

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
Ekonomikas un vadības fakultāte
Ekonomisko sistēmu vadības teorijas un metožu katedra

Energoneatkarības paaugstināšana, izmantojot
energoefektivitāti un atjaunojamus energo resursus

Increase of energy independency through energy
efficiency and renewable energy resources

BAKALaura DARBS

Autors: **Vadības zinību bakalaura
studiju programmas**

Vides un uzņēmējdarbības vadība

studiju virziena

4.kursa studente

Anete Aizsilniece

Nr. aa06014

Darba vadītājs:

Dr.oec., docente Džineta Dimante

Rīga 2010

Satura rādītājs

Anotācija.....	3
Apzīmējumu saraksts.....	5
Ievads.....	6
1. Alternatīvās enerģijas izmantošanas iespējas energoneatkarības veicināšanai	8
1.1. Latvijas energo atkarība un atjaunojamās enerģijas iespējas	9
1.2. Saules enerģija.....	11
1.3. Vēja enerģija.....	13
1.4. Ģeotermālā enerģija.....	16
1.5. Biomasa	18
2. Energoefektivitātes nozīme valsts tautsaimniecībā	21
2.1. Energoefektivitātes pamatprincipi.....	21
2.2. Ēku energoaudita veikšana un energoefektivitātes minimālās prasības.....	22
2.3. Energoefektivitātes politika Latvijā	24
2.4. Siltumenerģijas izmaksas Latvijā	26
2.5. Enerģijas lietotāja vides piesārņojums	31
2.6. Vides politikas saistība ar energoefektivitāti.....	33
3. Energoefektivitātes uzlabošana privātmājās.....	36
3.1. Energoefektivitātes procesu kopums	38
3.2. Energoefektivitātes procesu izmaksas un efektivitāte.....	43
3.3. Matemātiskā modeļa sastādīšana energoefektivitātes veicināšanai.....	45
3.4. Izmaksu un ieguvumu analīze (IIA) privātmājai.....	49
3.5. Iekšējās peļņas (IRR) un tīrās tagadnes vērtības (NPV) aprēķins.....	54
Secinājumi un priekšlikumi	57
Izmantotā literatūra un avoti.....	59
Pielikumi.....	62

Anotācija

Lai Latvija panāktu lielāku energoneatkarību, ir jāapzinās alternatīvās enerģijas iegūšanas iespējas, kā arī enerģijas zudumu samazināšanas iespējas. Šī bakalaura darba mērķis ir izpētīt alternatīvos energoresursus un energoefektivitātes nodrošināšanas iespējas privātmājās, tādējādi veicinot Latvijas energoneatkarību. Darbā tiek izstrādāts matemātiskais modelis privātmājas energoefektivitātes veicināšanai. Aprēķinu rezultātā ar modeļa palīdzību tiek izdarīti secinājumi par dažādu ieguldījumu ieguvumiem un atmaksas laiku, ņemot vērā finansiālos ierobežojumus.

Atslēgas vārdi: energoefektivitāte, alternatīvie energoresursi, energoneatkarības veicināšana.

Annotation

It is important to recognize the opportunities for alternative energy and energy loss reduction options in Latvia. This thesis is about exploring alternative energy resources and energy efficiency opportunities in private houses, promoting Latvian energy independence. There is developed and tested a mathematical model for private house energy efficiency. Different conclusions show the benefits of investment and the repayment period, taking into account financial constraints for the object.

Key words: energy efficiency, alternative energy, energy independence promotion.

Apzīmējumu saraksts

AER- Atjaunojamie energoresursi

AES- Atomelektrostacija

CSB- Centrālā Statistikas pārvalde

ES- Eiropas Savienība

ETS- Emisiju tirdzniecības sistēma

IIA- Izmaksu un ieguvumu analīze

IKP- Iekšzemes kopprodukts

IRR-Iekšējās peļņas jeb ienesīguma normas

KPEP – kopējā primārā energoresursu piegāde. Apzinātie kurināmā un reģeneratīvie resursi, kuru izmantošana pašreizējā tehnikas attīstības līmenī ir ekonomiski pamatota

KPFI- Klimata pārmaiņu finanšu instruments

LLU- Latvijas Lauksaimniecības Universitāte

MW- Megavati

NDV- Noteiktā daudzuma vienība

NPV-Tīrā tagadnes vērtība jeb neto pašreizējā vērtība

SEG- Siltumnīcefekta gāzes

SKDS- Pētījumu centrs SKDS ir privāta un neatkarīga pētnieciska kompānija, kuras galvenie darbības virzieni ir tirgus pētījumi, mārketinga pētījumi, kā arī dažādi sabiedriskās domas pētījumi

SPRK – Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komiteja

VES- Vēja elektrostacija

ZEM- Zema enerģijas patēriņa māja

QSB- Quantitative systems for business

Ievads

Mainīgās ekonomikas apstākļos, kad cilvēku ienākumi vairs nav tik stabili un prognozējami, svarīga kļūst ekonomiskā motivācija un lietderīga izmantotā enerģija. Mūsdienās Eiropā aizvien vairāk uzmanības pievērš enerģijas taupīšanai. To nosaka gan pastāvīgi pieaugošais enerģijas patēriņš un ar to saistītā nepieciešamība pēc papildu resursiem, gan nepieciešamība pēc iespējas vairāk nodrošināties pret nelietderīgu enerģijas izmantošanu. Tam savukārt ir citi iemesli – nepārdomātas saimniekošanas izraisītā nevēlamā ietekme uz apkārtējo vidi, nespēja pašiem nodrošināt nepieciešamo enerģijas daudzumu un sekojošā atkarība no naftas un gāzes piegādātājiem, kā arī citi iemesli. Līdz 2020. gadam samazinot enerģijas patēriņu par 20%, Eiropas Savienība iecerējusi samazināt siltumnīcas efekta gāzu emisijas apjomu par gandrīz 800 miljoniem tonnu gadā un ietaupīt 100 miljardus eiro. Energoefektivitātes projektu īstenošanā iesaistās visa pasaule. Darbs norit gan valsts, gan katra indivīda līmenī. Eiropas valstu, tai skaitā Latvijas, ieinteresētībai enerģijas lietderīgā izmantošanā ir vairāki iemesli:

- Eiropas Savienības ekonomika kļūst arvien atkarīgāka no importētajiem energoresursiem. Vairākas ES direktīvas reglamentē enerģijas lietošanu;
- Enerģijas patēriņa samazināšana ir viena no sabiedrības ilgtspējīgas attīstības stūrakmeņiem;
- Globālās sasilšanas jautājumi ir vienlīdz svarīgi visiem. Eiropas Savienības valstis ir vienojušās piedalīties siltumnīcefekta gāzu emisiju tirdzniecībā. [4,16.lpp]

Bakalaura darba mērķis: atrast un izpētīt alternatīvās enerģijas un energoefektivitātes nodrošināšanas iespējas privātmājās, tādējādi veicinot Latvijas energoneatkarību.

Mērķa sasniegšanai tiek izvirzīti uzdevumi:

- izpētīt alternatīvās enerģijas izmantošanas iespējas;
- izpētīt mājokļu energoefektivitātes paaugstināšanas iespējas;
- izanalizēt energoefektivitātes procesu ietekmi uz vidi;
- izstrādāt matemātisko modeli energoefektivitātes procesiem, lai nodrošinātu lietderīgāku enerģijas patēriņu dzīvojamajās mājās, ņemot vērā ierobežotos finanšu resursus, un veicinātu valsts energoneatkarību.

Uzdevumu izpildīšanai tiek izmantoti gan sekundārie datu avoti (internets, dažādi CSP pārskati, laikraksti, grāmatas), gan primārie informācijas avoti, veicot eksperta intervijas. Tiek izmantotas matemātiskās modelēšanas metodes. Pētāmais periods nav noteikts, jo darba specifika ļauj pielāgoties ekonomiskajām vajadzībām pēc efektīvāku resursu izmantošanas un lietderības nepieciešamības pārmaiņu laikos. Tā kā energoefektivitāte ir tehnisks un komplekss process, kas prasa labas zināšanas fizikā, ķīmijā un būvniecībā, liela nozīme ir ekspertu profesionalitātei un veiktajiem aprēķiniem. Modeļu sastādīšanā tiks ņemti vērā standarta prasītie rādītāji un ekspertu ieteikumi. Padziļināti tiks izstrādāta ekonomiskā interpretācija matemātiskajam modelim, kas nodrošinās enerģijas lietderības veicināšanu dzīvojamajās ēkās.

Darba pirmajā daļā tiek analizētas alternatīvo enerģijas resursu lietošanas iespējas energoneatkarības veicināšanai. Darba otrajā daļā tiek pētīta energoefektivitātes nozīme valsts tautsaimniecībā, energoefektivitātes pamatprincipi, ēku energoefektivitātes minimālās prasības un energoefektivitātes politika. Kā arī enerģijas lietotāja vides piesārņojums un vides politikas saistība ar energoefektivitāti. Darba trešajā daļā tiek veikts dzīvojamās ēkas energoefektivitātes novērtējums un matemātiskā modeļa sastādīšana, izmantojot ekspertu intervijas un aprēķinus.

