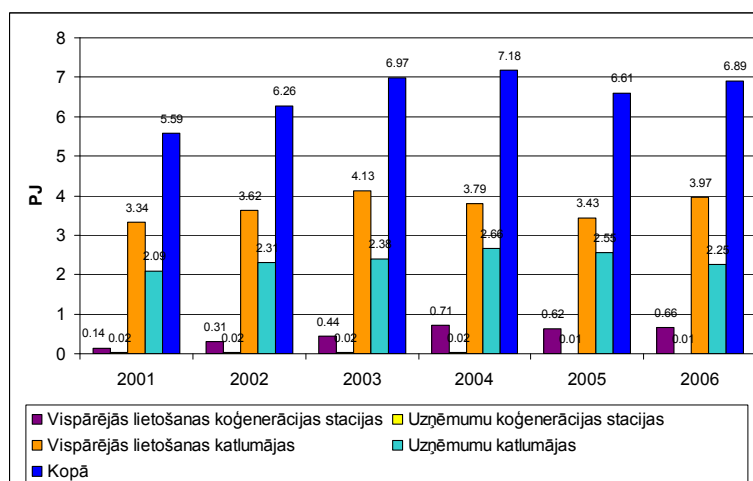
Zīm.4. Ēnerģoresursu patēriņš Latvijā 2006, % (kopā 206,78 PJ)

Viens no veidiem, ka samazināt siltumnīcas efekta gāzu koncentrēšanos, ir izmantot biomasu kā atjaunojamu enerģoresursu, lai aizstāt visbiežāk lietoto fosilā kurināmā veidus – ogles un naftas produktus. Biomasai sadegot, tās izdalītajam ogļskābās gāzes apjomam ir neitrāla ietekme uz vidi. Tādējādi būtiski samazinās kaitīgo izmešu daudzums un to negatīvā ietekme uz vidi un tās degradāciju. Biomasas izmantošana siltuma ražošanas procesā ir ne tikai videi draudzīgs, bet arī ekonomiski efektīvs siltumapgādes risinājums.

Latvijā izmantojamo biomasu var apvienot 3 grupās: koksni, koksnes atkritumus un koksnes produktus (šķeldu, granulas); salmus; lauksaimniecības pārstrādes blakusproduktus.

Koksni siltuma ražošanai Latvijā izmanto malkas veidā, koksnes blakusproduktu (BP) veidā un koksni no enerģētiskās koksnes plantācijām. Koksnes granulas un briketes, kas ir augstvērtīgs kurināmais, kā arī malku izmanto galvenokārt individuālajā apkurē un māsaimniecībā. Centralizētai siltumapgādei plaši izmanto malku, koksnes šķeldu, kokapstrādes paliekas un skaidas, taču uzsākta arī granulu izmantošana. Ņemot vērā ikgadējos Latvijas mežizstrādes apjomus un attīstīto kokapstrādi valstī, koksnes biomasas izmantošanas apjoms siltuma ražošanai ir nepietiekams.

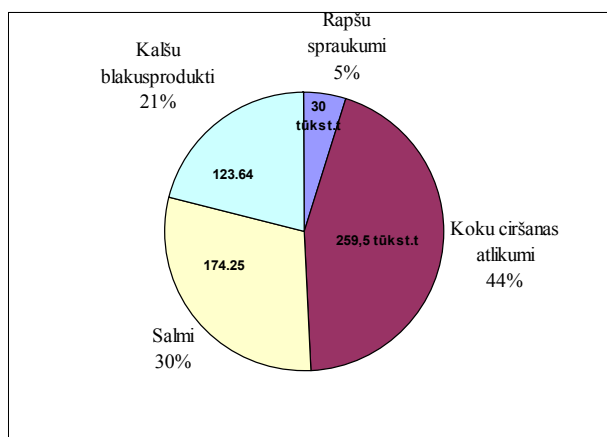
Veikta analīze kurināmās koksnes patēriņa dinamikas siltumenerģijas ražošanai (2001.-2005. gg.), skatīt zīm. 5.



Zīm. 5. Kurināmās koksnes patēriņa dinamika siltumenerģijas ražošanai

Izvērtēts kurināmās koksnes potenciāls 2020.g.: vislielākais potenciāls ir kokapstrādes atlikumiem 14-37 PJ, mežizstrādes atlikumiem – 12-18 PJ, malkai – 12-16 PJ utt.

Viens no biomasas veidiem ir koksnes pavadošie produkti, tādi blakusprodukti (BP) kā mizas, saknes, zari, zāģu skaidas, koku zalenis un citi. Analizēta mežizstrādes un augkopības blakusproduktu struktūra Latvijā 2006.gadā (Zīm.6.). Gadā saražotā koksnes blakusproduktu biomasas ir pietiekoši labi uzskaitīta un daļēji arī izmantota šķeldas, skaidu un granulu vai briķešu veidā.



Zīm.6. Mežizstrādes un augkopības blakusproduktu struktūra Latvijā 2006.gadā.

Ņemot par pamatu datus par cirtes apjomiem Latvijas mežos, aprēķināti cirsmu atlieku – cirsmu BP apjoms, un to sadalījums pa reģioniem. Novērtēts cik liels enerģētiskā izteiksmē ir augkopības BP un cirsmu BP kopējais potenciāls (20%), salīdzinot ar Latvijas galveno enerģētiskās biomasas produktu – malku (80%), kas centralizētajās siltumapgādes sistēmās nodrošina 24 %, bet lokālajā un individuālajā siltumapgādē - 57 % siltuma.

Darbā analizēta biomasas potenciāla izmantošana siltumapgādes sektorā Latvijā un, pamatojoties uz tagadēja biomasas izmantošanas līmeņa, biomasas rezervju novērtējumu un ņemot vērā tehnoloģisko parku, noteikti biomasas izmantošanas apjomi līdz 2020.g.. Jāatzīmē, ka biomasas sadalījums var strauji mainīties, ņemot vērā tautsaimniecības attīstības tendences un nepārtrauktu jauno tehnoloģiju ieviešanu un pilnveidošanu. Šo resursu var kombinēt kopā ar citiem biomasas BP veidiem – piemēram, ar rapša pārstrādes vai citiem lauksaimniecības atkritumproduktiem, kas arī ir energoresursi ar pietiekami lielu siltumspēju.

### 3.1. Enerģijas ieguve no biomasas, pamattehnoloģijas un to ekonomiskie kritēriji

Blakusproduktu biomasas pārstrādes veidi, lai to būtu ērti izmantot enerģijas iegūšanai un pats enerģijas iegūšanas process, var būt daudzveidīgs, ar variācijām un metožu apvienojumiem. Šīs metodes arvien tiek pilnveidotas un attīstītas, nepārtraukti sadarbojoties tehnoloģiju un tehnikas attīstībai. Atbilstošo tehnoloģiju esamība, pieejamība un attīstības pakāpe ir viens no galvenajiem kritērijiem mežizstrādes un lauksaimniecības blakus produktu izmantošanai.

Vienkāršākā tehnoloģija ir tiešā biomasas sadedzināšana, iegūstot siltumenerģiju. Šis ir joprojām viens no būtiskākajiem siltumenerģijas iegūšanas veidiem privātmājās un mazajās un vidējās katlumājās uzņēmumos un iestādēs. Būtiskākais metodes trūkums ir tāds, ka BP biomasai ir zema relatīvā enerģētiskā kapacitāte, kuru savukārt izraisa pašas biomasas zemais blīvums. Nosakot kurināmā relatīvo siltumspēju, piemēram, akmeņoglēm tā ir ap 30dm<sup>3</sup>/GJ, šķeldai - ap 300 dm<sup>3</sup>/GJ, bet salmiem tikai ap 1 m<sup>3</sup>/GJ. Līdz ar to biomasu grūti un bieži vien ekonomiski neizdevīgi savākt un transportēt lielos attālumos. Tādēļ parasti, pat jau savācot BP, biomasu tiek sablīvēta. Piemēram, labākās salmu savācēju preses palielina salmu blīvumu 5 līdz 7 reizes.

Biomasas BP zemais enerģētiskais blīvums, tās transportēšanas lielās izmaksas nosaka nepieciešamību pārstrādāt BP biomasu enerģijas iegūšanai ērtākā formā. To paredz ne tikai siltumenerģijas, bet arī citu enerģijas veidu pieprasījums un enerģijas avota izmantošanas ērtības - ergonomika, siltuma ieguves vai cita enerģijas izmantošanas veida automatizācijas iespējas u.c.

Apskatīti dažādie biomasas pārstrādes veidi (briketēšana, granulēšana utt.), kā arī sadedzināšanas veidi (piemēram, tieša sadedzināšana vai gazificēšana gāzģeneratorā ar turpmāko gāzes sadedzināšanu). No veiktā BP pārstrādes tehnoloģiju un sadedzināšanas iekārtu analīzes var secināt, ka tehnoloģiju apguves un pielietojumu ziņā Latvijā var izmantot visu veidu lauksaimniecības BP enerģijas ieguvei. Atbilstošās tehnoloģijas izvēli nosaka ekonomiskie, tehniskie un citi faktori.

Izpētīti un noteikti dažādi blakusproduktu izmantošanas ekonomiskie kritēriji, piemēram, uzņēmuma ekonomiskais izdevīgums, tika aprēķināts pēc formulas:

$$I = (P \cdot C) / (A + R), \quad (3.1.)$$

kur P - produkcijas ražošanas jauda vienībās gadā,

C - produkcijas vienības cena,

A - iekārtu cena,

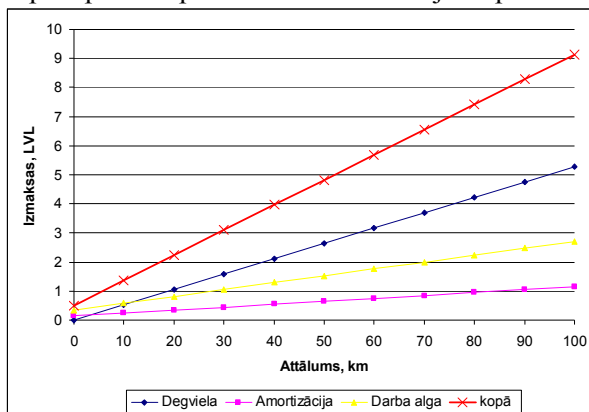
R - ražošanas organizācijas izmaksas.

Izdevīguma kritērija lielums ir atkarīgs no konkrētajiem rādītājiem objekta, kas atsevišķos rajonos (un pat viena reģiona objektos) var būt stipri atšķirīgi. Projekts būs ekonomiski izdevīgāks un pievilcīgāks jo koeficients lielāks (ir arī aprēķināti izdevīguma koeficienti trim dažādiem reāliem biomasas pārstrādes uzņēmumiem Latvijā: Cēsu, Madonas un Rīgas rajonā).

Aprēķināti blakus produktu biomasas transportēšanas izmaksas. Novērtējot biomasas transportēšanas izmaksas, jāņem vērā vairāki faktori:

- teritorijas lielums, no kura paredzēts savākt bioloģiski sadalāmos BP;
- BP blīvums teritorijā;
- BP vai citas biomasas blīvums savākšanas mašīnā un citas īpašības, kas var ietekmēt transportēšanas tehnoloģiju.

Transportēšanas izmaksas strauji pieaug līdz ar attālumu (skat. zīm.7). Lielāko transportēšanas izmaksu daļu patlaban veido degvielas izmaksas. Tas nozīmē, ka strauji augot degvielas cenām, biomasa visbiežāk ir izmantojama kā lokāls enerģijas avots, un tikai pēc speciālas pārstrādes tā ir izmantojama plašākā reģionā.



Zīm. 7. Vienas tonnas biomasas transportēšanas izmaksas

Aprēķinātie enerģijas izmaksas biomasas tiešās sadedzināšanas gadījumā. Kā piemērs paņemta viena katlu māja, kura kā kurināmo izmanto salmus. Aprēķināta vienas salmu tonnas realizācijas cena pie katlu mājas (17,28 Ls ar PVN). Secināts, ka biomasas blakus produkti var būt pilnīgi konkurētspējīgi ar pārējiem enerģijas resursiem un to ražot vietējam patēriņam ir daudz izdevīgāk nekā iepirkt arvien dārgāko dabas gāzi. Pie tam, ja to izmantos koģenerācijas stacijās elektroenerģijas un siltuma ražošanai, tā kļūs vēl vērtīgāka.

Dažādu biomasu pārstrādes tehnoloģiju izvēlei izstrādāti sekojoši kritēriji:

1. Kurināmā vai degvielas vienības (tonnas) vai enerģijas vienības pašizmaksa.
2. Kvalitatīvs biomasas utilizācijas risinājums.
3. Enerģijas pieprasījums reģionā par piedāvāto cenu.
4. Emisiju samazinājums (tajā skaitā Kioto protokola ietvaros).
5. Enerģijas ieguves tehniskās realizācijas iespēju esamība.
6. Vides un ainavas sakārtotības risinājums.
7. Tehnoloģiskā risinājuma gatavības stadija.
8. Izejvielu un resursu daudzums un pieejamība.
9. Tehnoloģijas ergonomiskums.
10. Stabilitāte un noturība pret vides faktoru degradāciju un resursu noplicināšanu - ilgtspējīga.

### 3.2. Biomasas izmantošana siltumapgādē un koģenerācijas procesā

Darba gaitā ir veikta detalizēta Latvijas elektroenerģijas un siltumenerģijas bilances analīze, kura parāda, ka siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanu vienotā procesā – koģenerācijā ir lietderīgi attīstīt gan no valsts elektroenerģijas piegādes drošības viedokļa, gan neizmantojot siltumslodžu potenciāla centralizētajās siltumapgādes sistēmās.

Ir novērtēta centralizētās siltumapgādes siltumslodze Latvijā kopumā un lielākajās apdzīvotajās vietās. Iegūtie rezultāti tālāk izmantoti siltumslodžu potenciāla attīstības modelēšanai valsts mērogā. Reāli apgūstamais koģenerācijas potenciāls ir 459,7 MW, no kuriem 339,2 MW ir apkures vidējā, bet 120,5 MW karstā ūdens vidējā siltumslodze. Ir izvērtēti koģenerācijā izmantojamie kurināmie un pielietojamās tehnoloģijas, norādot un pamatojot Latvijas apstākļiem piemērotākos risinājumus.

Galvenie ieteicamie kurināmā veidi koģenerācijā ir dabas gāze un biomasas.

- Dabas gāze ir visizdevīgākais kurināmā veids no tehnoloģiskā, kurināmā siltumtehniko īpašību un arī vides aizsardzības viedokļa. Galvenais trūkums ir politiskie un ekonomiskie (cenu) riski, kas saistīti ar vienīgā piegādātāja monopolstāvokli, kā arī dabas gāzes cenu pieaugumu pēdējos gados.
- *Biomasas galvenā priekšrocība ir tā, ka tas ir vietējais kurināmais, bez tam ietekme uz vidi ir salīdzinoši neliela.* Biomasas izmantošanas negatīvie aspekti ir augstās jauno tehnoloģiju (ar augstu efektivitāti) izmaksas, zemās siltumtehnikās īpašības un loģistikas problēmas.
- Kurināma diversifikācijas nolūkos koģenerācijā ieteicams nelielos apjomos izmantot arī akmeņogles un kūdras, tomēr šiem kurināmajiem raksturīgas augstas tehnoloģiju izmaksas (it īpaši Latvijai raksturīgo

neliela jaudu diapazonam), kas pārsvarā saistītas ar dūmgāzu attīrīšanas iekārtu uzstādīšanu, kas nepieciešamas, lai izpildītu vides aizsardzības prasības. Kūdras ieguve un ar to saistītās izmaiņas purvu ekosistēmās tiek negatīvi vērtētas no vides aizsardzības viedokļa.

- Koģenerācijā tehniski iespējams izmantot arī naftas produktus, taču galvenais kavējošais aspekts ir šo kurināmā veidu augstā cena.

Ņemot vērā koģenerācijas tehnoloģiju attīstības līmeni un investīciju izmaksas, Latvijā tuvākajos 10-15 gados apdzīvotās vietās ar pietiekami lielu atbilstošu siltumslodzi reāli ir ieviest praksē plaši pielietotās tehnoloģijas – tvaika turbīnas, gāzes turbīnas, kombinēto ciklu un iekšdedzes dzinējus.

Koģenerācijas ciklā saražotās siltumenerģijas apjoms 2006. gadā bija ~ 50% no Latvijas centralizētajā siltumapgādē saražotās siltumenerģijas. Raksturojot pašreizējo situāciju koģenerācijas attīstībā, atsevišķi būtu jāaplūko Rīga un pārējā Latvija. Rīgā lielāko daļu siltuma piegādā TEC-1 un TEC-2 – 33%, kas veido arī lielāko īpatsvaru no Latvijas centralizētajā siltumapgādē saražotās siltumenerģijas, vienlaicīgi saražojot arī elektroenerģiju. Ārpus Rīgas koģenerācijas jaudas ir mazas. Līdz ar to koģenerācijas ciklā saražotās siltuma un elektroenerģijas apjoms ir neliels - 15% no Latvijā ražotās siltumenerģijas.

Latvijas elektroenerģijas galalietotāju kopējā patēriņa daļa, kas obligāti nosedzama ar izmantojot atjaunojamus energoresursus, ražotu elektroenerģiju (Eiropas Parlamenta un Padomes 2001.gada 27.septembra direktīvas 2001/77/EK par elektroenerģijas pielietojuma veicināšanu iekšējā elektrības tirgū, kas ražota, izmantojot atjaunojamus enerģijas avotus), jābūt 49,3 % līdz 2010. gadam. Plānotās jaudas ir parādītas 1. tabulā.

1.tabula

Plānotas jaudas

Atjaunojamo energoresursu un elektrostacijas veids	2007	2008	2009	2010
Hidroelektrostacijas ar jaudu virs 5 MW	41,28%	39,32%	37,35%	35,39%
Hidroelektrostacijas ar jaudu līdz 5 MW	1,04%	1,06%	1,08%	1,10%
Vēja elektrostacijas	1,48%	2,78%	4,08%	5,37%
Biogāzes elektrostacijas	0,38%	1,07%	1,77%	2,46%
Biomases elektrostacijas un elektrostacijas, kurās biomasu izmanto kopā ar fosilo kurināmo	0,44%	1,95%	3,46%	4,97%
Kopā	44,62%	46,18%	47,74%	49,30%

Avots: Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007. – 2016. gadam. 2006.g.

Izvēloties kurināmo jaunām koģenerācijas stacijām ieteicams:

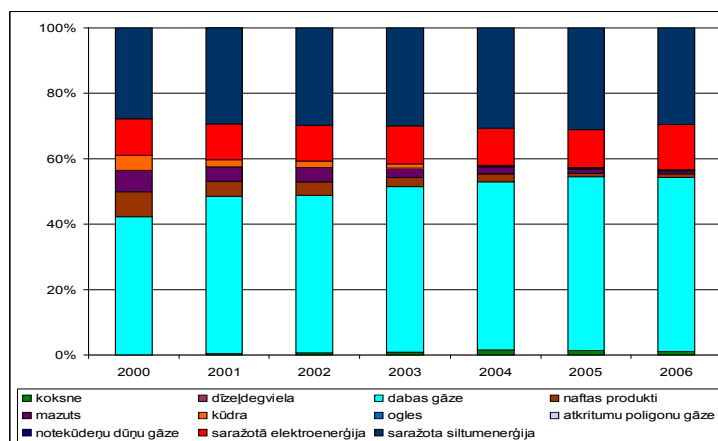
- attīstīt biomasas koģenerāciju apdzīvotās vietās, kur nav pieejama dabas gāze, bet ir pietiekams siltumslodžu potenciāls;
- apdzīvotās vietās, kur pieejama dabas gāze, attīstīt biomasas izmantošanu CSS, kuru siltumslodžu potenciāls ir virs 5 MW, jo mazas jaudas koģenerācijas stacijām krasi sadārdzinās tehnoloģiju izmaksas un ir zemāki ražošanas apjomi. Lielāku siltumslodžu (virs 20 MW) gadījumā nepieciešams detalizēti analizēt kurināmā piegādes loģistiku, jo ir iespējamās problēmas ar kurināmā piegādēm;
- paralēli biomasas izmantošanai izskatīt kūdras izmantošanas iespējas – gan pamatkurināmā, gan piemaisījuma veidā;
- akmeņogļu izmantošanas gadījumā izskatīt iespēju kā piemaisījumu izmantot biomasu un/vai kūdru.

Darba gaitā ir veikta detalizēta Latvijas elektroenerģijas un siltumenerģijas bilances analīze, kura parāda, ka siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanu vienotā procesā – koģenerācijā ir lietderīgi attīstīt gan no valsts elektroenerģijas piegādes drošības viedokļa, gan neizmantojot siltumslodžu potenciāla centralizētajās siltumapgādes sistēmās un attīstīt biomasas koģenerāciju apdzīvotās vietās, kur nav pieejama dabas gāze, bet ir pietiekams siltumslodžu potenciāls.

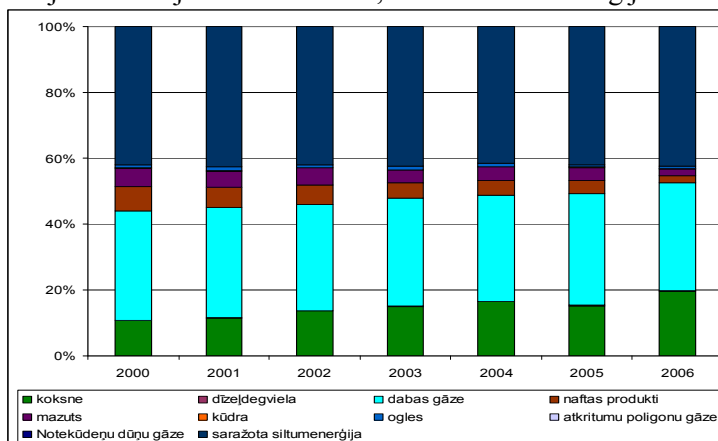
Tā, ka Latvija parakstīja ANO Vispārējo konvenciju „Par klimata pārmaiņām” un Kioto protokolu. Tā mērķis ir veicināt tādu pasākumu ieviešanu nacionālā un starptautiskā līmenī, kas ļautu samazināt kopējos izmešus.

Viens no veidiem, ka samazināt siltumnīcas efekta gāzu koncentrēšanos, ir izmantot biomasu kā atjaunojamu energoresursu, lai aizstātu visbiežāk lietoto fosilā kurināmā veidus – ogles un naftas produktus. Biomasai sadegot, tās izdalītajam ogļskābās gāzes apjomam ir neitrāla ietekme uz vidi. Tādējādi būtiski samazinās kaitīgo izmešu daudzums un to negatīvā ietekme uz vidi un tās degradāciju. Biomasas izmantošana siltuma ražošanas procesā ir ne tikai videi draudzīgs, bet arī ekonomiski efektīvs siltumapgādes risinājums. Zīm. 8. un 9. var redzēt kurināmās koksnes patēriņa dinamiku Latvijā no 2000. – 2006. gadam.





Zīm.8. Koģenerācijas stacijas izmantojamais kurināmais, saražota elektroenerģija un siltumenerģija Latvijā.



Zīm. 9. Katlu mājas izmantojamais kurināmais un saražota siltumenerģija Latvijā.

#### 4. Biogāzes izmantošanas pētījumi Latvijā

Darbā veikti plaši pētījumi par biogāzes iespējamo izmantošanu enerģētikas vajadzībām Latvijā. Kopsavilkumā parādīti novērtējumu rezultāti par biogāzes potenciāla novērtējumu pa lauksaimniecības un rūpniecības nozarēm, kā arī no sadzīves atkritumiem un noteikts biogāzes tehniskie iespējamais enerģētiskais potenciāls 2020.g. – 0,3 TWh.

Lai noteiktu izejvielu potenciālu biogāzes ražošanai tika izmantotas Zemkopības Ministrijas un Centrālās Statistikas Pārvaldes informācijas par lopu, cūku un putnu skaitu un to sadalījumu pa rajoniem un fermām.

Lopkopības blakus produkti, kā biomasa ar ļoti lielu mitrumu (virs 70%) skatīta tikai kā biogāzes resurss.

Novērtēts biogāzes ražošanas izejvielu potenciāls un iespējamā biogāzes ieguve no liellopu mēsliem katrā fermā, kur vairāk kā 100 liellopu pa Latvijas rajoniem: vislielākais potenciāls ir Dobeles rajonā gandrīz 35 MWh/gadā. Cūku šķidrmēsli, kuros bez ekskrementiem ir arī barības atliekas un pakaiši ir ļoti piemēroti biogāzes ražošanai. No mazajām fermām mēslus izmanto pilnībā apkārtējo lauku mēslošanai. Lielām fermām lielo šķidrmēslu apjomu dēļ rodas problēmas ar lietderīgu šķidrmēslu izmantošanu un apkārtējās vides saudzēšanu. Pēc noteikumiem pirms izliešanas uz lauka ir nepieciešama šķidrmēslu izturēšana ne mazāk kā 6 mēnešus, kuru laikā kā tiek uzskatīts iet bojā patogēnie mikroorganismi. Tas prasa lielas mēslu krātuves. Anaerobā pārstrāde, īpaši, ja notiek termofīlā režīmā mēslus padara nekaitīgus un uzreiz izmantojamus, tādēļ ir īpaši ļoti pielietojama cūkkopības kompleksu problēmu risināšanai. Novērtēts izejvielu potenciāls un iespējamā biogāzes ieguve no cūku mēsliem pa Latvijas rajoniem: vislielākais potenciāls ir Rīgas rajonā gandrīz 25 MWh/gadā. Putnu mēsli pēc savām īpašībām arī ir piemēroti biogāzes ražošanai. Novērtēta iespējamā biogāzes ieguve no putnu mēsliem pa Latvijas rajoniem: vislielākais potenciāls ir Bauskas rajonā vairāk par 60 MWh/gadā. Latvijā ir arī aitas un kazas, bet nav lielu to turēšanas fermu. Mēsli, kas rodas, kad dzīvnieki ir kūti tiek izmantoti pašu zemnieku vai kaimiņu lauku mēslošanai un tādēļ biogāzes potenciāla aprēķinā nav ietverti. Kaut arī zirgu fermu skaits pieaug, tomēr zirgu skaits katrā fermā nav liels un līdz ar to arī saražoto mēslu daudzums nav liels un tādēļ arī biogāzes potenciāla aprēķinā nav ietverts.