Darbā tiek izmantota A. Blumbergas grāmata „Energoserviss, energoefektivitāte”, kuras autore ir profesore Rīgas Tehniskajā universitātē un ir veikusi plašus pētījumus energoefektivitātes problēmu risināšanā. Grāmatas autore problēmu risināšanā iesaka izmantot energoaudita firmu palīdzību. Tas ir sarežģīts, dārgs un laikietilpīgs pasākums, kas sniedz labākos rezultātus. Tomēr bakalaura darba mērķis ir atrast optimālāko energoefektivitātes procesu kopumu, kas nodrošinātu efektīvu resursu izmantošanu ar minimāliem izdevumiem tā realizēšanā, tiem iedzīvotājiem, kas nevar vai nevēlas izmantot energoaudita firmu pakalpojumus.

Modeļu izstrādāšanas problēma ir - katra māja ir specifiska no tās atrašanās vietas un būvniecībā izmantoto būvmateriālu tehniskām īpašībām. Tādēļ, izstrādājot modeli, autore pieņem aptuvenus mājas tehniskos standartus kā eksogēnos parametrus, kas ļauj atrast optimālo problēmas risinājumu.

1. Alternatīvās enerģijas izmantošanas iespējas energoneatkarības veicināšanai

Tā kā Latvijai nav ievērojamu fosilā kurināmā krājumu, tad energoneatkarību var palielināt, vairāk izmantojot vietējos atjaunojamos energoresursus. Kā galvenos atjaunojamos enerģijas avotus var minēt hidroenerģiju, vēja enerģiju, saules enerģiju, biomasu, kā arī ģeotermālo enerģiju. Ir pazīstamas videi draudzīgas alternatīvās enerģijas iekārtas – saules kolektori, vēja ģeneratori un citas iekārtas, kas atjaunojamo enerģiju pārveido mums izmantojamā formā. Atjaunojamie enerģijas avoti piesaista interesi:

- ar savu relatīvo ekoloģisko tīrību;
- ar principālu iespēju radīt sabiedrību, kas dzīvo līdzsvarā ar vidi;
- ar iespēju izmantot dažāda izmēra enerģijas pārveidotājus un tos izvietot dažādās vietās tur, kur ir nepieciešama enerģija. [12,8]

Kā redzams 1.1. tabulā, elektroenerģiju var iegūt gandrīz no visiem alternatīvo resursu veidiem. Tomēr katram resursu veidam ir savas priekšrocības un trūkumi. Siltumenerģiju spēj sniegt biomasu, biogāzi, biodegvielu, ģeotermālā enerģija. Kā alternatīvu degvielai var izmantot biogāzi, biodegvielu un saules baterijas. Tās ir pasaulē atzītas un pārbaudītas iespējas, ko plaši izmanto. Iepazīstoties ar citām alternatīvajiem resursu iespējām, var atrast radošus, videi draudzīgus un ekonomiskus veidus, kā ietaupīt enerģiju.

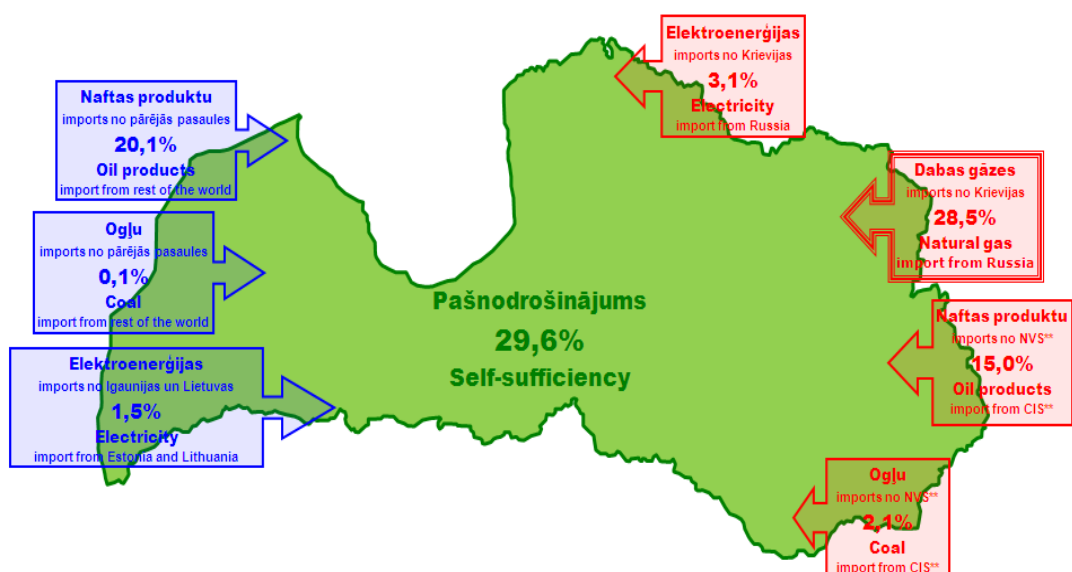
1.1. tabula

Elektroenerģijas iegūšanas iespējas

Resursu veids	Elektroenerģija	Siltumenerģija	Transports
Vējš	•		
Hidroenerģija	•		
Biomasu	•	•	
Biogāze	•	•	•
Biodegviela	•	•	•
Ģeotermālā enerģija	•	•	
Saules baterijas	•		•

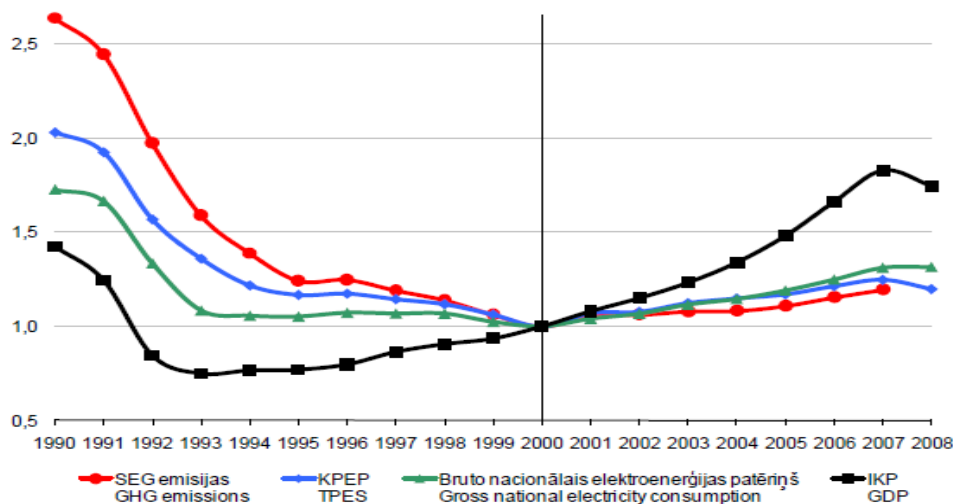
1.1. Latvijas energo atkarība un atjaunojamās enerģijas iespējas

Latvija pieder pie tām valstīm, kuras lielā mērā ir atkarīgas no importētiem energoresursiem. Nozīmīgākie izmantojamie vietējie energoresursi ir koksne un hidroenerģija (Daugavas HES kaskāde). Latvijā cietais fosilais kurināmais, naftas produkti un elektroenerģija tiek importēta no vairākām valstīm un piegādes reģioniem, turpretim dabas gāzei ir tikai viena piegādātājvalsts – Krievija. Resursu plūsmu sadalījums norāda uz relatīvi augsto Latvijas atkarību no importa piegādēm – tikai 29,6% no kopējā patēriņa tiek nosegti ar vietējiem resursiem, kā redzams 2.1. attēlā. Informācija ir iegūta no Latvijas Ekonomikas Ministrijas sagatavotā pārskata "Latvijas enerģētika skaitļos 2009".



2.1.att. Primāro enerģijas resursu plūsmu sadalījums 2008. gadā.

Kā redzams 2.2. attēlā par Latvijas enerģētikas, ekonomikas un vides kvalitātes salīdzinājumu no 1990. līdz 2008. gadam, redzams, ka augošais IKP sāk samazināties, bet SEG emisijas, KPEP un Bruto nacionālais elektroenerģijas patēriņš pēdējos 10 gados ir diezgan līdzīgs un nemainīgs. Lai veicinātu valsts vides kvalitāti, vajadzētu samazināt SEG emisijas un par primārām energoresursiem izvēlēties alternatīvus, videi draudzīgus paņēmienus, samazinot elektroenerģijas un dabasgāzes patēriņu mājāsaimniecībās.



* Atskaites punkts ir 2000. gads, kurā visiem attēlotajiem rādītājiem relatīvā vērtība ir 1
Reference year is 2000 – relative value for all indexes is 1

2.2.att. Enerģētikas, ekonomikas un vides kvalitātes rādītāju mijiedarbība, no Latvijas Ekonomikas Ministrijas gada pārskata par Latvijas enerģētiku skaitļos 2009. gadā.

Mūsu planētas enerģētisko potenciālu veido visdažādākie enerģijas avoti. Visus enerģijas avotus var iedalīt divās klasēs:

1. Atjaunojamie enerģijas avoti- avoti ar pastāvīgu enerģijas plūsmu, kas eksistē vai periodiski rodas apkārtējā vidē. Tie ir enerģijas avoti, kuru krājumi praktiski nav izsmēļami, piemēram, saules, vēja, ūdens, ģeotermālā enerģija. Atjaunojamā enerģija ir apkārtējās vides enerģija, kas rodas neatkarīgi no cilvēka darbības.
2. Neatjaunojamie enerģijas avoti- tie ir vielu un materiālu dabas krājumi, kurus var izmantot cilvēks, lai ražotu enerģiju, piemēram, kodoldegviela, fosilie avoti – ogles, nafta, gāze. Neatjaunojamo avotu enerģija, atšķirībā no atjaunojamās enerģijas avotiem, atrodas dabā saistītā stāvoklī un tiek iegūta tiešas cilvēka darbības rezultātā. Piemēram, karstie ieži, kodolreakcijas un dažādu vielu ķīmiskās reakcijas, tajā skaitā, dedzinot fosilo kurināmo. Izplatījums, kas ir mums apkārt, nepārtraukti ir caurstrāvots ar enerģijas plūsmām un atšķirīgiem avotiem.