Arī novērtēs piena un gaļas produktu ražošanas blakus produktu apjomus un sadalījums pa reģioniem. Lielākā daļa no tiem ir nelieli uzņēmumi un to saražotie BP tiek utilizēti un attīrīti vietējās vai centralizētās attīrīšanas iekārtās.

Novērtējot lopkopības, piena un gaļas produktu ražošanas blakus produktu apjomus un noteicot biogāzes ražošanas izejvielu potenciālu, secināts:



- tas ir ievērojams resurss enerģijas ražošanai lielfermu tuvumā un risinot dabas aizsardzības problēmas tiek atrisinātas energoapgādes problēmas;
- biogāzes ražošanas kopējais izejvielu potenciāls ir būtiski lielāks, bet ražojot biogāzi tikai no dzīvnieku mēsliem lielfermu tuvumā var iegūt no liellopu mēsliem ~ 54 TJ, no cūku mēsliem ~ 33 TJ un no putnu mēsliem ~ 36 TJ enerģijas, kas nodrošinātu pašu lielfermu un tuvākās apkārtnes energopatēriņu. Konstatēts, ka izdevīgāko lielfermu bioenerģētiskas iekārtas (BEI) iekārtošanai var atrast praktiski katrā rajonā, tomēr lopkopības BP sadalījums nav vienmērīgs un jāsāk ar lielākajiem centriem, ņemot vērā visus, ne tikai lopkopības resursus biogāzes ieguvei.

Dažādos pārtikas pārstrādes procesos veidojas notekūdeņi ar lielu organiskas vielas daudzumu. Notekūdeņu attīrīšanai izmantojot bioloģiskos attīrīšanas procesus kā blakusprodukts veidojas notekūdeņu dūņas. Piesārņojošo vielu daudzums dūņās atkarīgs galvenokārt no apstrādājamo notekūdeņu sastāva. Lietderīgi apzināt biogāzes ieguves potenciālu no notekūdeņu dūņas, jo tās noteikti jāizmanto tuvākajā BEI, ko būvēs lauksaimniecības atkritumu pārstrādei.

Latvijā darbojas 1421 notekūdeņu attīrīšanas iekārtu, tai skaitā 964 bioloģiskās notekūdeņu attīrīšanas iekārtas (BAI), 451 mehāniskās un 6 ķīmiskās notekūdeņu attīrīšanas iekārtas. Lielākā daļa no tām ir nelielas jaudas iekārtas, kuru gadā saražotais notekūdeņu dūņu daudzums nepārsniedz dažas tonnas. Attīrot BAI 1 m<sup>3</sup> notekūdeņu, rodas ap 100-120 g dūņu sausas, līdz ar to Latvijas notekūdeņu attīrīšanas iekārtām teorētiski būtu jāsarāžo aptuveni 20 tūkst. tonnu dūņu sausas gadā faktiski šis apjoms, atkarībā no dažādiem faktoriem, pēdējos gados svārstās no 25 līdz 35 tūkst. tonnu robežās. Vidēji uz 1 iedzīvotāju diennaktī tiek saražots aptuveni 80÷120 g neapstrādātu dūņu sausas. Veicot apstrādi, piem., bioreaktoros, dūņu sausas apjoms samazinās par aptuveni 30%. No 2003. gada Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūrā dūņas uzskaita to sausas tonnās, kas atbilst ES prasībām un dod reālu priekšstatu par dūņu apjomu. 2. tabulā sniegts saražoto dūņu daudzuma apkopojums, ņemot vērā esošās notekūdeņu pārstrādes iekārtu jaudas.

2. tabula

Latvijas notekūdeņu pārstrādes iekārtu sadalījums pēc saražoto dūņu apjoma

Objekts	Iekārtu skaits	Saražotās dūņas, t sausas	Biogāzes potenciāls, m <sup>3</sup> /g
< 100 tonnu gadā	299	2625	787000
100÷1000 tonnu gadā	26	10030	3009000
1000÷5000 tonnu gadā	6	12532	3760000
5000÷10000 tonnu gadā	2	10977	32393000
Kopā	333	36164	10849000

Ņemot vērā higiēnas prasības dūņu apstrādei, ko plānots iekļaut jaunajā notekūdeņu dūņu izmantošanas direktīvā, Latvijā aktīvi jāievieš mūsdienīgākas dūņu apstrādes tehnoloģijas, tai skaitā bioloģiskās pārstrādes metodes, kā arī tās jāizmanto metāngāzes iegūšanai.

Pašreizējā situācijā aptuveni 30 % notekūdeņu dūņu izmanto lauksaimniecībā (Rīgas, Valmieras, Cēsu NAI), bet pārējās uzglabā pagaidu poligonos. Katru gadu uzkrāto notekūdeņu dūņu apjoms pieaug par 10-15 tūkst. tonnām sausas.

Saskaņā ar Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras datiem, Latvijā vairāk nekā puse dūņu uzkrāta 7 iekārtās, kas saražo 1÷5 tūkst. tonnu dūņu sausas gadā. Mazajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās, kas saražo mazāk nekā 100 tonnu dūņu sausas gadā (309 gab.), uzkrāts nedaudz vairāk par 3 tūkst. tonnu.

Izpētīts arī biogāzes ieguves potenciāls izgāztuvēs. Cietajos sadzīves atkritumos (CSA), ko deponē izgāztuvēs ir daudz organisko vielu un no tās veidojas biogāze. Ir lietderīgi to savākt, lai samazinātu siltumnīcefektu gāzes (SEG) izmešu daudzumu. Mazajās izgāztuvēs biogāzi jāsadēdina lāpā, jeb jāpārveido nekaitīgos ķīmiskos savienojumus. Lielajās no biogāzes var ražot elektroenerģiju un siltumu. CSA enerģijas potenciāla novērtējums vajadzīgs, lai iegūtu pilnīgāku priekšstatu par biogāzes ražošanas iespējām Latvijā.

Kā būtiskākie biogāzes avoti ir pieskaitāmi sadzīves atkritumu poligoni, kuri var uzņemt vairāk nekā 10 tonnas atkritumu dienā vai kuru kopējā ietilpība pārsniedz 25 000 tonnas. Latvijā tās ir jau esošās atkritumu noglabāšanas vietas, kas izveidojušās pie lielajām pilsētām - Rīgas, Liepājas, Daugavpils un Jelgavas, kā arī jauncelāmie reģionālie atkritumu poligoni, kuros biogāzes savākšana un tālāka pārstrāde ir noteikta kā ES Direktīvas prasība. Atkritumu sadalīšanās procesos veidojusies gāze pamatā sastāv no CH<sub>4</sub> (55 %) un CO<sub>2</sub> (40 %), kā arī citu gāzu piemaisījuma. Dažas Latvijā esošās un plānotās biogāzes ieguves jaudas izmantojot atkritumu sadalīšanās procesus to noglabāšanas vietās, sniegtas 3. tabulā. Jāatzīmē, ka atkritumu noglabāšana atļauta tikai cietiem sadzīves atkritumiem vai notekūdeņu dūņām, kuru mitruma daudzums nepārsniedz 80 %.

Balstoties uz teorētiskiem aprēķiniem sadzīves atkritumu bioloģiskās sadalīšanās rezultātā no 1 t atkritumu masas, kurā vidēji 50 % bioloģiski sadalošos atkritumu, var iegūt 220 m<sup>3</sup> gāzes ar siltumspēju 19 kJ/m<sup>3</sup>. Praksē, ņemot vērā, ka atkritumu sastāvs nav viendabīgs, tiek savākta tikai daļa no radītās gāzes un citus nosacījumus, reālais

gāzes daudzums, ko iegūst no 1 t sadzīves atkritumu masas ir  $\sim 50 \text{ m}^3$ . Pie nosacījuma, ka tiek izpildītas atkritumu apsaimniekošanas likumdošanas prasības, laikā līdz 2010. gadam ir jāsamazina noglabājamo organisko atkritumu daudzums par 25 % no 1995. gadā noglabātā daudzuma. Tas nozīmē, ka laikā no 2010. gada līdz 2013. gadam katru gadu ir jāpārstrādā 91 000 t sadzīves bioloģiski sadalošos atkritumus, kas papildus ikgadēji dotu  $\sim 20\,000\,000 \text{ m}^3$  gāzes, ņemot vērā inovatīvas tehnoloģijas izmantošanu.

3. tabula

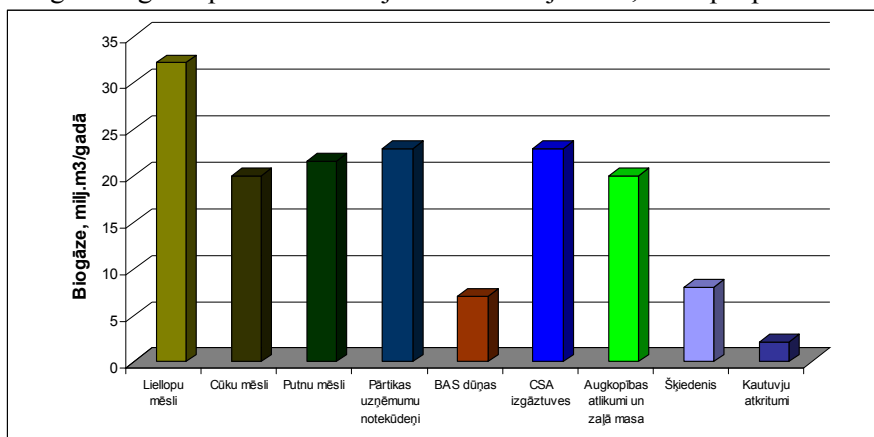
Deponējamo atkritumu daudzumi poligonos un to izmantošana biogāzes ieguvei

Deponēšanas vietas nosaukums	Atrašanās vieta	Atkritumu daudzums, t/gadā	Biogāzes potenciāls, $\text{m}^3/\text{g}$	Elektroenerģijas MWh/g	Siltumenerģija, MWh/g
„Getliņi Eko”	Rīgas raj. Stopiņu pag.	1 500 000	16 000 000	32000	45000
Poligons „Daibe”	Cēsu rajons, Stalbes pag.	34871	neizmanto		
Poligons „Pentuli”	Ventspils raj. Vaives pag.	19800	neizmanto		
Poligons „Ķīviķes”	Liepājas raj. Grobiņa	30 803	3 600000	7200	10500

Darbā ietvaros apskatīti arī anaerobai pārstrādei paredzētie blakus produkti (biogāze no notekūdeņu dūņām un izgāztuvēm):

- novērtēts biogāzes ražošanas potenciāls no notekūdeņu dūņām ( $7 \text{ milj. m}^3/\text{gadā}$ ). Pašreizējā situācijā aptuveni 30 % notekūdeņu dūņu izmanto lauksaimniecībā (Rīgas, Valmieras, Cēsu NAI), bet pārējās uzglabā pagaidu poligonos. Katru gadu uzkrāto notekūdeņu dūņu apjoms pieaug par 10-15 tūkst. tonnām sausnas. Tāpēc tās noteikti jāizmanto tuvākajā bioenerģētiskā iekārtā, ko būvēs lauksaimniecības atkritumu pārstrādei;
- novērtēts biogāzes ražošanas potenciāls cietajos sadzīves atkritumos, ko deponē izgāztuvēs,  $23 \text{ milj. m}^3/\text{gadā}$ . Biogāzi no izgāztuvēm ir lietderīgi savākt, lai samazinātu siltumnīcas efektu radošo gāzu izmešu daudzumu. Mazajās izgāztuvēs biogāzi jāsadēdzina, jeb jāpārveido nekaitīgos ķīmiskos savienojumos. Lielajās no biogāzes var ražot elektroenerģiju un siltumenerģiju.

Novērtēts kopējais biogāzes ieguves potenciāls Latvijā no visām izejvielām, kurš apkopots Zīm. 10.



Zīm.10. Biogāzes ražošanas potenciāls.

## 5. Biodegvielu izmantošanas pētījumi Latvijā

Ņemot vērā ievērojamu naftas cenu kāpumu un pieaugošu bažas par stabilu, drošu un videi draudzīgu energoapgādi, transporta biodegvielas veicināšana ir viena no Eiropas politikas prioritātēm. Šobrīd biodegviela ir vienīgais reāls līdzeklis, kā transporta jomā samazināt atkarību no naftas produktiem. Īstenojot Eiropas enerģētikas politiku, Eiropas Komisija pieņēmusi lēmumu veicināt biodegvielas ražošanu un izmantošanu un ierosinājusi uzņemties minimālās saistības, lai līdz 2020. gadam transportlīdzekļos izmantotu biodegvielu 10% apjomā.

Biodegviela ir degviela, kas ražota no organiskajām vielām. Šīs nozares attīstība radīs jaunas darbvietas, bet lauksaimnieciskā ražošana iegūs jaunu tirgu. Turklāt, veicinot biodegvielu, varēs risināt tādas vispārējās problēmas kā enerģijas avotu diversifikācija un Kioto protokola saistību ievērošana.

Izpētīti biodegvielu izmantošanas veicināšanas pasākumi Latvijā. Apskatīta esoša situācija biodegvielas ražošanas nozarē Latvijā. 2005. gadā Latvijā patērētais biodegvielas daudzums pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem sastāda 0,33% no kopējā transportā izmantotā degvielas apjoma.

Saskaņā ar izmaiņu prognozi aprēķinātā rapšu spraukumu enerģētiskā potenciāla izaugsme parādīta 4.tabulā.

4. tabula

Rapšu spraukumu enerģētiskā potenciāla pieauguma dinamika (prognoze)

Gads		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Spraukumu apjoms	tūkst.t	30	85	139	193	248	302	356	411
	TJ	502.8	1424.6	2329.6	3234.7	4156.5	5061.5	5966.6	6888.4

2006. gadā saglabājusies tendence pieaugt rapša sējumu platībām. Salīdzinājumā ar 2004. gadu rapša platības palielinājušās par 131 %, iegūtajai kopražai palielinoties par 141%. Pēc rapša spraukumu un glicerola ražošanas prognozes, uzskatot, ka uz 2013.gadu visas pašlaik paredzētās biodīzeļa ražošanas rūpnīcas strādās ar pilnu jaudu var secināt, ka enerģētiskais potenciāls pieaugs gandrīz 14 reizes. Neskatoties uz rapša sējumu palielināšanos ik gadu, Latvijā lielākais rapša daudzums tiek eksportēts uz ārzemēm, jo vietējie rapša pārstrādātāji nespēj pārstrādāt visu saražoto rapša daudzumu. Aptuveni viena trešā daļa - 40 000 tonnu - no saražotā rapša 2005. gadā palika Latvijā, un to pārstrādāja biodīzelī un tīrajā rapšu eļļā.

Biodegvielas izmantošanas prognoze: lai 2010. gadā nodrošinātu 5,75% lielu biodegvielas daļu patēriņā, būs attiecīgi jāpatērē 75 tūkstoši tonnu biodegvielas, tai skaitā 32 tūkstoši tonnu bioetanola un 43 tūkstoši tonnu biodīzeļdegvielas.

Ņemot vērā biodegvielas ražošanas un lietošanas programmā noteikto ražotājiem piešķiramo atbalstu, biodegvielas potenciālu var novērtēt sekojoši:

- Biodīzeļdegviela (izmantojama tīra vai jaukumos) 43 000 t = 1,72 PJ,
- Bioetanols (izmantojams kā 5% etanola piedeva) 32 000 t = 0,86 PJ.

Izpētīts, ka potenciāls var pieaugt:

- Ja izveidojas biodegvielas ražotnes eksportam-bet tas neietekmē Latvijas vietējo enerģijas resursu bilanci,
- Ja biodegvielas izmantošana Latvijā pārsniedz ES noteiktos indikatīvos mērķus.

Analizēju rapša eļļas ražošanas decentralizācijas attīstības likumsakarības, degvielas tirgus cenu ietekmi uz rapša sēkļu pārstrādes decentralizācijas procesu uz Vācijas piemēra.

Secināts, ka Latvijas apstākļiem lielāku biodīzeļdegvielas rūpnīcu būve ekonomiski lietderīga būtu tajās vietās, kur varētu nākotnē kompleksveidīgi attīstīties vienlaicīgi ar nelielas jaudas ražotņu izveidi biodīzeļdegvielas ražošanā. Viens no tādiem ražotnes izvietojuma variantiem, par ko tika rosināts vairāk kā piecus gadus atpakaļ, varētu arī tikt realizēts Latvijas centrālajā daļā – Zemgales novada vidū sekojošu apsvērumu dēļ.

Pirmkārt, rapša sējumi sekmīgi iekļautos augu sekā kā vērtīgs priekšaugšs kviešiem, kuru platības galvenokārt koncentrētas Zemgales apvidū, un kur pēc zālāju īpatsvara augu sekā sakarā ar ne visai intensīvo lopkopību nav lielas vajadzības.

Otrkārt, te izvietotos rapša sējumi diezgan blīvā rādiusā ap biodīzeļdegvielas rūpnīcu, kas samazinātu sēkļu transportēšanas izmaksas.

Treškārt, te izvietotas relatīvi vairāk spēcīgas lauku saimniecības, kuras var spēji paplašināt rapša sējumus.

Ceturtkārt, var tikt apsvērta iespēja par biodīzeļdegvielas izmantošanu autobusu dzinējos Rīgas pilsētā 70 km attālumā ar 800 tūkstošiem iedzīvotāju (varbūt arī Jelgavas pilsētā 25 km attālumā ar 70 tūkstošiem iedzīvotāju), kas arī būtu relatīvi tuvu no biodīzeļdegvielas rūpnīcas. Arī biodīzeļdegvielas patēriņš traktoru tehnikai būs augstāks Zemgales novadā ar vairāk intensīvāku lauksaimniecību.

Daudzprofilu saimnieciskais komplekss Zemgales novadā (Elejā) – biodīzeļdegvielas rūpnīca kopā ar kooperatīvo sabiedrību „Latraps” varētu radīt stabilus ieņēmumu avotus un lielākas manevra iespējas svārstīgā tirgus apstākļos:

1. rapšu sēkļu eksports un pārdevumi iekšējā tirgū,
2. kviešu eksports un pārdevumi iekšējā tirgū,
3. rapša pārtikas un nepārtikas (biodīzeļdegvielu, ziežvielu rūpnīcām) eļļas pārdevumi iekšējā un ārējā tirgū,
4. rapša raušu pārdevumi iekšējā tirgū (vispirms kombinētās lopbarības ražošanai a/s Dobeles dzimavnieks u.c.) un eksports,
5. biodīzeļdegvielas pārdevumi iekšējā tirgū un eksports,
6. glicerīna pārdevumi iekšējā tirgū un eksports.

Kā otra vieta lielākas jaudas biodīzeļdegvielas rūpnīcas izbūvei kādā no Latvijas ostām.

Rapša eļļas un biodīzeļdegvielas ražošanas kvalitatīvie rādītāji un uzraudzības sistēma veidojama analogiski Vācijā izveidotajai kārtībai – prasībām, lai nerastos šīs produkcijas eksporta problēmas.

Svarīga ir Latvijas atsevišķo rapša eļļas un biodīzeļdegvielas ražotāju kooperācijas nepieciešamība, lai varētu pārdot lielākas eļļas un biodīzeļdegvielas partijas katru mēnesi un cauru gadu.

No Latvijas uz Vāciju iespējams ne tikai rapša sēkļu eksports, bet arī rapša eļļas eksports kā biodīzeļdegvielas izejmateriāla, kā arī pašas biodīzeļdegvielas eksports. Vispārējais princips – rapša eļļas eksporta cena orientējas uz pasaules cenu un biodīzeļdegvielas cena orientējas vairāk uz reģionālo – lokālo cenu.

No saimnieciskā izdevīguma viedokļa vispirms prioritāri var būt rapša eļļas eksports salīdzinot ar biodīzeļdegvielu sekojošu apsvērumu dēļ: pirmkārt, lai investīcijas būtu pakāpeniskas un tās ātrāk sāktu dot atdevi, ieguldot vispirms eļļas ražošanas fāzē-ciklā, un jau ražojot un realizējot iegūto eļļu, un, otrkārt, ar rapša eļļas piegādēm varēs labāk nodrošināt kvalitātes prasības. Nākamajā etapā, uzkrājot finansiālos resursus, var apgūt biodīzeļdegvielas ražošanas ciklu, un atkarībā no izdevīguma realizēt arī biodīzeļdegvielu.

Biodegvielas otra svarīgākā pozīcija ir bioetanola ražošana un fosilā benzīna daļēja aizstāšana ar bioetanolu. Latvijā ir divas pārtikas spirta ražotnes – SIA Jaunpagasts Plus Talsu rajonā, kas 2003.gadā saražoja ap 320 tūkst. dekalitrus spirta un SIA Lako Madonas rajonā, kas saražoja ap 250 tūkst. dekalitrus spirta jeb kopā ap 570 tūkst. dekalitrus spirta gadā. Abu rūpnīcu jauda ir ap 750-800 tūkst. dekalitru spirta gadā (ap 6300 tonnas gadā).

Novērtēts bioetanola izmantošanas potenciāls. Bioetanola, ko mūsu apstākļos var iegūt no graudiem, cukurbietēm un citas atjaunojamās produkcijas, priekšrocības var raksturot ar sekojošo:

- pārpalikumu izmantošana no graudiem, cukurbietēm, kartupeļiem un nākotnē alternatīva arī no lignocelulozes saturošas biomasas;
- liels realizācijas potenciāls kā piemaisījums benzīnam;
- nav nepieciešama speciāla loģistika, nav vajadzīgi jauni pārdošanas veidi.

Trūkumi bioetanola ražošanā:

- enerģijas bilance salīdzinoši varētu būt labvēlīgāka;
- saimnieciskais lietderīgums attaisnojas tikai ražošana lielajās tehniskajās iekārtās;
- nepieciešama ārējā ekonomiskā aizsardzība pret lēto bioetanola importu.

No pielietojamas viedokļa tehnikas stāvoklis ir visai skaidrs: praksē ir bagāta tehniskā pieredze vairākās pasaules valstīs. Izejvielas bāze ir plaša: graudi, cukurbietes, kartupeļi u.c., ražošanā izmantojot raudzēšanu un destilāciju. Blakus produkti ir realizējami.

Bioetanola pielietojums pašā lauksaimniecības uzņēmumā problemātisks, jo nav iespējams piemaisīt dīzeļdegvielai. Pēc esošām atziņām var sagaidīt, ka uz lauksaimniecības izejvielām bāzētās bioetanola rūpnīcas tiks būvētas kā lielas centrālās iekārtas. Esošajās degvielu uzpildes stacijās nav nepieciešamas atsevišķas pārdošanas vietas.

Izpētītas ekonomiskā atbalsta shēmas biodegvielas ražošanā un izmantošanā Eiropas Savienībā un tai skaitā Latvijā. Ekonomiskā atbalsta mērķis ir veicināt atjaunojamās - reģeneratīvās degvielas ražošanu un pielietojumu un līdz ar to siltumnīcas efekta samazināšanos. Pasākums tālākā nākotnē novestu arī pie tā, lai samazinātu atkarību no degvielas importa un stiprinātu neatkarību degvielas apgādē. Šī mērķa realizēšanai Latvija ir ieviesusi vispārēju atbrīvojumu no akcīzes nodokļa apjomā, kādā tā tiek izmantota kā transportlīdzekļu degviela gan tūrā veidā, gan daļā, kādā tā pievienota fosilajai degvielai. Tiesiskais pamatojums atbalstam izriet no Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvas 2003/30/EC „Par biodegvielu un citu atjaunojamo degvielu izmantošanas veicināšanu transportā” nostādņēm. Latvija tāpat kā citas ES valstis vēlas veicināt biodegvielas, tajā skaitā arī jauktās dīzeļdegvielas (fosilajai dīzeļdegvielai pievienojot biodīzeļdegvielu) un jauktā motorbenzīna (benzīnam pievienojot bioetanolu) izmantošanu un tādējādi arī tās ražošanu. Tā kā salīdzinājumā ar fosilo dīzeļdegvielu un benzīnu biodīzeļdegvielas un bioetanola ražošanas izmaksas ir augstākas un tās enerģētiskā vērtība ir zemāka, biodīzeļdegviela un bioetanolis patreiz vēl nav konkurētspējīgi degvielas tirgū. Atbalsta mērķis ir (daļēji) kompensēt biodīzeļdegvielas un bioetanola papildu ražošanas izmaksas. Vēlamā atbalsta shēma ietver divus atbalsta pasākumus: pirmkārt, akcīzes nodokļa samazinājumu biodīzeļdegvielai, jauktajai dīzeļdegvielai un jauktajam benzīnam un, otrkārt, biodīzeļdegvielas un bioetanola ražotājiem piešķiramais tiešais atbalsts, kas nav jāatmaksā. Tāpat atbalsts biodegvielas ražotājiem ir tiešais atbalsts un akcīzes nodokļa samazinājums. Kopējais atbalsts nepārsniedz izmaksu starpību starp fosilās degvielas mazumtirdzniecības cenu un biodegvielas ražošanas izmaksām. Abi pasākumi tiek veikti no valsts budžeta līdzekļiem. Akcīzes nodokļa samazinājumu piešķir Finanšu ministrija, un neatmaksājamo pabalstu piešķir Finanšu ministrija kopā ar Zemkopības ministriju un Lauku atbalsta dienestu. Katru gadu saskaņā ar Valdības apstiprināto programmu „Biodegvielas ražošana un lietošana Latvijā (2003 - 2010)” no budžeta tiek atbalstīts noteikta daudzuma biodīzeļdegvielas un bioetanola ražošana. Ja biodegvielas ražotāju pieteikumi pārsniegtu šos apjomus, varētu koriģēt katra atsevišķa pretendenta prasības.