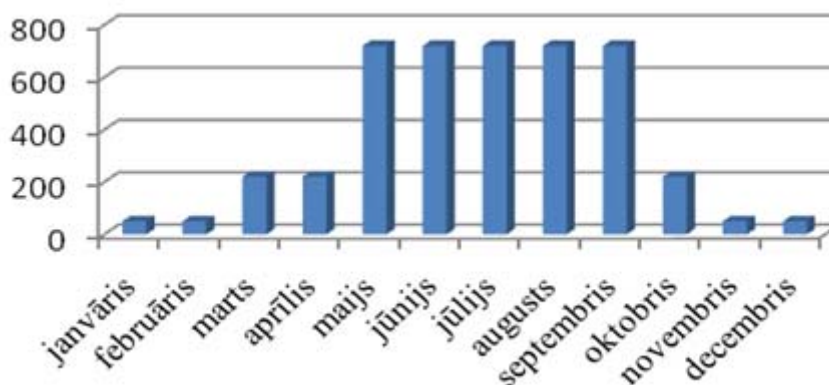
Pašreiz cilvēce AER pilnībā neizmanto galvenokārt to augsto tehnoloģisko izmaksu dēļ. Perspektīvā atjaunojamās enerģijas izmantošana ļaus ietekmēt klimata izmaiņas, kas nav mazsvarīgas, ja ņem vērā pieaugošo energopatēriņu, kas var izraisīt stihisku postu. Lai atjaunojamās enerģijas izmantošana sasniegtu vajadzīgo līmeni, nepieciešams veikt revolūciju sabiedrības priekšstatos par enerģijas avotiem un radīt priekšnoteikumus alternatīvo enerģētisko iekārtu plašai ieviešanai, sagatavot speciālistus, kuri varētu ne tikai izstrādāt tādas iekārtas, bet arī pareizi tās ekspluatēt.[3] Nozīmīga enerģijas daļa, kuru patērē sabiedrība, tiek

izlietota dzīvojamās un sabiedriskajās ēkās. Atjaunojamās enerģijas izmantošana var ieviest izmaiņas gan ēku arhitektūras veidolā, gan sabiedrības dzīves stilā. [6,10] Zaļās enerģijas īpatsvaru Latvijā valdība vēlas palielināt, privātajā sektorā attīstot mazo HES, vēja staciju, biogāzes un biomasas staciju biznesu. Pašreiz šādi ražotās enerģijas īpatsvars veido 2,28% no kopējā patēriņa. Ar paaugstinātu iepirkuma tarifu veicinot zaļās enerģijas biznesu, valsts 2010. un turpmākajos gados šo īpatsvaru grib palielināt līdz 20,25%. Pēc provizoriskiem aprēķiniem, šāda mērķa īstenošana un zaļās enerģijas biznesa attīstības cena ir aptuveni 100 miljoni latu gadā. Tā ir summa, kura valsts A/S „Latvenergo”, realizējot obligāto iepirkumu par paaugstinātu tarifu, būtu jāiztērē ik gadu, atbilstoši valdības noteikumiem iepērkot elektroenerģiju no privātajiem zaļās enerģijas ražotājiem. AS „Latvenergo” elektroenerģijas tarifs patērētājiem valsts īstenoātā zaļās enerģijas atbalsta rezultātā varētu palielināties vidēji par 20—25%. Neviena no Latvijas kaimiņvalstīm nav izvēlējusies nodrošināt tik lielu zaļās, taču dārgākās enerģijas īpatsvaru kopējā patēriņā.[2]

1.2. Saules enerģija

Saules enerģijas ēku siltuma un elektroenerģijas apgādes vajadzībām pasaulē aizsākās aizvadītā gadsimta 70.-to gadu sākumā. Izstrādājot pirmo funkcionāli efektīvo termosolāro un mazliet vēlāk arī elektroenerģijas ģenerācijas inženiertehnisko iekārtu shēmas, saules enerģija (dēvēta arī par saules radiāciju) kļuva par vienu no tolaik neparastākajiem, inovatīvākajiem un progresīvākajiem enerģijas ģenerācijas veidiem. Saules enerģijas izmantošana attīstījās privātmāju, daudzdzīvokļu, biznesa un industriālajā apbūvē. Izmantojama gan siltuma enerģijas iegūšanā, gan elektroenerģijas ģenerācijā. Militārās un civilās kosmosa sakaru tehniskās straujā attīstība un nepieciešamība pēc efektīvas un drošas elektroenerģijas ģenerācijas izplatījumā atrodošām tehniskām ierīcēm (kā, piemēram, civilajiem un militārajiem sakaru satelītiem, Habla teleskopam utt.) lielā mērā noteica straujo un metodisko solāro elektroenerģijas ražošanas tehnoloģiju pilnveidošanu. Siltuma enerģijas un elektroenerģijas izstrādei no saules radiācijas tiek izmantotas principiāli dažādas inženiertehniskās iekārtas, kuru uzstādīšana, ekspluatācija un tehniskā apkope ir ļoti atšķirīga. Iekārtas darbojas ne tikai tad, kad laukā spīd spoža saule un gaisa temperatūra ir salīdzinoši augsta – tās uztver arī izkliedēto saules radiāciju, kas sasniedz zemākos atmosfēras slāņus nepārtraukti – neatkarīgi no laika apstākļiem un gadalaika. Bet intensitāte ir tieši atkarīga no gadalaika, klimatiskajiem apstākļiem un ģeogrāfiskā stāvokļa. [22] Saules enerģija, kas nonāk gada laikā uz Zemes virsmas m^2 Latvijā ir $\sim 1000 kWh/m^2$. Līdzīgs starojums ir Dānijā un Zviedrijas dienvidos.

Saules enerģijas izmantošana Latvijā attīstījās aizvadīto 4-5 gadu laikā. Latvijā saules starojuma maksimālais lielums ir 1100 kWh/ m². No maija līdz septembrim 1 m² liels saules kolektors var dot vidēji 700-740 kWh, no oktobra līdz aprīlim – 200-240 kWh, bet no novembra līdz februārim tikai 40-50 kWh enerģijas. Saules kolektoru ražotāji uzskata, ka to izmantošana ir aptuveni 25- 30 gadi.



1.1. att. Latvijā Saules starojuma vidējie rādītāji kWh/m²

Kā norāda profesore D. Blumberga, habilitēta inženierzinātņu doktore, RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta direktore, Saules kolektors ir daļa no ēkas saules enerģijas izmantošanas sistēmas, kurā būtisku lomu ieņem arī akumulācijas tvertne un regulatori. Modernas saules enerģijas izmantošanas sistēmas energoefektivitāte (lietderības koeficients) ir 40 - 45%. Svarīgi ir atcerēties, ka saules kolektors ir jānovieto tā, lai saņemtu maksimālu saules starojumu. Kolektoriem ir jābūt orientētiem uz dienvidiem, ar minimālu noēnojumu. Saules enerģiju var izmantot ne tikai karstā ūdens sagatavošanai, bet arī, lai daļēji segtu apkures sistēmas siltuma slodzi. Saskaņā ar izstrādē esošo EK direktīvu, visām jaunbūvēm, kas tiks uzceltas pēc 2018. gada 31. decembra jābūt aprīkotām ar saules kolektoriem vai citām iekārtām, kas nodrošina enerģijas ražošanu uz vietas. Saules enerģijas izmantošanas priekšrocības :

- Būtisks siltuma un karstā ūdens izmaksu samazinājums
- Bezmaksas saules siltuma komforts un videi draudzīgums
- Neatkarība no tarifu celšanas standarta tipa apkurei
- Rezerves apkures sistēma kalpošanas mūža pagarināšana

Pasaules un arī Latvijas tirgos ir pieejami divu tipu saules kolektori – plākšņuveida un vakuuma, kas atšķiras ne tikai pēc dizaina, bet arī ar savām siltumtehnikas un efektivitātes īpašībām. Atšķirīgas ir arī abu tipu kolektoru cenas. Cauruļu vakuuma kolektori ir dārgāki un

nodrošina augstāku efektivitāti, nekā plakanie. Tie tiek izmantoti Eiropā jau pēdējo 20 gadu laikā. Lielākā daļa patērētāju izvēlas tieši vakuuma kolektorus pateicoties to augstākai efektivitātei un zemākiem siltuma zudumiem. [22]