Lai varētu pamatot konkrētos atbalsta apmērus jāaprēķina, kādas var būt vidējās biodīzeļdegvielas ražošanas izmaksas, ko varētu salīdzināt ar fosilās dīzeļdegvielas izmaksām. Tādēļ ir aprēķināts iespējamās biodīzeļdegvielas ražošanas izmaksas un atbalsts Latvijā. Analoģiska kalkulācija uztaisīta par atbalstu bioetanola ražotājiem.

Secināts, ka biodīzeļdegvielas ražošanas izmaksām, ieskaitot saimniecisko peļņu, jābūt zemākām par dīzeļdegvielas cenām (84 santīmi – 2007.g.). Taču aprēķini rāda, ka biodīzeļdegvielas ražošanas izmaksas kopā ar PVN, bez akcīzes nodokļa, ievērojot enerģētiskās vērtības korekciju, Latvijas biodīzeļdegvielas ražotnēs var būt augstākas, tas ir, ap 113 santīmi par litru atkarībā no izejvielu vērtības un rapša raušu realizācijas cenām. Šis faktors šajā situācijā pagaidām izšķiroši ietekmē biodīzeļdegvielas ražošanu decentralizētā variantā un tās izlietojumā pašas lauku saimniecībā Latvijas apstākļos.

## 6. Vēja enerģijas izmantošanas pētījumi Latvijā

Pašlaik Latvijā ir uzstādīti vēja ģeneratori ar kopējo jaudu 26.9 MW un to saražotā enerģija ir aptuveni 1,5% no valstī patērētās elektroenerģijas apjoma.

Konstatēts, ka vējā „apslēptā” enerģija ir (ģeometriskā progresijā) atkarīga no ātruma: vēja ātruma dubultošana rada astonkārtīgu enerģijas pieaugumu. Citiem vārdiem sakot, ja vidējais vēja ātrums ir 5 m/s, tad tiek izstrādāts divreiz vairāk enerģijas nekā tad, ja šis rādītājs ir 4 m/s. No tā secināts: pirmkārt, uzstādot VEI 50-65 metru augstumā, elektroenerģijas izstrādes potenciāls pieaug par 30-35% (jo pieaug vēja ātrums salīdzinājumā ar 10 m augstumu); otrkārt, izšķirošā nozīme ir VEI atrašanās vietas pareizai izvēlei. Te jānovērtē viss: reljefa ne/līdzenums, attālums no ūdens avotiem, tuvumā esošie meži, augļu dārzi, būves un citi šķēršļi, kas varētu traucēt gaisa plūsmām. Lielāka problēma ir tā, ka vēja energoresursu sadalījums Latvijā ir izteikti nevienmērīgs. Latvijas vēju atlasā ir iezīmētas zonas ar dažādiem vēja ātruma intervāliem – no 3,5 m/s līdz pat vairāk kā 5,0 m/s.

Problēmas vēja enerģijas izmantošanai ir arī šādas, Latvijā daļa apgabalu, kur vēja izmantošanas potenciāls tiek vērtēts kā augstākais, ir aizsargājamas dabas teritorijas un tajās ir spēkā saimnieciskās darbības ierobežojumi. Pēdējos gados pasaulē iezīmējas jauns attīstības virziens - vēja ģeneratoru uzstādīšana jūra, kas atļauj pārvarēt iepriekš minētos likumdošanas ierobežojumus. Iekārtu un uzstādīšanas izmaksas šādam tehnoloģiskam risinājumam ir augstākas.

Darbā tika analizēti materiāli par vēja enerģijas izmantošanu Eiropas Savienībā, Vācijā, kā arī Latvenergo un FEI izpētes rezultāti par vēja enerģijas avotu pieslēgšanu Latvenergo tīkliem.

Pašlaik vairākos Latvijas vēja parkos kopumā uzstādītās jaudas sasniedz 26,9 megavatus un tas ir aptuveni 1,5% no valsts patērētās elektroenerģijas. EM izstrādātie noteikumi paredz tuvāko četrus gadus laikā garantēti iepērkamos vēja enerģijas apjomus palielināt gandrīz piecas reizes - līdz 2010.gadam vēja enerģijas īpatsvaram no kopējā enerģijas patēriņa jābūt gandrīz 7%. Līdz ar to uzstādītām jaudām jābūt aptuveni 150 – 160 megavati. Ražotājiem, kuri līdz 2001.gada 1.jūnijam ir saņēmuši licenci elektroenerģijas ražošanai un licencē noteiktajā termiņā uzsākuši šo staciju un iekārtu ekspluatāciju, tiek maksāts dubultais tarifs – gandrīz septiņi santīmi par kilovatstundu.

Dubultais tarifs tiek maksāts astoņus gadus no stacijas ekspluatācijas uzsākšanas, līdz ar to lielākai daļai pašreizējo vēja ģeneratoru dubultais tarifs būs spēkā līdz 2010.gadam, tieši līdz tam laikam, kad paredzēts sasniegt maksimālo vēja enerģijas īpatsvaru, iegādājoties enerģiju obligātajā valsts iepirkumā. Cenu iepirkuma kārtībā noteic speciāli izveidotā komisija, vadoties no vēja enerģijas ražošanas izmaksām. Komisija noteiks sākumcenu un rīkos enerģijas ražotājiem izsoli ar lejupejošo soli.

Latvijā jūras šelfa zonā vēja enerģijas potenciāls ir 2,2-2,5 reizes lielāks nekā piekrastē. Pirmajās divās sauszemes zonās, kā arī Baltijas jūras un Rīgas jūras līča piekrastes zonā var darbināt vēja agregātus ar jaudu no 200 kW līdz 1,5 MW un vairāk. Vēja dzinēji var strādāt gan pa vienam, gan savstarpēji savienoti lielā kompleksā, t.i., radot veselās vēja fermas. Tās var gādāt enerģiju ne tikai uzņēmējdarbībai, bet arī pārdošanai energokompānijām vai lieliem patērētājiem. Vējā apslēptā enerģija ir tieši (ģeometriskā progresijā) atkarīga no ātruma: vēja ātruma dubultošana rada astonkārtīgu enerģijas pieaugumu. Lai noskaidrotu, cik liels ir vēja potenciāls Latvijā, veikti vairāki novērtējumi un noteikts vēja enerģijas tehniskie iespējamais enerģētiskais potenciāls 2020.g. – 0,2 TWh.

Interesanti atzīmēt, ka statistikas dati, kas savākti no 2004. gada līdz 2008. gadam, parāda tendenci palielināties vidējam vēja enerģijas blīvumam no 2007. gada līdz 2008. gadam, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem. Tas varētu būt saistīts ar klimata izmaiņām uz Zemes.

Aprēķinos izmantoju tikai daļu no Latvijas jūras ūdeņiem -Kurzemes piekrasti no Lietuvas robežas līdz Kolkai. Rīgas jūras līcī arī pūš vēji, bet, izņemot rajonu ap Ainažiem, ir mazāki, tomēr arī to rajonu būtu lietderīgi izpētīt, jo iespējams, ka arī tur var būt apgabali kur iespējams izmantot vēja spēku ar tehnoloģijām kādas patreiz zināmas. Teorētisko potenciālu noteikšanai izvēlētajos laukumam kur nosacīti instalētas 5 MW mašīnas ar blīvumu 2 turbīnas uz 1 km<sup>2</sup>. Tas dod 30 GWh gadā uz 1 km<sup>2</sup>. Tātad teorētiski iespējamo vēja potenciālu Latvijas teritoriālajā jūra Kurzemes jūrmalā var vērtēt ap 75 000 MW un ap 200 TWh.

Secināts, ja vēlētos iegūt 30 - 40 % no valsts gada patēriņa, tad pie vidējā patēriņa 7,5 TWh būtu 2,6 TWh gadā. Šādam enerģijas daudzumam nepieciešams uzstādīt 175 turbīnas, un fermas aizņemtu 86 km<sup>2</sup> šelfa laukuma. Šī jauda būtu uzskatāma par patreizējo ekonomisko potenciālu.

## 7. Atjaunojamo energoresursu politika Latvijā

Latvijas AER politika ir Latvijas enerģētikas politikas nozīmīga sastāvdaļa, kas darbojas saskaņā ar Eiropas Savienības (ES) enerģētikas politiku, un tās mērķis ir sekmēt AER izmantošanu elektroenerģijas, siltumenerģijas (īpaši biomasu izmantojošajās koģenerācijas stacijās) un transporta sektoros, respektējot apkārtējās vides prasības un veicinot siltumnīcefektu izraisošo gāzu emisiju apjoma samazināšanos (ANO Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām un šīs konvencijas Kioto protokols par siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju samazināšanu). Jāpiebilst, ka AER izmantošanas stratēģija ir cieši saistīta ar energoefektivitātes pasākumu ieviešanu, tādēļ gan Latvijas, gan ES AER politikā ietverta integrēta pieeja energoefektivitātes jautājumiem.

Galvenie sasniedzamie mērķi, kas noteikti Enerģētikas pamatnostādņēs, ir panākt, lai:

- “zaļā” elektroenerģija 2010. gadā veidotu 49,3% kopējā elektroenerģijas patēriņa atbilstoši ES direktīvai 2001/77/EK, kas paredz, ka 2010. gadā ES 21% no elektroenerģijas patēriņa jābūt tādai elektroenerģijai, kas iegūta no AER;
- AER īpatsvars kopējā energoresursu bilancē būtu vismaz 37%;
- biodegvielas īpatsvars no visas transporta degvielas energoietilpības tirgū 2010. gadā veidotu 5,75% atbilstoši ES biodegvielas direktīvai 2003/30/EK.

Galvenais politikas plānošanas dokuments „Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007. – 2016. gadam”. Politikas pamatprincipi, pēc kuriem jāvadās veidojot un īstenojot enerģētikas politiku:

- Apgādes drošības un ilgtspējības paaugstināšana;
- Resursu piegādes ceļu un avotu daudzveidība;
- ES kopējās politikas veidošana;
- Jāsekmē resursu efektīvai izmantošanai;
- Atjaunojamo un vietējo resursu nozīmīgas daļas saglabāšana un palielināšana primāro resursu un elektroenerģijas piegādes bilancē;
- Reģionālā sadarbība un koordinācija ar valstīm ap Baltijas jūru un sevišķi Lietuvu un Igauniju;
- Vides aizsardzība un līdzdalība klimata pārmaiņu samazināšanā.

MK noteikumi Nr.503 „Noteikumi par elektroenerģijas ražošanu, izmantojot atjaunojamus energoresursus” (24.07.2007). Noteikumos aprakstīti nolikumi par elektrostacijām, kuras elektroenerģiju ražo no atjaunojamiem energoresursiem. Parādīts aprēķins no atjaunojamiem energoresursiem (vēja, biomasas, hidro, biogāzes elektrostacijām) saražotās elektroenerģijas pārdošanas cenu (Ls/MWh) visā 10 gadu periodā ar precizitāti līdz simtīmai simtdaļai aprēķināšanai.

## 8. Darba rezultātu analīze

Pētījumu metodikas pamatā likta analīze par dažādām energoresursu bilances prognozēšanas metodēm un to pielietojamības iespējas Latvijā, kā arī piemērotība perspektīvās energoresursu bilances metodikas izstrādāšanai, ņemot vērā tehniski ekonomiskos un vides aspektus. Darbā izstrādāta un apkopota optimālā pieeju kombinācija, kā no matemātiskās, tā arī ekonomikas un energosistēmas attīstības teorijas viedokļa, un atrastas optimizācijas metodes energosistēmas attīstības prognozēšanai.

Enerģētiku, vairāk nekā jebkuru citu nozari, nevar analizēt atrauti no valsts un reģionu energoapgādes sistēmas un starptautiskie salīdzinājumi ir būtiska sastāvdaļa, kā nacionālo, tā arī starptautisko pētījumu veikšanai. Enerģētiskā bilance vispilnīgāk atspoguļo enerģētikas nozari un to var arī izmantot pagātnes tendences analīzei un nākotnes iespējamā piegādes un patēriņa diapazona novērtēšanai ne tikai nacionālajā līmenī, bet arī reģionālajā līmenī.

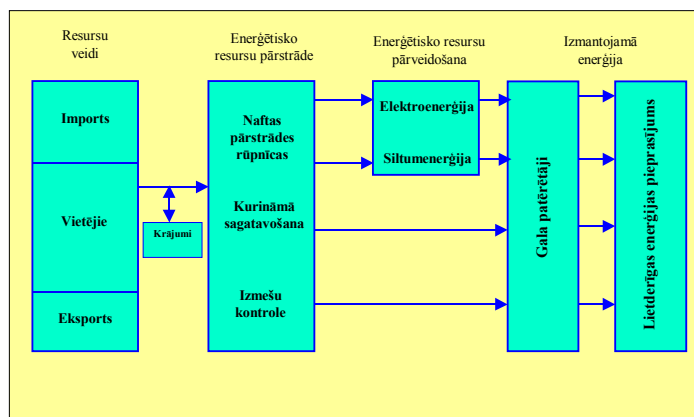
Lai iegūtu darbā apskatīto pētījumu rezultātu tika izmantots MARKAL modelis. MARKAL modelim – kā ieejas informācija – ir nepieciešamas prognozes par enerģijas resursu cenām, kā arī par lietderīgās enerģijas pieprasījumu vai arī citiem parametriem, piemēram, apsildāmo telpu platību vai par kilometrāžu, kas tiks nobraukta un kas atspoguļo nepieciešamo enerģijas daudzumu. Elektroenerģijas un centralizēto siltumenerģijas patēriņu modelis nosaka pats.

Modelī izmantots references enerģētikas sistēmas koncepts, kas sasaista enerģijas pieprasījumu, enerģijas resursus, tehnoloģijas un tirgus preces (enerģijas nesēji, emisijas). Izmantojot enerģijas pārveidošanas tehnoloģijas, enerģija tiek transformēta dažādos enerģijas nesējos, t.i., kurināmajos, elektroenerģijā, zemas temperatūras siltumenerģijā. Šos iegūtos enerģijas nesējus patērē daudzas gala patērētāju tehnoloģijas, lai nodrošinātu sociālekonomiskās vajadzības, t.i., lietderīgo enerģijas pieprasījumu. Enerģijas nesēju plūsma caur enerģētikas sistēmu ir parādīta zīm.11. Dažādi energoresursu piegādātāji, dažādi procesi un dažādas patēriņa tehnoloģijas konkurē gala enerģijas patērētāju tirgū, lai nodrošinātu lietderīgās enerģijas pieprasījumu. MARKAL izvēlas optimālāko enerģētikas sistēmas struktūru katram laika posmam, minimizējot izmaksas, ņemot vērā dažādus ierobežojumus.

MARKAL modeļa bāzes gada aizpildīšanai ir izstrādāta „apgriezta” bilance, kas nozīmē, ka bāze ir patēriņš, un pēc tam ir izveidota enerģijas pārveidošanas daļa un beidzot apgāde. Darbā novērtēts energoefektivitātes tagadējais līmenis un iespējamais energoefektivitātes līmenis uz perspektīvu ar nepieciešamo pasākumu aprakstu, kā arī vietējo un alternatīvo energoresursu izmantošanas iespējas.

Izpētīti daži Latvijas enerģētikas attīstības prognozēšanas metodes. Visas prognozēšanas metodes var iedalīt divās lielās grupās:

- faktogrāfiskās metodes, kurās kā informatīvā bāze tiek izmantoti reāli fakti, kuri ir fiksēti pagātnē. Statistikā tiem var būt kā kvalitatīvs, tā arī kvantitatīvs raksturs.
- ekspertmetodes, kuras balstās uz kādas nozares speciālistu viedokļu un priekšstatu apkopojumu par noteikta objekta iespējamo attīstību.



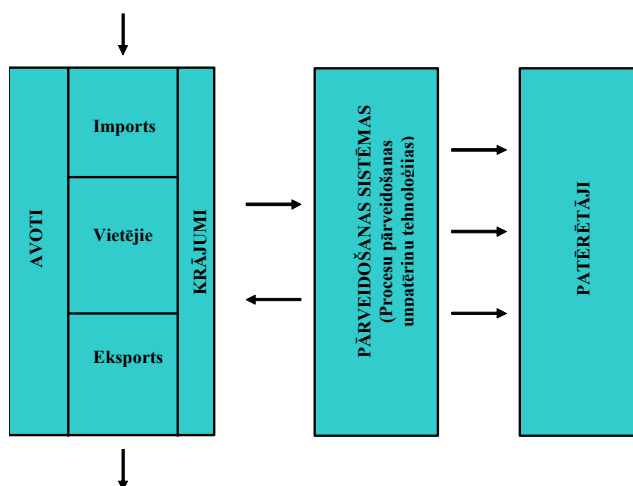
Zīm.10. Enerģijas plūsmas cauri MARKAL blokshēmai – references enerģētikas sistēmai.

Latvijas pašreizējā situācijā šī būtu viena no visreālāk pielietojamām prognozēšanas metodēm, jo nodrošinātu plašu problēmas risināšanas iespēju analīzi. Vairumā gadījumu pašlaik tiek veikta analīze tikai no vien redzesviedokļa punkta. Latvija atrodas situācijā, kad ir jānosaka pieprasījums pēc energoresursiem. Tā ir situācija, kad vēl ir iespējams ietekmēt patērētāju un mainīt viņa darbības motivāciju, bet ir nepieciešams argumentēts pamatojums. Pašreiz ir iespējams iezīmēt vēlamu attīstības tendenci, bet, lai to sasniegtu ir jāizstrādā to nodrošinoša stratēģija un politika.

Lai sekmīgi strādātu pie prognozēšanas enerģētikā ir nepieciešama kvalitatīva informatīva datu bāze. Informatīvajā datu bāzē vislielākā nozīme ir enerģētikas statistikas datiem. Enerģētikas statistikas pilnveidošana ļaus uzlabot enerģētikas politikas un stratēģijas izstrādi.

Dažādu programmu izstrādes pirmais etaps - energoresursu piegādes un patēriņa apskats valstī, to var izdarīt, aprakstot iepriekšējo periodu un tagadējo situāciju ar dažāda veida rādītājiem un salīdzinot tos ar citu valsts enerģētiskiem rādītājiem. Informācijas kvalitātei ir ļoti liela nozīme. Pirmkārt, visai informācijai jāatbilst starptautiskiem un Eiropas standartiem šajā jomā un visiem jēdzieniem jābūt vienādi izprotamiem visiem lietotājiem.

MARKAL modelis dod lieliskas iespējas ne tikai enerģētikas plānošanas izstrādei, bet arī parāda savstarpējo iedarbību starp enerģētikas sistēmu, ekonomiku un vidi, ņemot vērā enerģijas pieprasījumu, tā prognozes un cenas. MARKAL palīdz orientēties pasaules enerģētikas sistēmās un spēj norādīt iespējamajos optimālos enerģētikas attīstības virzienus, ievērojot sabiedrības uzliktos ierobežojumus. MARKAL modelis atspoguļo visu energosistēmu ar atbilstošiem rādītājiem. Enerģijas nesēju plūsma energosistēmā ir parādīta zīm. 11. Modeļa struktūra nodrošina plašu pārveidošanas procesu, pieprasījuma tehnoloģiju izvēli, tādējādi nodrošinot dažādu energosistēmu konfigurāciju modelēšanu.



Zīm.11. Enerģijas plūsma MARKAL.

MARKAL ir izveidots tā, ka viss plānošanas laika periods ir sadalīts laika posmos, un visam par pamatu ir bāzes gads. MARKAL izvēlas „labāko” energosistēmas struktūru katrā laika posmā, optimizējot izmaksas un ņemot vērā dažādus ierobežojumus. Mainīgos lielumus un ierobežojumus, kuri apraksta energosistēmas modeli, var definēt atsevišķi katram laika posmam, tāpēc izveidojas koeficientu matricas. Apakšējā bloka diagonāles struktūra attēlo ierobežojumus energosistēmā katrā laika periodā. Matricas augšdaļas dinamiskie ierobežojumi definē sakarības starp dažādiem laika posmiem modelī. Tie galvenokārt ir darba mūža ilgums, ierobežojumi investīcijām un tirgus ierobežošana.

Modeļa struktūra nodrošina plašu modelēšanas procesu: pārveidošanas, pieprasījuma tehnoloģiju izvēli, tādējādi nodrošinot dažādu energosistēmu konfigurāciju modelēšanu. MARKAL datu detalizētība ir atkarīga no energosistēmas sarežģītības, no datu pieejamības un no risināmo jautājumu būtības. Šī modeļa elastība ļauj piemērot MARKAL dažādām nacionālām vai reģionālām energosistēmām bez liekas pārprogrammēšanas. Latvijā ir ļoti daudz nelielās jaudas katlu mājas, kuras modelis ļauj plānot ar vietējo kurināmo izmantošanu. MARKAL ir ieprogrammētas dažādas vispārīgās mērķa funkcijas. Mērķa funkcijas var būt šādas: kopējās sistēmas izmaksu minimizēšana; doto importēto enerģijas resursu izmantošanas minimizēšana; atjaunojamo enerģijas resursu izmantošanas maksimizēšana utt.

MARKAL ir tehnoloģiski orientēts modelis, kurā tiek aplūkota gan apgāde ar energoresursiem, gan to pieprasījums. Energoresursu piegādi attēlo līknes veidā, kur energoresursu daudzums ir atkarīgs no to izmaksām. Savukārt, lai definētu tehnoloģijas, ir jāzina izmantojamā kurināmā veids, kapitālieguldījumi, pastāvīgās un mainīgās ekspluatācijas izmaksas, tehniskie raksturojumi (tehnoloģijas efektivitāte, pieejamība), apkārtējās vides piesārņojums, ko rada dotā tehnoloģija, un zemes izmantojamība. Šie rādītāji var mainīties atkarībā no laika posma. Jaunās tehnoloģijas vērtē un sarindo atkarībā no to izmaksām, efektivitātes un iedarbības uz apkārtējo vidi. Nepieciešamos datus, piemēram, datus par patēriņu var iegūt no apsildāmās platības ( $m^2$ ), transporta līdzekļu nobrauktajiem kilometriem utt. Savukārt, enerģijas taupīšanas efektivitāti (piem., māju siltināšanas izolācija) var novērtēt naudas izteiksmē.

Pašreizējais MARKAL modelis satur 40 patērētāju grupas, 100 enerģijas resursus, 210 piegādes tehnoloģijas, 330 patērētāju tehnoloģijas. Gala modelis satur apmēram 7000 lineārus ierobežojumus. Lai šādu datu bāzi MARKAL modelis izanalizētu un veiktu aprēķinus, ir nepieciešams diezgan ievērojams procesora laiks, bet ņemot vērā attīstību datoru jomā, tā nav problēma. MARKAL rezultāti ietver visas optimālas energosistēmas detaļas - primārās enerģijas, tehnoloģiju sajaukumu, kā arī kapitālieguldījumus un ražošanas izmaksas. Viena no priekšrocībām, lietojot optimizēšanas modeli, ir katras tehnoloģijas, kurināmā un vides piesārņošanas ierobežojumu robežizmaksu pieejamība.

Darba ietvaros ir apkopota informācija par kopējā elektroenerģijas pieprasījuma nodrošināšanu un ir konstatēts, ka jāpieņem ir visām pieejamām enerģijas ražošanas tehnoloģijām, t.sk., koģenerācijas un atjaunojamos resursus izmantojošām stacijām. Ņemot vērā 24.07.2007. MK noteikumus Nr.503 „par elektroenerģijas ražošanu, izmantojot atjaunojamos energoresursus” un 10.11.2006. MK noteikumus Nr.921 „par elektroenerģijas ražošanu koģenerācijā atbalsta šādu tehnoloģiju izmantošanu”.

Darbā ir izstrādāta metodika, kura iekļauj gan mikromatemātiskus modeļus (PolySun, Meteor), gan makromatemātisko modeļus (MARKAL) tas jau ir valsts mērogā, ar mikromatemātisko modeli var modelēt sistēmu tikai atsevišķām grupām – privātmājām, skolām utt., bet ar makromatemātisko modeļi – sistēmas modelēšana jau notiek valsts mērogā.