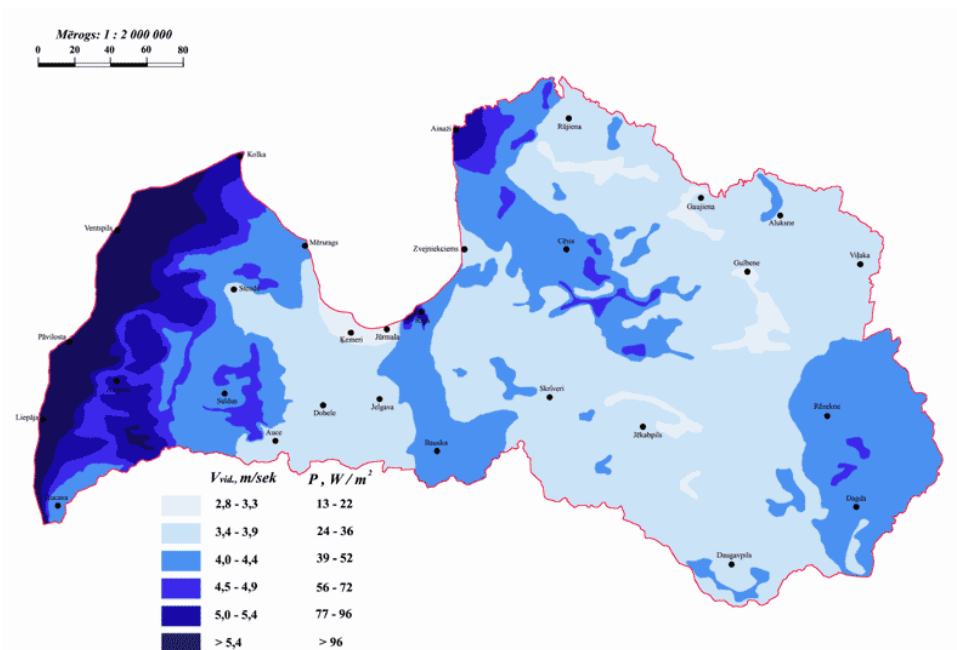
1.2.Att. Vakuuma saules kolektors



1.3.Att. Plakanais saules kolektors

1.3. Vēja enerģija

Kā viens no perspektīvākajiem atjaunojamās enerģijas avotiem ir vējš, tā enerģija, kas skaitās viena no dabai draudzīgākajām un zaļākajām enerģijām. Jau vēsturiski vēja enerģija ir izmantota kuģniecībā, bet pēc tam, lai aizstātu cilvēka muskuļu spēku. Pirmos vēja dzinējus izmantoja Ēģiptē un Ķīnā. Ēģiptē saglabājušās veltņu veida akmens vēja dzirnavu atliekas, kas uzceltas jau 2-1.gs. pirms mūsu ēras. Mūsdienās attīstoties tehnikai un pieaugot vajadzībai pēc enerģijas, tā tiek iegūta izmantojot vēja ģeneratorus. 20.gs. sākumā krievu zinātnieks N. Žukovskis izstrādāja ātrgaitas vēja dzinēja teoriju un lika pamatus augstāzīģa moderna vēja dzinēja izgatavošanai. Vēja turbīna gūst enerģiju, pārvērdama griezes momentā spēku, ar kādu pūš vējš uz rotora spārnēm. Enerģijas daudzums, kādu vējš atdod rotoram, ir atkarīģs no trim faktoriem: gaisa blīvuma, laukuma, kuru šķeļ rotora spārnē, un no vēja ātruma.[24] Vēja turbīnas enerģiju sāk raģot, lēģzko vēja ātrums sasniedz 2,5 m/s. Nominālais vēja ātrums – 12 m/s. Vispiemērotākās vietas vēja ģeneratoru izvietošanai ir jūras piekraste, jūras un kaili pakalni. [23] Pirms vēja ģeneratora uzstādēšanas ir rūpēģi jāizvēlas uzstādēšanas vieta, lai gūtu maksimālo atdevē no tā darbēbas. Ja vēja ģeneratori tiek uzstādēti privātmāģu vajadzēbām, drošēbas nolūka dēģ ir nepieciešama lielu zemes platēbu - ja tas krēģt, lai neuzģāģžas ēkām vai bēģvēm. Šo prasēbu ievēģot pilsēģtās ir gandrēģz vai neiespēģjami, tādēģ vēja ģeneratorus iespēģjams uzstādēģt privātmāģās, kas atrodas ārģpus pilsēģtas un ap kurām ir liela zemes platēba. Vēja enerģēģas izmantošanas iespēģjas Latvijā vēģ tikai attēģstās. Lai labāk izprastu vēģa resursa daudzumu Latvijā, izmanto vēģa kartē(1.4.att.), kas parģda aptuveno vēģa stiprumu daģāģdos reģģonos.



1.4 attēls Vidējais gada vēja ātrums 10 m augstumā

Gada vēja ātrums un tā izmaiņas būtiski atkarīgas no atmosfēras kopējās cirkulācijas īpatnībām, kā arī no vietējiem apstākļiem. Latvijā vēja ātrums maksimumu sasniedz ziemā, bet minimumu - vasarā. Pēc kartes var redzēt, ka ar vēju bagātākā ir Kurzemes piekraste, aptuveni 200 km, kā arī Ainažu rajons, ar attālināšanos no piekrastes 15 km. Esošajā daļā ir daudz aizsargājamās dabas teritorijas, kurās ir aizliegta saimnieciskā darbība, kā arī privātās teritorijas. Visā Latvijas teritorijā ir atļautas uzstādīt līdz 250 KW lielas VES. Tā ir lieliska iespēja papildināt savus enerģijas resursus vai izmantot kā alternatīvu enerģijas ieguves veidu. Līdz šim VES ir uzstādītas Jelgavas, Aizkraukles u.c. rajonos. Šobrīd Latvijā eksistē vairāki objekti, kas ražo vēja enerģiju. Lielāko daļu ražo Vēja parks Liepājā Baltijas jūras krastā, kurā 2002.gadā tika uzstādīti 33 vēja ģeneratori. Ir jāpaaugstina vietējo projektu izstrādātāju un vadītāju, kā arī amatpersonu un sabiedrības izpratnes līmeni par vēja enerģijas izmantošanas priekšrocībām. Kā priekšrocības var minēt zemo ekspluatācijas izdevumus, augstu elektroenerģijas efektivitāti, neizsmeļamos resursus un jaunu darbavietu radīšanas iespējas. Lai popularizētu alternatīvās enerģijas izmantošanas iespējas, valdība piešķir dažādus atvieglojumus, kā piemēram, atbrīvošana no nodokļiem dažus gadus pēc vēja enerģijas ieguves izveides, tarifu paaugstināšana no vēja iegūtai enerģijai u.c. Pēc EM aprēķiniem, santīmi par kWh, bez PVN, minimālā—maksimālā cena atkarībā no stacijas jaudas VES ir 11,04—14,25 8,14—12,72. Vidēji Eiropā atbalsta cenas ir zemākas -5-7 santīmu par kWh diapazonā. AS „Latvenergo” māsaimniecībām elektrību pārdod par 7,4 santīmiem par kWh. Vietējie zaļās enerģijas asociāciju pārstāvji uzsver, ka Eiropas valstīs bez paaugstinātā iepirkuma tarifa ir vēl citi atbalsta mehānismi. [23] Iepazīstoties ar pētījumu „Latvijas atjaunojamo

energoresursu izmantošanas un energoefektivitātes paaugstināšanas modelis un rīcības plāns”, speciālisti ir secinājuši virkni risku un šķēršļu VES attīstībai Latvijā:

1) Likumdošana jeb juridiskā bāze. Tiek norādīts uz ilgtermiņa plāna (skatījuma) neesamību, skaidras atbalsta shēmas trūkumu (kvotu sistēma, obligātais iepirkums), apgrūtināšanas prasības VES pieslēgumam kopējam elektrotīklam un tml.

2) Pieredzes trūkums. Latvijā trūkst kompetentu ekspertu specifisku (vēja enerģētikas) jautājumu risināšanā visās jomās – sākot no tiesību aktu izstrādes līdz pat būvniecībai un ekspluatācijai.

3) Ekonomiskais. Nav skaidrs VES saražotās elektroenerģijas ilgtermiņa iepirkuma tarifs un apjoms (atbalsta sistēmas ir nepastāvīgas un neprognozējamas, jo ir atkarīgas no politiskiem lēmumiem).

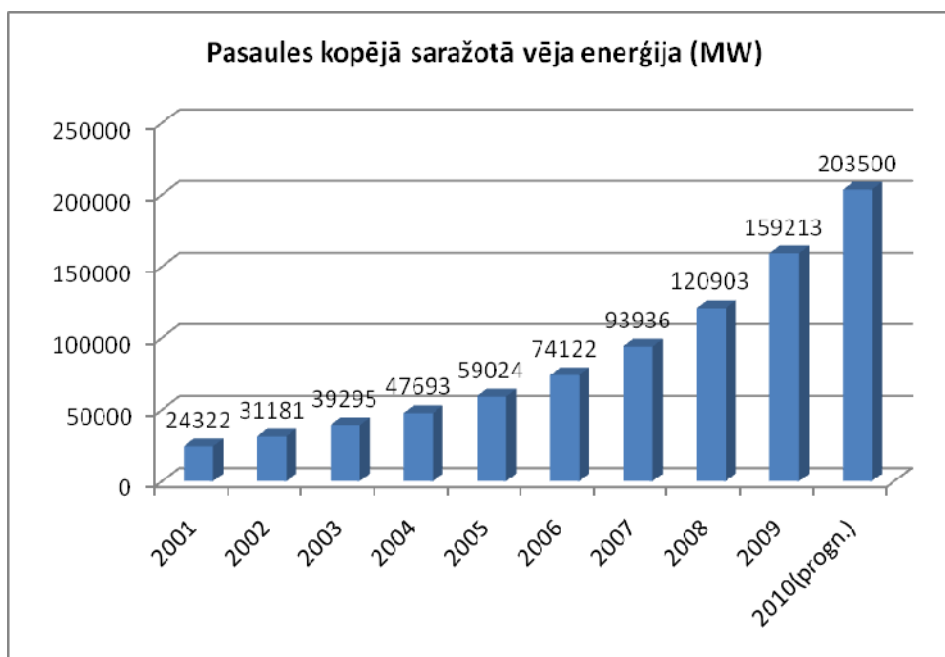
4) Regulatīvais. Valsts iestāžu „sadrumsatoloģība” nepieciešamās dokumentācijas saņemšanai, kas prasa laika patēriņu un neskaidrības starp dažādām institūcijām par vienu un to pašu jautājumu.