Pēc nepieciešamās informācijas ievadīšanas modeli, tas ir - patērētāju grupas, enerģijas resursi, piegādes tehnoloģijas, patērētāju tehnoloģijas tika veikta jutīguma analīze. MARKAL rezultāti ietver visas optimālas energosistēmas detaļas - primārās enerģijas, tehnoloģiju sajaukumu, kā arī kapitālieguldījumus un ražošanas izmaksas. Viena no priekšrocībām, lietojot optimizēšanas modeli, ir katras tehnoloģijas, kurināmā un vides piesārņošanas ierobežojumu robežizmaksu pieejamība. No tā var secināt, ka elektrostacijām var būt daži noteikumi:

- hidroelektrostacijas nepieciešama vienmērīga ūdens caurplūde visa gada griezumā, bet VES vēja parkiem jābūt ar lielu kopējo jaudu un ar izkliegtu izvietojumu teritorijā ar dažādu vēja stiprumu un virzienu. Lai vēja elektrostaciju izmantotu kā bāzes slodzes staciju, tad, lai nodrošinātu tādu pašu sistēmas drošību kā ar fosilā kurināmā bāzes slodzes stacijām un sasniegtu tādu pašu enerģijas ražošanas apjomu, būtu nepieciešama apmēram trīs reizes lielāka uzstādītā jauda. Vēja elektrostacijas var uzskatīt par bāzes slodzes staciju tikai tādā gadījumā, ja vēja fermām ir lielas jaudas (virs 1000 MW) un tās atrodas ļoti izkliegtā teritorijā (miljoni  $m^2$ ). Ja vēja enerģijas ģeneratori ir izvietoti izklaidus, tad rezerves jaudām ir jābūt apmēram 30% no uzstādītās jaudas. Turpretim, ja vēja ģeneratori ir koncentrēti vienā reģionā, tad rezerves jaudām ir jābūt apmēram 50% no uzstādītās jaudas. Jāatzīmē, ka minētās tehnoloģijas Tas pats ir ar saules elektrostacijām. Latvijas apstākļos nevar nodrošināt nepārtrauktu un stabilu elektroenerģijas piegādi visa gada un diennakts griezumā un nevar tikt izmantotas kā bāzes slodzes stacijas.

Analizējot teorētiski iespējamo bāzes jaudas elektrostaciju variantus tehniskās iespējas (jaudas diapazonus, efektivitāti, kurināmā izmantošanas elastību, nepieciešamo būvniecības laiku u.c.), var secināt, ka:

- no tehnoloģiskā viedokļa nepastāv būtiski šķēršļi neviena veida elektrostacijas būvniecībā, ir tikai atsevišķi jaudu ierobežojumi;
- atsevišķa gāzes kombinētā cikla stacijas bloka jauda nav lielāka par 400 MW. Ja nepieciešama lielāka jauda, tad elektrostaciju veido no vairākiem blokiem, iegūstot kopējo jaudu 800, 1200 MW un vairāk,
- biomasas elektrostaciju optimālā uzstādītā jauda ir līdz 50 MW,
- augstāku kurināmā izmantošanas efektivitāti (vidēji 55%) iespējams panākt, izmantojot dabas gāzi. Cietā kurināmā elektrostaciju efektivitāte vidēji ir 40-42%;



- attiecībā uz cietā kurināmā izmantošanu, elastīgāka ir verdošā slāņa tehnoloģija, kurai ir ievērojami zemākas prasības pret kurināmā kvalitāti, kā arī tā dod iespēju izmantot dažādus kurināmā veidus, tai skaitā tādu atjaunojamo kurināmo kā biomasu, vietējo kurināmo kūdru un atkritumus;

- no būvniecības ilguma viedokļa visizdevīgākā ir dabas gāzes kombinētā cikla tehnoloģija, kuru iespējams īstenot 2-3 gadu laikā. Cietā kurināmā elektrostacijas celtniecībai nepieciešams 4-5 gadus ilgs laika posms.

Lai nosegtu iztrūkstošo bāzes jaudas deficītu, praktiski īstenojami risinājumi pēc Marklal ir šādi:

- dabasgāzi izmantojoša elektrostacija (izmantojamā tehnoloģija - gāzes turbīnas kombinētais cikls - GTCC);
- cieto kurināmo (akmeņogles, kūdru, biomasu, kurināmo maisījumu u.c.) izmantojoša elektrostacija (izmantojamās tehnoloģijas: pulverizētā sadedzināšana (PC), sadedzināšana verdošajā slānī (FBC) vai kombinētā cikla tehnoloģija ar cietā kurināmā gazifikāciju).

Bāzes jaudu deficīta novēršanas risinājums nav arī pārvades sistēmu starpsavienojumi, jo izbūves pamatā ir divas funkcijas – tirdzniecības operāciju veikšana starp diviem tirgus apgabaliem un rezerves nodrošināšana atslēgšanās gadījumos. Starpsavienojums var likvidēt deficītu pie nosacījuma, ja pretējā tirgus apgabalā ir jaudas pārpalikums tajos laika brīžos, kad ir jaudas deficīts. Savukārt Latvijai tuvāko valstu (Somijas, Zviedrijas) sistēmas ir deficītas. Starpsavienojumu izbūves rezultātā rodas iespējas enerģijas apmaiņai stundās, kad dažādos tirgus apgabalos veidojas cenu starpības. Pašlaik cenas Baltijas reģionā un Ziemeļvalstu tirgū ir ļoti līdzīgas. 2008.gada februārī un martā cenas ziemeļvalstu tirgū (Nordpool) svārstījās robežās no 29 līdz 45 EUR/MWh. Sagaidāms, ka arī cenu pieaugumi nākotnē būs samērojami.

Kā biomasu (bioloģiski noārdāma frakcija lauksaimniecības, mežsaimniecības un ar tām saistīto nozaru produktos, atkritumos un atliekās un sadzīves atkritumos) elektrostacijā galvenokārt var tikt izmantota koksne. Salmu, biodegvielas ražošanas atlikumu un atkritumu potenciāls ilgtermiņa izmantošanai ir neliels.

Veikta ekonomiskā analīze. Elektroenerģijas ražošanas cenu veido šādas izmaksas:

- kurināmais (CO<sub>2</sub> kvotas cenas ietekme uz elektroenerģijas cenu parādīta zīm.13.);
- ekspluatācijas izmaksas;
- kapitālizmaksas (ietver investīciju atmaksāšanos 15 gadu periodā, izmantojot diskonta likmi 15%).

Kurināmā izmaksas rēķinātas, izmantojot reālās kurināmā cenas 2007./2008. gados. Kurināmā cenas: dabasgāze 21,0 LVL/MWh, akmeņogles 7,0 LVL/MWh, kūdra 9,8 LVL/MWh, biomasu (koksne) 10,7 LVL/MWh.

Kapitālieguldījumu un ekspluatācijas izmaksu noteikšanai izmantoti Starptautiskās enerģētikas aģentūras 2007. gadā apkopotie dati par reālām izmaksām laika posmā no 2005.-2006. gadam uzbūvētām elektrostacijām. Kapitālieguldījumi ietver visas nepieciešamās izmaksas elektrostacijas uzbūvēšanai – izpēti, projektēšanu, iekārtas, montāžu un būvdarbus, uzraudzību, kā arī kapitāla izmaksas (kredītsaistības būvniecības periodā).

5. tabula

Kapitālieguldījumi un ekspluatācijas izmaksas, Ls/kWe

Tehnoloģija	Kapitālieguldījumi		Ekspluatācijas izmaksas	
	Minimālās izmaksas	Maksimālās izmaksas	Minimālās izmaksas	Maksimālās izmaksas
<b>Cietā kurināmā elektrostacijas</b>				
PC- cieto kurināmo (akmeņogles, kūdru, biomasu vai iepriekšminēto kurināmo maisījumu) izmantojoša elektrostacija – tehnoloģija: <i>pulverizētā sadedzināšana</i>	667	948	25	53
FBC – cieto kurināmo izmantojoša elektrostacija tehnoloģija: <i>sadedzināšana verdošajā slānī</i>	702	983	32	60
IGCC - cieto kurināmo izmantojoša elektrostacija tehnoloģija: <i>kombinētā cikla tehnoloģija ar cietā kurināmā gazifikāciju</i>	807	1088	39	67
<b>Gāzes elektrostacijas</b>				
GTCC- dabasgāzi izmantojoša elektrostacija izmantojamā tehnoloģija - <i>gāzes turbīnas kombinētais cikls</i>	316	597	11	39
<b>Vēja elektrostacijas</b>				
uz sauszemes	597	876	7	35
jūrā	842	1123	21	49
<b>Hidroelektrostacijas</b>				
Vidējas jaudas (5-50MW)	1264	1544	11	39
Mazas jaudas (<5 MW)	2668	2948	18	46

Ekspluatācijas izmaksas ietver visas nepieciešamās izmaksas elektrostacijas apkalpošanai – apkalpojošā personāla darba algas, remontu izmaksas, materiālus un citas izmaksas.

Lai veiktu jutīguma analīzi, ir apkopoti visi iespējamie riska faktori, kuri atstāj ietekmi uz finanšu un ekonomiskajiem aprēķiniem un to rezultātiem. Šie faktori ir apkopoti 5. tabulā un katram no tiem analīzes ceļā noteikta riska pakāpe.

Nevienam no konkrētiem fosilā kurināmā veidam nav vērā ņemamu cenu priekšrocību.

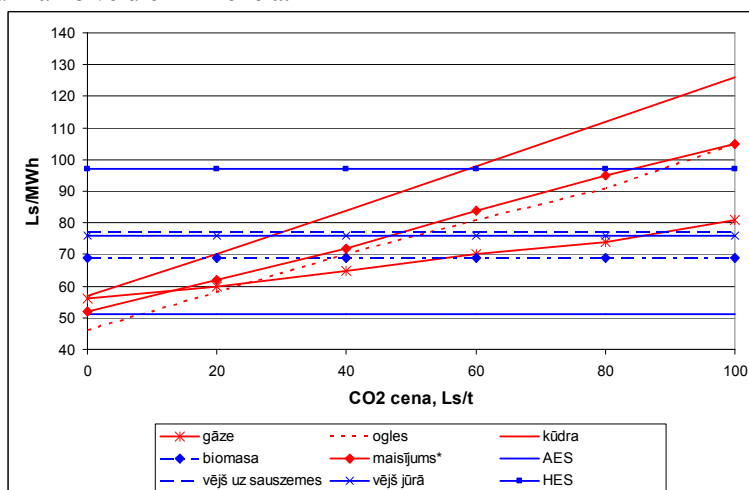
Izmantojot tādus fosilos kurināmos kā dabas gāzi, ogles, kūdras un kodoldegvielu, elektroenerģijas cena svārstās salīdzinoši nelielā amplitūdā 46-56 Ls/MWh. Izmantojot biomasu, šis līmenis ir nedaudz augstāks – aptuveni 67 Ls/MWh. Izmantojot tādus atjaunojamus energoresursus kā vējš un hidroenerģija, elektroenerģijas cena ir ievērojami augstāka – 76-97 Ls/MWh. Prakse rāda, ka pie lielāka jaudas izmantošanas koeficienta arī šāda veida elektroenerģija var veiksmīgi konkurēt ar fosilo elektroenerģiju, tomēr Latvijas klimatiskajos apstākļos nav iespējams sasniegt lielāku jaudas izmantošanas stundu skaitu gadā.

No ekonomiskā viedokļa Latvijā bāzes slodzes segšanai būtu ieteicams būvēt elektrostaciju, kura darbotos ar ogleņiem vai ogļu, kūdras un biomasas maisījumu.

Tā kā tīras biomasas izmantošanas variants ir dārgāks par citu cieto kurināmo izmantošanas variantiem, biomasu būtu ieteicams izmantot maisījumā ar tādiem cietā kurināmā veidiem kā ogles un kūdra.

Kurināmā cena ir visjutīgākais faktors, ja tiek izmantots fosilais kurināmais. Visjutīgākais variants attiecībā uz kurināmā cenas ietekmi ir dabasgāzes izmantošana, jo šajā gadījumā kurināmajam ir vislielākais īpatsvars elektroenerģijas cenā (tuvu 70%). Tādiem cietā kurināmā veidiem kā ogleņiem un kūdras ir ievērojami zemāka jutība pret cenas izmaiņu, jo to īpatsvars elektroenerģijas cenā ir zemāks (aptuveni 35-45%).

Emisijas kvotas cenai (ja kvotas jāpērk) ir liela ietekme uz tādu fosilo kurināmo izmantošanu kā kūdra un ogles. Pietiekami liela ietekme ir arī dabas gāzes izmantošanas gadījumā. Ja kvotas cena nepārsniedz 14-21 Ls/t, tās ietekme uz dažādiem kurināmo veidiem ir neliela.