5) Vides jautājumi. Kurzemes piekrastē, kur ir augstāks vidējais vēja ātrums līdz ar to labākas potenciālās VES būvniecības vietas ir ļoti daudz aizsargājamo dabas teritoriju, tajā skaitā nozīmīgi putnu ceļi un ligzdošanas vietas.

6) Tehnoloģiskais. Ņemot vērā nelielo pieredzi, neskaidrības rada VES ekspluatācija, kā arī VES integrācija kopējā tīklā, kas tiek uzskatīta par galveno šķērslī. Kaut arī VES saražotās elektroenerģijas balansēšanas un elektrotīklu kapacitātes jautājums bieži vien tiek uzskatīts par galveno argumentu kāpēc nevar ieviest kādu konkrētu VES uzstādāmās jaudas apjomu, tomēr pētījumi (ja tādi ir veikti) netiek sniegti.

7) Sabiedrības informētība. [32]

Neraugoties uz problēmām vēja enerģijas attīstībai Latvijā, Pasaulē tā ieņem vienu no modernākajām un straujāk attīstošajām alternatīvajām enerģijām. Pēc Pasaules vēja enerģijas asociācijas 2009. gada atskaites var secināt, ka vēja enerģija parādīja pieaugumu par 31,7%, kas ir augstākais līmenis kopš 2001.gada. Neskatoties uz globālo ekonomisko krīzi, vēja enerģija tiek uzskatīta par vienu no zemākā rika nozarēm un aktīvi turpinās vēja turbīnu uzstādīšana, sevišķi aktīvi šajā nozarē darbojas Ķīna un ASV. Vēja jauda dubultojas ik pēc trim gadiem, kā redzams 1.5.attēlā. Kopējā vēja jauda 200000 megavatu pēc speciālistu prognozēm tiks pārsniegts 2010.gadā. Nozares apgrozījums 2009. gadā sasniedza 50 miljardus eiro, nodarbināti tika 550 000 cilvēku visā pasaulē. Ir prognozes, ka 2012.gadā vēja nozarē varētu sasniegt pirmo reizi 1 miljonu nodarbināto.[18]



1.5.attēls Pasaules kopējā saražotā vēja enerģija (MW),pēc Pasaules Vēja enerģijas asociācijas 2009.gada atskaites

1.4. Ģeotermālā enerģija

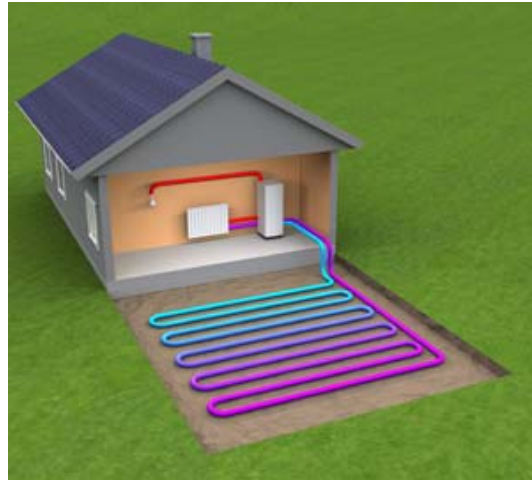
Ģeotermālā enerģija ir Zemes dziļu siltuma enerģija, kas par siltuma avotu un izplatītāju izmanto zemi. Ieži zem Zemes virsas bieži ir karsti. Ģeotermālās elektrostacijās izmanto šo iežu siltumu, lai pārvērstu ūdeni tvaikā. Tvaiku var izmantot elektrības ražošanai vai apsildīšanai. Ģeotermālos siltumsūkņus izmanto jau kopš 20.gs. vidus. Mūsdienās visvairāk ģeotermālo enerģiju izmanto seismiski aktīvos rajonos, piemēram, Īslandē un Jaunzēlandē. [13] Jebkura ģeotermālā apkures sistēma ietver dažus būtiskus komponentus: ģeotermālo siltumsūkni, kas parasti atrodas ēkas iekšpusē, siltummaini (cauruļu kontūra, kas ierīkota zem zemes) un ūdeni (vai antifrīzu), kas cirkulē kontūrā un savu siltumu atdod siltumsūkņim. To darbības princips balstās uz zemes nemainīgo temperatūru izmantošanu. Pateicoties zemes dziļu temperatūru stabilitātei, ģeotermālo sūkņu sistēmas ir ārkārtīgi efektīvas pat visbargākajā ziemā. Ir zināms, ka gaiss mēdz bieži tikt pakļauts sezonālām temperatūras svārstībām, tai laikā, kad zemes temperatūra 0,5 metru dziļumā praktiski nemainās gada laikā. Atkarībā no ģeogrāfiskā platuma augsnes temperatūra svārstās no 7°C līdz 21°C. Ziemā augsnes temperatūra ir augstāka, kā gaisam, savukārt vasarā gaiss ir siltāks. Ģeotermālais siltumsūkņš šo starpību izmanto siltuma apmaiņai ar zemi ar siltummaiņa palīdzību. Tāpat kā jebkurš cits siltumsūkņš, ģeotermālo sūkņi var izmantot gan ēku apsildīšanai, gan atvēsināšanai, kā arī karstā ūdens nodrošināšanai. Daži ģeotermālo sistēmu modeļi ir aprīkoti ar divu režīmu kompresoriem, kas ļauj ekonomiskāk tērēt siltumu.

Salīdzinot ar siltumsūkņiem, kas kā siltuma avotu izmanto gaisu, ģeotermālo siltumsūkņu darbs ir krietni vien klusāks, tie ilgāk kalpo un prasa mazākas pūles iekārtu apkopē, tie tāpat absolūti nav atkarīgi no ārējā gaisa temperatūras. Lai gan ģeotermālās sistēmas izmaksā salīdzinoši daudz, izdevumus izdodas atpelnīt jau pēc 5-10 gadiem. Ēkā izvietotās sistēmas komponenti kalpo aptuveni 25 gadus, savukārt ārpusē ierīkotais cauruļvads var darboties 50 gadus un vairāk. Izšķir 4 ģeotermālo sistēmu veidus, no kuriem trīs (horizontālā, vertikālā un ūdenstilpņu) attiecināmas uz slēgtām sistēmām. Ceturtais sistēma balstās uz atvērtās cauruļu kontūras. Katram sistēmas veidam piemīt savas priekšrocības un trūkumi. Atbilstošākās konfigurācijas izvēli lielā mērā nosaka klimats, augsnes stāvoklis, brīvās platības pieejamība un iekārtas izmaksas. Visas četras sistēmas var tikt izmantotas gan privātajā apbūvē, gan komercsektorā. Šādu sistēmu darbības pamatā ir ūdens (vai antifrīza) cirkulēšana slēgtā kontūrā, kas ir ierīkots zem zemes. Kontūras garumu nosaka augsnes temperatūra, mitrums un siltuma vadīšanas spēja, kā arī sistēmas dizains.

Ģeotermālais siltumsūknis ar horizontālo siltummaini ir salīdzinoši ekonomisks ģeotermālo sistēmu tips, efektīvs, ja pietiekošā apjomā ir pieejama nepieciešama zemes platība. Sistēmas ierīkošana vismaz 1 metra dziļumā zemē tiek raktas tranšejas, kurā horizontāli tiek ievietotas caurules. Savukārt ģeotermālais siltumsūknis ar vertikālo siltummaini jeb termozondes ierīko zemē līdz 200 m dziļuma līmenim, veidojot urbumus, starp kuriem tiek ievērots attālums 5-10 metri. Vertikālās sistēmas priekšrocība - minimālais kaitējums, ko tās ierīkošana nodara videi. Turklāt šādas sistēmas izmantošanai nepieciešams mazāks cauruļu kopgarums, nekā horizontālās sistēmas gadījumā. Taču salīdzinājumā ar horizontālo sistēmu vertikālā izmaksā krietni vairāk, jo tās ierīkošana iekļauj arī izdevumus urbšanas darbiem.

Ģeotermālais siltumsūknis ar slēgtu ūdens aprites ciklu ir īpaši ekonomisks slēgtās ģeotermālās sistēmas veids. Pietiekoša dziļuma ūdenstilpnes dibenā apļu veidā tiek izvietotas caurules, kas nodrošina ūdens pārsūkņēšanu no ūdenstilpnes. Augstas prasības tiek izvirzītas pret ūdenstilpni - tai jābūt noteiktam dziļumam un apjomam.

Augsnei ar labām siltumvadīšanas spējām ir nepieciešams mazāks cauruļu skaits noteiktā enerģijas daudzuma akumulēšanai, nekā augsnei ar sliktu siltumvadīšanu. Rīcībā esošās augsnes slāņa biezumam arī ir būtiska nozīme - ja tas ir pārāk plāns, lai tajā raktu tranšejas, bet zeme satur pārāk daudz iežu, tad priekšroka jādod vertikālajai sistēmai. Arī gruntsūdeņu klātbūtne nosaka ģeotermālās sistēmas izvēli. Svarīgi ir noskaidrot gan gruntsūdeņu, gan virszemes ūdeņu dziļumu, kvalitāti un apjomu.



1.6.attēls.Ģeotermālais siltumsūknis ar vertikālo siltummaini 1.7.attēls Zemes kolektors

Ģeotermālās sistēmas ierīkošanai nepieciešamas specifiskās zināšanas un speciālās iemaņas, tādēļ šo darbu jāuztic speciālistiem. Uzņēmumam, kas ierīko ģeotermālās sistēmas, jābūt atbilstošiem sertifikātiem un ilgstošai pieredzei šajā nozarē. [14]

1.5. Biomasa

Arvien plašāk pasaulē sāk izmantot ar biomasas palīdzību ražoto enerģiju gan siltumam, gan mehānismiem, gan elektriskajā enerģijām. Biomasa ir organisks produkts. Biomasu var izmantot dažādos veidos: bioenerģijā (biosiltums, bioelektrība), kā arī biokurināmais (visi kurināmie, kas tiek saražoti no biomasas, ieskaitot cieto kurināmo (skaidas, šķeldu, malku, granulas), šķidro (bioetanolu, biodīzeļdegvielu, bioeļļas) un gāzveida (biogāzi, ūdeņradi un citas gāzes). Kā vienu no izplatītākajiem un pazīstamākajiem siltumenerģijas ieguves veidiem tiek uzskatīta koksne, kuras pielietojumu izmanto jau gadsimtiem ilgi un nepārtraukti pilnveido, samazinot radītās emisijas piesārņojumu. Maza mēroga lietojumam ir piemērota kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošana. Tā var tikt izmantota, lai nodrošinātu gan telpu apkuri, gan karstā ūdens padevi individuālām ēkām vai ēku grupām. Šī relatīvi jaunā tehnoloģija ir sasniegusi tādu attīstības līmeni, kad tiek uzstādītas koģenerācijas stacijas ar jaudu no 50 līdz 500 kW. [21] Latvijā ir 3 asociācijas, kas saistītas ar bioenerģijas izmantošanu : Latvijas Bioenerģijas Asociācija; Latvijas Biogāzes Asociācija; Latvijas Biomasas Asociācija. Latvijas Biomasas Asociācijas pārstāvji apgalvo, ka Latvija ir bagāta ar biomasu un nepietiekami daudz to izmanto. Kā blakusprodukts

veidojas apmēram 6,8 miljoni cieškubikmetru koksnes masas gadā, kas ir izmantojama biomasai un var radīt aptuveni 1,53 milj. MWh gadā. Tas ir labi redzams 1.8 attēlā. Tā ir viena no iespējām kā Latvija varētu veicināt savu energo neatkarību. Latvijas valsts ceļu kopgarums ir 70 tūkstoši kilometru. Katru gadu no krūmiem atbrīvo aptuveni 1800 ha ceļmalu, kur varētu iegūt līdz 110 tūkstošus ciešmetru šķeldas.



1.8. att. **Biomasa no meža**

Par pašu saražoto kurināmo - nauda paliek mūsu valsts ekonomikā. Tā nonāk pie mežsaimniekiem, lauksaimniekiem, energokultūru ražotājiem, pārstrādātājiem, piegādātājiem un transportētājiem. Katru gadu tiek eksportēts ap 3,1 miljonu tonnu enerģētiskās koksnes. Viena tonna koksnes dod ap 2,5 megavatstundas enerģijas. Tātad tiek izvests ap 8 miljoniem megavatstundu gadā jeb "eksportēts" 350 elektrisko megavatu lielu koģenerācijas staciju. Par importēto kurināmo - nauda uz neatgriešanos aizplūst no valsts prom. [10]

Lai labāk izprastu alternatīvo bioenerģijas ražošanas iekārtu praktisko pieejamību Latvijā, tiek apskatīti vairāki uzņēmumi. Kā vienu no piemēriem var minēt 1992. gadā dibināto Ikšķiles uzņēmumu SIA „Firma KSD”, kas piedāvā iekārtas, kuras var sadedzināt visas organiskās vielas, kas izdala siltumu un kuru degšanas produkti nav kaitīgi apkārtējai videi. Tie ir videi draudzīga kurināmā izstrāde un praktiskā pielietojuma nodrošināšana. Tās īpašnieks un ideju autors ir zinātnieks Ceronis Asars. Darbības virziena pamatā ir privātais sektors - ģimenes mājas, nelielie ražotāji. Tiek piedāvātas arī apkures un siltā ūdens apgādes sistēmas sabiedriskām ēkām un pat apdzīvotu vietu centriem. Privātajiem pasūtītājiem tiek piedāvājumā izgatavoti katli, kas tiek apkurināmi ar malku, granulām, graudiem, skaidām, kūdras briketēm. Kā piedāvājumu zemnieku saimniecībām siltuma ražošanai – iekārtas salmu, koksnes atkritumu pārstrādei. Uzņēmums ir izstrādājis vairākus produktu piedāvājumus, kuri ir viegli modificējami un pielāgojami pasūtītāju vajadzībām, vai tā būtu dzīvojamā ēka vai

kāda no saimniecības ēkām. Firma veic gan pētījumus, gan eksperimentus, lai atrastu jaunus risinājumus efektīvākiem paņēmieniem, kā radīt un ietaupīt enerģiju. Viens no izgudrojumiem un piedāvājumiem ir apkures katli, kas ir piemērojami jebkura veida kurināmā dedzināšanai. Katliem ir augsts lietderības koeficients: malkai - 90 procentu, granulām - no 92 līdz 94 procentiem. Uzņēmējs un zinātnieks C.Asaris kā vienu no lauku apvidos esošo māju izdevīgākajiem kurināmā veidiem min nekvalitatīvo graudu un atsiju dedzināšanu. Tie ir laukos pieejami, lēti (45-50 Lati par tonnu). Tādējādi var nodrošināt apkuri un silto ūdeni mājai, fermai, lopbarības sagatavošanai, graudu žāvēšanai ilgam laikam. Vēl kā perspektīvu kurināmo C.Asaris redz enerģētiskās koksnes audzēšanu šķeldām - tie varētu būt ātraudzīgie kārkli, apses, tādējādi izmantojot Latvijas laukos brīvi pieejamos krūmājus un kūlu (sapresējot ruļļos vai ķīpās). Tā būtu lieliska alternatīva pļavu dedzināšanai un pūdēšanai. No siena var ražot granulas. Katli ir dažādi: sausam kurināmajam, kam mitrums nepārsniedz 35 procentus, karstā kurtuve kurināmajam, kam mitruma pakāpe sasniedz 60-65 procentus, (lapu un zaru dedzināšanai). Tomēr tās ir tikai iespējas, ko piedāvā Latvijas jaunie zinātnieki un izgudrotāji, parādot savas spējas radošas idejas pārvērst reālos darbos. Gan zinātnieki, gan entuziasti strādā pie interesantiem projektiem, kam bieži trūkst finansiāls atbalsts, investīcijas. Tomēr tas SIA „Firma KSD” īpašniekam Ceronim Asaram, kurš realizē savas idejas kā biznesa produktus un piedāvā iekārtas, kuras var sadedzināt visas organiskās vielas, kas izdala siltumu un kuru degšanas produkti nav kaitīgi apkārtējai videi. Pats firmas īpašnieks uzskata, ka veiksmīgā darbība slēpjas profesionālos darbiniekos – izgudrotājos un projektu realizētājos – inženiere konstruktore Silvija Ziediņa, tehniskais direktors Kaspars Rocāns un eksperimentālo iekārtu konstruktors Ivars Zušs. Tomēr visu piedāvājumu un risinājumu gala vārds pieder uzņēmējam un zinātniekam Ceronim Asaram, kas izceļas ar spēcīgām tehniskajām zināšanām un lielu darba pieredzi. [1]

2. Energoefektivitātes nozīme valsts tautsaimniecībā

Pasaules tautsaimniecības attīstība pēdējos gados ir saskārusies ar vairākiem izaicinājumiem, kas varētu būtiski ietekmēt turpmākos globālos ekonomiskās izaugsmes tempus. Līdz ar problēmām, kas bijušas aktuālas jau kopš neatminamiem laikiem un kuras mūsdienās visbiežāk tiek pievienotas ANO tūkstošgades attīstības mērķu ietvaros (pārtikas pietiekamība, dzeramā ūdens pieejamība un citas), pastiprināta uzmanība pasaules mērogā tiek pievērsta problēmām, kas saistītas ar enerģētikas jautājumu ilgtspējīgiem risinājumiem. Fosilā kurināmā rezerves nav neierobežotas, un situācija naftas un dabasgāzes globālajā tirgū pēdējā laikā apliecina, ka tirgus dalībniekiem to nāksies saprast. Straujais naftas cenu kāpums ir licis daudzām pasaules valstīm nopietni pārskatīt savu politiku attiecībā uz energoresursu izmantošanu. Ilggadējā paļaušanās uz fosilo kurināmo ir radījusi situāciju, ka alternatīvie enerģijas veidi bieži vien tikuši uzskatīti par nenozīmīgu energobilances sastāvdaļu, tomēr pēdējo gadu notikumi pasaules politikā un ekonomikā liek secināt, ka šāds pieņēmums ir nepareizs, un jau tuvākajā nākotnē daudzām pasaules valstīm (īpaši tām, kuru rīcībā nav pietiekamu energoresursu) var nākties pakārtot savus ekonomiskos mērķus energoresursu pieejamības iespējām. Tas var būtiski ietekmēt tautsaimniecības nozaru struktūru valstīs, kuras atkarīgas no importētās enerģijas, kā piemēram, Latvijas valsts. [9,117.lpp]

2.1. Energoefektivitātes pamatprincipi

Energoefektivitātes definīcijas pamatā ir enerģija lietderīgas izmantošanas ideja. Praksē visbiežāk sastopamies ar šādu energoefektivitātes klasifikāciju :

- a) augsta energoefektivitāte, kas ir enerģijas (energoresursu) patērētājam, kurš samazinājis enerģijas patēriņu līdz minimumam;
- b) zema energoefektivitāte, kas ir enerģijas (energoresursu) lietotājam, kurš maksimāli tērē enerģiju, nedomājot par to.