Zīm.13. Emisijas kvotas cenas ietekme

Elektrostacijas darbība var ietekmēt vidi šādi:

- saimnieciskas darbības ietekme uz dabas teritoriju;
- emisijas atmosfērā kurināmā sadedzināšanas rezultātā;
- izdeži un pelni cietā kurināmā sadedzināšanas rezultātā;
- ūdeņu piesārņojums.

Izvēloties potenciālās elektrostacijas būvniecības vietu, ir jāņem vērā aizsargājamo dabas teritoriju izvietojums, bez tam jāizvērtē elektrostacijas darbības ietekme uz tuvumā esošajām Natura 2000 teritorijām.

Saistībā ar ietekmi uz dabas teritorijām, jāņem vērā, ka Natura 2000 tīklā Latvijā ir iekļautas 336 teritorijas – 4 dabas rezervāti, 3 nacionālie parki, 250 dabas liegumi, 38 dabas parki, 9 aizsargājamo ainavu apvidi, 9 dabas pieminekļi un 23 mikroliegumi. Aizsargājamā teritorija kopā aizņem 11,9 % no Latvijas platības. Šīm teritorijām ir atšķirīgi aizsardzības un apsaimniekošanas režīmi – no minimāliem ierobežojumiem aizsargājamo ainavu apvidos līdz pat pilnīgam saimnieciskās darbības aizliegumam dabas rezervātos. Teritorijas ir uzskaitītas likuma „Par īpaši aizsargājamām dabas teritorijām”.

Izmantojot tehnoloģijas ar atbilstošu vides aizsardzības aprīkojumu, ir iespējams pilnībā izpildīt ES un Latvijas normatīvo aktu prasības attiecībā uz emisiju, ūdeņu piesārņojuma un vides piesārņojuma ar smagajiem metāliem apjomu, kā arī atkritumu un pārpalikumu utilizāciju no konkrētās elektrostacijas.

Pasaules praksē līdz šim, salīdzinot jaunu elektroenerģiju ražošanas jaudu izmaksas, ārējās izmaksas tieši netiek ņemtas vērā. Tomēr tās tiek ievērtētas, veicot jutīgumu analīzi atkarībā no cenas par CO<sub>2</sub> tonnu (Zīm.13.).

Analizējot, teorētiski iespējamo elektrostaciju variantu tehniskās iespējas (jaudas diapazonus, efektivitāti, kurināmā izmantošanas elastību, nepieciešamo būvniecības laiku u.c.) var secināt, ka Latvijā sākot ar 2012. gadu paredzams jaudu deficīts 300 – 500 MW apjomā. „Energētikas attīstības pamatnostādnes 2007.-2016.gadam” nosaka, ka 2012.gadā Latvijas enerģosistēmā ir jāsasniedz 80% pašnodrošinājums ar elektroenerģiju un 2016.gadā tam jābūt 100% līmenī. *Tas paveicams maksimāli izmantojot atjaunojamus resursus un koģenerācijas ciklu elektroenerģijas ražošanai*, bet atlikušo deficīta daļu (400MW un 800MW attiecīgi līdz 2015. un līdz 2020. gadam) aizpildīt ar jaunām elektrostacijām - būvējot un nododot ekspluatācijā dabas gāzes kombinētā cikla elektrostaciju līdz 2015. gadam un cietā kurināmā elektrostaciju pēc 2015. gada. Tas ir pamatoti ne tikai no elektroapgādes drošuma viedokļa, pārnesot risku mazināšanu savā jurisdikcijā, bet arī uzlabotu valsts importa - eksporta bilanci.

## Secinājumi

Teorētiskie un metodoloģiskie pētījumi veiktie darbā par atjaunojamo energoresursu izmantošanu nākotnē var tikt izmantoti līdzsvarotai enerģijas ražošanas un patēriņa sistēmu attīstībai, izejot no kompleksas sistēmpētījumu pieejas kurināmā un enerģijas izmantošanas iekārtu optimālai izvēlei. Jaunu imitācijas modeļu pielietošana deva iespēju realizēt atjaunojamo energoresursu izmantošanas analīzi u.t.t. Darbā izvērtēti visu AER izmantošanas iespējas Latvija un secināts:

- Koksne ir ievērojams nacionālais resurss un to ir iespējams izmantot enerģijas ražošanā, palielinot energoapgādes drošību un neatkarību, ir iespēja to izmantot liela mēroga enerģētiskos projektos kā vienu no līdz sadedzināšanas produktiem. Tomēr enerģētiskā koksne galvenokārt jāizmanto lokāli.

- Augkopības un mežsaimniecības blakusproduktu izmantošana siltumenerģijas ražošanai var dot ievērojamu efektu enerģētikā it īpaši reģionos, šo atjaunojamo energoresursu koncentrācijas vietās.

- Graudkopības un mežizstrādes sektoros BP potenciāls, kuru varētu reāli izmantot jau pašlaik, ir : a) salmi - 2,5 PJ; b) graudu pirmapstrādes kompleksa blakusprodukti (GPKB) - 1,8 PJ; c) koksnes ciršanas BP - 3,8 PJ. Šo BP enerģētiskais potenciāls nav liels, salīdzinot ar kopējo energopatēriņu valstī, bet var aizstāt, piemēram, visu kurināmās koksnes patēriņu uzņēmumu katlumājās visā Latvijā, kas ir 4,23 PJ. Rapšu sēkļu pārstrādes BP kopējais enerģētiskais potenciāls, kurš pašlaik ir ~540 TJ, ievērojami pieaugs, izpildot Valsts biodīzeļa programmu.

- Lopkopības, piena un gaļas produktu ražošanas BP ir ievērojams resurss enerģijas ražošanai lielfermu tuvumā un tas jārisina kopā ar dabas aizsardzības problēmām atkritumu utilizācijas problēmām un sanitāri — higiēniskās situācijas uzlabojumiem.

- Biogāzes ražošanas kopējais izejvielu potenciāls ir būtiski lielāks, bet ražojot biogāzi tikai no dzīvnieku ekskrementiem lielfermu tuvumā, var iegūt no liellopiem- ~54 TJ, no cūkām ~33 TJ un no putniem - ~36TJ enerģijas, kas var nosegt pašu lielfermu un tuvākās apkārtnes energopatēriņu.

Ņemot vērā atjaunojamo energoresursu izmantošanas visu problēmu spektru, sākot ar kurināmā tirgus realitātēm, likumdošanas un valsts politikas aspektiem, atjaunojamo energoresursu izmantošanas izpēte ir ļoti aktuāla un nozīmīga Latvijā, tāpēc, ka vēl joprojām pastāv problēma aizvietot novecojošās enerģijas ražošanas iekārtas ar mūsdienīgām tehnoloģijām un importētā kurināmā cenu paaugstināšanās veicina atjaunojamo energoresursu izmantošanu.

Kopumā:

1. Atjaunojamie energoresursi var segt līdz 40 % no energopatēriņa energobilancē (biomasa 2007.g. sastādīja 24%).
2. Atjaunojamie energoresursi maksimāli jāizmanto kombinētās shēmās, kombinējot tos ar fosilajiem kurināmā veidiem.
3. Alternatīvo energoresursu izmantošana paaugstināsies pielietojot inovatīvās tehnoloģijas.
4. Pieaugot fosilā kurināmā cenām, paaugstinās atjaunojamo energoresursu izmantošanas īpatsvars kurināmā enerģijas bilancē.
5. Atjaunojamo energoresursu izmantošana ļauj ievērojami samazināt emisiju daudzumu atmosfērā, ir videi draudzīga un ļauj saudzēt vidi.

## Publikāciju saraksts:

1. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva. Thermal insulation in buildings in Latvia. NAS EnerBuild RTD. Proceeding. Research Directorate general. EC, March, 2003. 169-174 pp.
2. P.Shipkovs, T.Esbensen, I.Bekmanis, M.Lange, G.Kashkarova, K.Lebedeva. Integration of Solar Thermal Devices in to Heating Systems. ISES 2003, Goteborg, Sweeden, 2003, CD rakstu krājums, 6 p.
3. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva. Country report on solid biofuel quality situation in Latvia. BioNorm (ENK6-2001-00556) "Prenormative work on sampling and testing of solid biofuels for the development of quality assurance systems". 2003, 16 lpp.
4. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva. Biomass for sustainable development in Latvia. RIO 3 – World Climate & Energy Event. Book of proceedings. Rio de Janeiro, Brazil, 1-5 December 2003, 311 – 316 pp.
5. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva, M.Zeltina, M.Bekers, A.Danilevics, E.Gudriniece. Bioenergy Utilization in Latvia. 2nd World and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Rome, Italy, 2004, CD rakstu krājums, 4 p.
6. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva, M.Rubina. Development of Solid Biofuel Market and Standards in Latvia. 2nd World and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Rome, Italy, 2004, CD rakstu krājums, 4 p.
7. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva, D.Kashkarovs, J.Shipkovs. Solar energy utilization in combination with traditional energy resources. World Renewable Energy Congress VIII, 2004, Denver, Colorado, USA, CD rakstu krājums, 5p.
8. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva. Energy from Biomass in Latvia. 2nd International Ukrainian Conference on Biomass For Energy. 20.–22. 09. 2004., Kyiv, Ukraine, CD rakstu krājums, 4 p.
9. P. Šipkovs, G.Kaškarova, J. Reķis, K. Lebedeva. Zinātniskais pētījums: Atjaunojamās enerģētikas potenciāla ietekme uz Latvijas energobilanci saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes 2001.gada 27.septembra Direktīva 2001/77/EC par tādas elektrības pielietojuma veicināšanu iekšējā elektrības tirgū, kas ražota, izmantojot neizsīkstošos enerģijas avotus, prasībām. Rīga, 2004 –51 lpp.
10. P.Shipkovs, T.Esbensen, G.Kashkarova, K.Lebedeva, J.Shipkovs. Solar energy use in Latvian conditions. Journal of applied research official journal of Lithuanian Applied Sciences Academy, Lithuania, 2005, Nr. 2, 68-73 pp.
11. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva, J.Shipkovs. Perspectives for solar thermal energy in Baltic States. Solar World Congress 2005, Orlando, Florida, USA, August 8-12, 2005., CD rakstu krājums, 6 lp.
12. P.Shipkovs, V.Barkans, A.Temkins, J.Shipkovs, K.Lebedeva, M.Vanags. "Heat conduction process on plane surfaces of a solar collector's absorber: the mathematical description". Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. Riga, 2005, N6, 3-15 lpp.
13. P. Shipkovs, G.Kashkarova, K. Lebedeva, J.Shipkovs. "Renewable Energy for the reduction of pollutions in Baltic States". World Renewabe Energy Congress IX, Florence, Itālija, CD Full Proceedings, 6 lp.
14. P. Shipkovs, N. Levin, V. Pugachov, V. Bezrukov, K. Lebedeva, E. Dashkova-Golovkina. "Technical issues for development of wind generators construction". World Renewabe Energy Congress IX, Florence, Itālija, CD Full Proceedings, 6 lp.
15. P.Šipkovs, Ā. Temkins, V. Barkāns, M.Vanags, G.Kaškārova, K. Lebedeva. „Saules kolektora absorbera matemātiska modelēšana”. Latvijas Jūras akadēmija 9. Starptautiska konference „Ūdens transports un infrastruktūra - 2007”, 19.-20. aprīlis 2007.g., Rīga, Latvija, rakstu krājums, 214 lp.
16. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva, S.Vrubliauskas. "Cost Effective Use of Biomass for Energy in Baltic States". ISES Solar World Congress 2007, Beijing, China, September, 2007, rakstu krājums 2473-2477 pp.
17. P.Shipkovs, G. Kashkarova, K. Lebedeva, M.Jirgens, A.Zigurs, A.Cers. "Financing schemes for biomass in Latvia". World Sustainable Energy Days, 5.3.-7.3.2008., CD proceedings, 9 pp.
18. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva, Z.Budjko, M.Jirgens, A.Zigurs, A.Cers. „Cost Effective Biomass Conversion for Energy in Latvia”, 16th European Biomass Conference and Exhibition From Research to Industry and Markets. 2-6 June, 2008. Valencia, Spain. CD rakstu krājums, 1478 - 1482 pp.
19. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva, Z.Budjko, M.Jirgens, A.Zigurs, A.Cers. „Biomass projects financing schemes in Latvia” 16th European Biomass Conference and Exhibition From Research to Industry and Markets. 2-6 June, 2008. Valencia, Spain. CD rakstu krājums, 2443 – 2447 pp.
20. P.Shipkovs, G.Kashkarova, K.Lebedeva, M.Jirgens. „Biomass Residues and Energy Crops Availability and Use in Latvia”. 10th World Renewable Energy Congress – WREC X, 19-25 July, 2008, Glasgow, Scotland, CD proceedings 213 - 217 pp.