Enerģijas patēriņš var būt ne tikai minimāls un maksimāls, pareizāk būtu lietot jēdzienu optimāls enerģija patēriņš. Tas ietver gan tehnoloģiju inženiertehniskos aspektos, gan arī iekārtu izvēles ekonomisko un finansiālo, vides un socioekonomisko pamatojumu. [4,7.lpp]

Energoefektivitātes pasākums ir ēkas pilnveidošanas projekts, kā rezultāts ir enerģijas patēriņa samazināšana. Tiek panākta enerģijas lietderīgāka izmantošana, uzlabojās komforta stāvoklis telpās. Tā kā samazinās izmaksas par enerģiju, tas nozīmē, ka energoefektivitātes pasākumos ieguldītie līdzekļi atmaksājas.

Energoefektivitātes pasākumus nevar organizēt haotiski. Lai pēc iespējas izvairītos no neefektīva naudas līdzekļu ieguldījuma, pie tam, neesot īsti pārliecinātam, par to, ka līdzekļi ieguldīti pareizi, vislabāk griezties pie speciālista – energoauditora. Šis speciālists veic ēkas energoauditu, kas ir sistemātiska procedūra ar mērķi iegūt precīzu informāciju par esošo enerģijas patēriņu ēkā, noteikt tos faktorus, kas ietekmē šo patēriņu, kā arī salīdzināt ekonomiski izdevīgākos energoefektivitātes pasākumus. Energoaudita rezultātā tiek uzskaitītas nepilnības ēkā no siltumtehnikas viedokļa un doti ieteikumi par iespējamajiem risinājumiem, kas balstās uz profesionāliem aprēķiniem. Energoaudits norāda uz konkrētiem energoefektivitātes pasākumiem, kas ēkā būtu jārealizē un uz to atmaksāšanās laiku un efektivitāti. Latvijā veikto energoauditu skaits skaitāms simtos un jau realizēti māju energoefektivitātes paaugstināšanas piemēri ir atrodamī visā Latvijā – Valmierā, Madonā, Kuldīgā, Rēzeknē, Rīgā un šādu ēku kļūst arvien vairāk.[26] Tomēr sabiedrības informētība vēl nav pietiekama un iesaistīšanās mājokļu energoefektivitātes palielināšanā būtu ievērojami jāsekmē arī valsts institūcijām.

2.2. Ēku energoaudita veikšana un energoefektivitātes minimālās prasības

Energoaudits tiek veikts pakāpeniski. Vispirms tiek izpētīta ēkas konstrukcija un atrasti energoaudita aprēķinam nepieciešamie konstruktīvie parametri (ēkas arhitektoniskais risinājums). Tad tiek savākti un izpētīti izejas dati aprēķiniem, kuri doti projekta dokumentācijā (par siltuma mezglu, apkures sistēmu, ventilāciju un gaisa kondicionēšanu). Nākamais solis – tiek veikti aprēķini siltuma izdalījumiem (ieskaitot Saules doto siltumu, cilvēku un apgaismes izdalīto siltumu), aprēķini siltuma slodzei un ikgadējam siltumenerģijas patēriņam apkurei, aprēķini siltuma slodzei un ikgadējam siltumenerģijas patēriņam ventilācijai, izmantojot datorprogrammu Ekomāja, visbeidzot - veikti ikgadējā elektroenerģijas patēriņa aprēķini. Pēc aprēķinu veikšanas tiek analizēti projekta dati un aprēķināti rezultāti, aprēķinātās slodzes salīdzinātas ar projektētajām (kad tas ir iespējams, un projekta dati ir pietiekamā daudzumā). Pēc datu apstrādes tiek aprēķināti īpatnējie enerģijas patēriņi, lai salīdzinātu ar citām ēkām Latvijā un Eiropā, un veikta darbināšanas izmaksu prognoze. Aprēķinu veikšanai tiek izmantotas datorprogrammas Ekomāja (ļauj noteikt ēku enerģijas patēriņu un energoefektivitātes pasākumus), TRNSYS (ļauj veidot ēkas modeli, simulēt siltumapmaiņas procesus ēkās un veikt ēkas energoefektivitātes novērtējumu) un EXCEL (izveidotas aprēķinu programmas, kas ļauj veikt inženiertehniski ekonomiskos aprēķinus). Galvenais, lai visu speciālistu, ēkas projektētāju darbība risinātos saskaņoti. [8]

Tā kā katra māja ir unikāla, tad arī energoefektivitātes pasākumi katrai ēkai būs atšķirīgi. Energoefektivitātes pasākumus var iedalīt sešās grupās:

E – ēkas norobežojošās konstrukcijas (ārsienas, jumtu/ bēniņus, pagraba pārsegumu).

K – vadība un kontrole (energoefektivitātes pasākumi, kas ļauj samazināt enerģijas patēriņu).

V – ventilācija (āra gaisa infiltrācijas procesi un iekārtas).

I – inženierkomunikācijas (apkures, ventilācijas, karstā ūdens sistēmas).

A – apgaismojums.

EL – elektroiekārtas (sūkņi, veļas mašīnas, TV, ledusskapji utt.).

Atsaucoties uz 3.nodaļas 3.1. formulu par siltuma bilances aprēķināšana dzīvojamajai ēkai, kā vieni no nozīmīgākajiem tiek izcelti – E,V un I grupas energoefektivitātes pasākumi, ko sīkāk var redzēt 2.1. tabulā.

2.1.tabula

Svarīgi energoefektivitātes procesi siltuma bilances formulas aprēķināšanā.

Grupa	Pasākums	Ietaupījuma prognozes/reālais ietaupījums
E (ēkas norobežojošās konstrukcijas)	ārsienu, jumtu/ bēniņu, pagraba pārsegumu siltināšana. Ēkas ārdurvju blīvēšana vai nomaiņa. Divslīpu jumtu izveidošana. Logu nomaiņa.	Potenciālos ietaupījumus iespējams aprēķināt, izmantojot telpas temperatūru pirms un pēc pasākumiem.
V (ventilācija)	Logu un durvju blīvēšana, remonts vai nomaiņa. Lodžiju iestiklošana. Mehāniskās ventilācijas uzstādīšana.	Gaisa apmaiņas kārtu ēkā ir grūti noteikt, jo tā ir atkarīga no daudziem faktoriem. Prognozētie enerģijas ietaupījumi tiek noteikti, balstoties uz pieredzi un pieņēmumiem.

Grupa	Pasākums	Ietaupījuma prognozes/reālais ietaupījums
I (Inženierkomuni kācijas)	Cauruļvadu siltuma izolācijas uzlabošana. Siltuma mezglu uzstādīšana. Apkures sistēmas balansēšana. Karstā ūdens temperatūras samazināšana nakts laikā.	Enerģijas ietaupījumus var prognozēt, veicot aprēķinus siltuma zudumiem pirms un pēc pasākumu veikšanas.

Dažus no energoefektivitātes pasākumiem iedzīvotāji var īstenot tikai ēkas līmenī, bet dažus – tikai dzīvoklī. Šiem pasākumiem nepieciešamo izdevumu diapazons var būt ļoti plašs: dažreiz izdevumi ir nelieli, bet citos gadījumos ir nepieciešamas lielas investīcijas. Visbiežāk praksē ir sastopami gadījumi, kad temperatūra telpās neatbilst normatīviem. Īpaši svarīgi ir organizēti samazināt pārāk augstu telpu temperatūru, lai novērstu situāciju, kad telpas tiek dzesētas, atverot logus.

2.3. Energoefektivitātes politika Latvijā

Latvijā ir izstrādātas Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.-2016.gadam. Tas ir dokuments, kas nosaka Latvijas valdības politikas pamatprincipus, mērķus un rīcības virzienus enerģētikā turpmākajiem desmit gadiem un iezīmē arī nozares ilgtermiņa attīstības virzienus. Kā viens no pamatnostādņu izvirzītajiem rezultātīvajiem rādītājiem ir: siltumenerģijas ražošanas iekārtām vidējo efektivitātes līmeni valstī laika posmā līdz 2016. gadam jāpaaugstina no 68% līdz 80%-90%, bet vidējo siltumenerģijas zudumu līmeni siltumenerģijas pārvades un sadales tīklos jāsamazina no 17% uz 14%. Pamatnostādnēs izvirzīto mērķu sasniegšanai paredzēti šādi rīcību pamatvirzieni: nodrošināt investīciju programmu sagatavošanu un īstenošanu energoefektivitātes paaugstināšanai siltumapgādes uzņēmumu sistēmās, ēku energoefektivitātes paaugstināšanai un enerģijas ražošanai no atjaunojamajiem enerģijas resursiem, piesaistot šim mērķim arī Eiropas Savienības struktūrfondu līdzekļus, kā arī izveidot Enerģētikas aģentūru. [29] Rīgas pašvaldības aģentūra „Rīgas enerģētikas aģentūra” (REA) ir izveidota ar Rīgas Domes 2007. gada 23. janvāra lēmumu „Par Rīgas pašvaldības aģentūras „Rīgas enerģētikas aģentūra” izveidošanu”, pamatojoties uz saņemto Eiropas Savienības atbalstu programmas “Intelligent Energy –

Europe” projekta „Energētikas aģentūru izveide BORDO aglomerācijā (Francija), LATINAS pilsētā (Itālija), MURSIJAS pilsētā (Spānija), PORTO pilsētā (Portugāle) un RĪGAS pilsētā (Latvija)” ietvaros. Savu darbību tā uzsāka 2007. gada 15. maijā. [20]

2008.gada 2. aprīlī tika pieņemts likums par ēku energoefektivitāti [30]. Ēku energoefektivitātes jomas vispārējo pārraudzību un koordināciju, kā arī energoefektivitātes politikas izstrādāšanu valstī veic Ekonomikas ministrija. Valsts aģentūra „Būvniecības, enerģētikas un mājokļu valsts aģentūra” nodrošina ēku energoefektivitātes politikas realizēšanu, kā arī īsteno pasākumus, lai veicinātu apkures katlu un gaisa kondicionēšanas iekārtu pārbaudi un efektivitātes uzlabošanu. Valsts vai pašvaldības normatīvajos aktos noteiktajā kārtībā un apjomā var sniegt palīdzību energoaudita veikšanai, kā arī ēku renovācijai vai rekonstrukcijai saskaņā ar energoaudita atzinumu, ievērojot efektīvāko ieguldījumu atmaksāšanas principu, ilgtspējīgas, maksimāla enerģijas ietaupījuma un videi draudzīgu tehnoloģiju izmantošanas principus. [30,5.pants] Likumā ir noteiktas energoefektivitātes prasības ēkām, saskaņā ar Eiropas Savienības direktīvu par ēku energoefektivitāti.

Klimata pārmaiņu finanšu instruments (KPMI) ir Latvijas Republikas valsts budžeta programma. KPMI mērķis ir veicināt globālo klimata pārmaiņu novēršanu, pielāgošanos klimata pārmaiņu radītajām sekām un sekmēt siltumnīcefekta gāzu emisijas samazināšanu (piemēram, īstenojot pasākumus ēku energoefektivitātes uzlabošanai gan sabiedriskajā, gan privātajā sektorā, tehnoloģiju, kurās izmanto atjaunojamus energoresursus attīstīšanu un ieviešanu, kā arī īstenojot integrētus risinājumus siltumnīcefekta gāzu emisijas samazināšanai). KPMI finansē no valstij piederošo noteiktā daudzuma vienību (NDV) pārdošanas, ko veic starptautiskās emisiju tirdzniecības ietvaros atbilstoši Kioto protokola nosacījumiem. NDV pārdošana ir iespējama, jo Kioto protokolā 2008. – 2012. gadam noteikto saistību izpildei (8 % samazinājums salīdzinot ar 1990.gada līmeni) Latvijai nebūs nepieciešamas visas tās rīcībā esošās NDV, un potenciālais pārpalikums būs vismaz 40 miljoni vienību. Pāri palikušo NDV izmantošana citiem mērķiem, piemēram, piešķiršana Eiropas Savienības Emisijas kvotu tirdzniecības sistēmas uzņēmumiem, nav iespējama – NDV nav iespējams konvertēt par emisijas kvotām vai izmantot emisijas kvotu vietā. Taču NDV ir iespējams pārdot, iegūto finansējumu ieguldot Latvijas attīstībā. Lēmumu par NDV pārdošanu Ministru kabinets pieņēma 2006. gada 12. aprīlī – Ministru kabineta rīkojums Nr.249 „Par koncepciju par Latvijas dalību starptautiskajā emisiju tirdzniecībā”. KPMI darbību reglamentē Latvijas noslēgto starptautisko līgumu prasības par NDV pārdošanu, kā arī apstiprinātie tiesību akti, t.sk. likums „Par Latvijas Republikas dalību Kioto protokola elastīgajos mehānismos” (spēkā kopš 13.12.2007.), Ministru kabineta 28.04.2009. noteikumi

Nr.312 „Klimata pārmaiņu finanšu instrumenta konsultatīvās padomes nolikums”, Ministru kabineta 25.06.2009. noteikumi Nr.644 ”Klimata pārmaiņu finanšu instrumenta finansēto projektu īstenošanas, pārskatu iesniegšanas un pārbaudes kārtība”. [31]

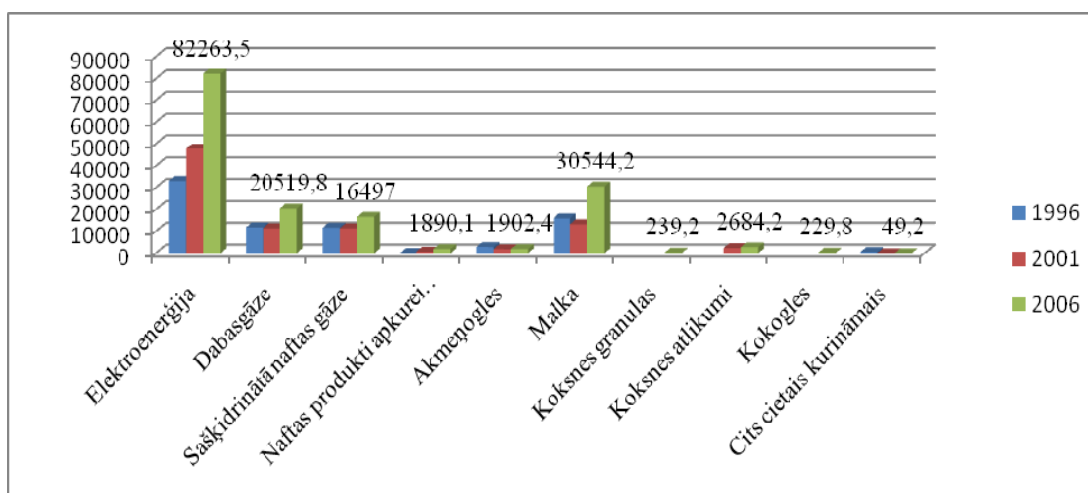
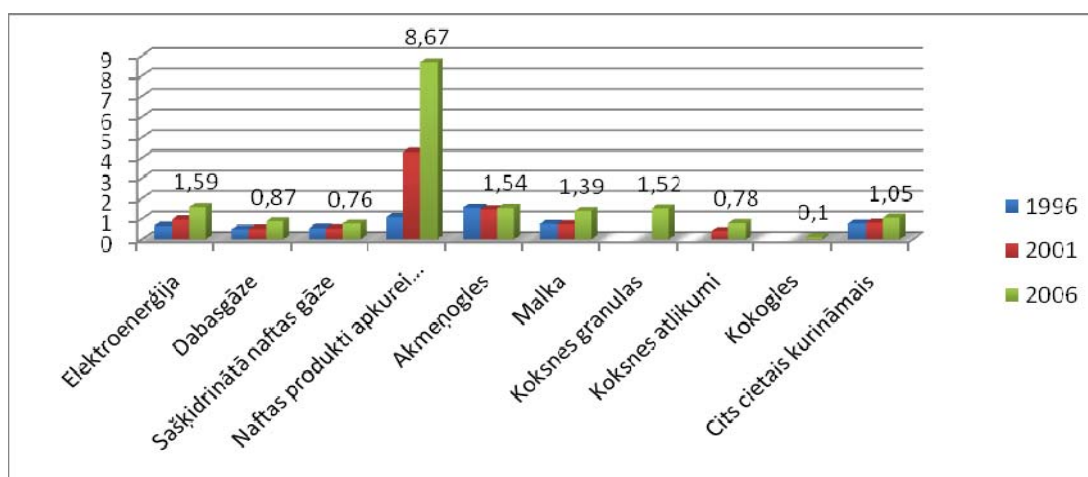
Nacionālā līmenī ar SEG emisiju aprēķiniem (inventurizāciju) Latvijā nodarbojas Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra. Latvijā gaisa baseina piesārņojuma samazināšanas problēmu risinājumus virza divu veidu dokumenti : Nacionālās programmas, plāni, stratēģijas; Likumi, regula, noteikumi.

Latvijā tiks nodrošināta normatīviem un ilgtermiņa mērķiem atbilstoša gaisa kvalitāte, uzlabojot to vietās, kur tā nav apmierinoša, īpašu uzmanību veltot lielajām pilsētām un ražošanas uzņēmumiem. Gaisa kvalitātes monitoringa un pārvaldības nodrošināšanai Latvijas teritorija ir iedalīta divos reģionos (Rietumu un Austrumu) un vienā aglomerācijā (Rīga). Latvijā ir pieņemta Eiropas Savienības prasības gaistošo organisko savienojumu emisiju kontrolei no degvielas uzpildes stacijām un naftas bāzēm, kā arī no darbībām ar organiskajiem šķīdinātājiem. Latvijā ir normatīvais akts, kas regulē smaku izplatību un pieļaujamos līmeņus. [33,67.lpp] Latvijā plānots izņemt no apgrozības ozona slāni noārdošās vielas saskaņā ar Monreālas protokolā un Eiropas Savienības regulās noteiktajiem laika grafikiem. Īpaša uzmanība tiek pievērsta starptautiskai sadarbībai, lai panāktu gaisa pārrobežu piesārņojuma būtisku samazināšanu. Svarīgs uzdevums ir samazināt gaisa piesārņojuma radīto ūdenstilpju eitrofikācijas risku. Līdz šim pietiekama uzmanība netika pievērsta gaisa kvalitātes novērtējumam no smago metālu savienojumu (arsēna, kadmija, dzīvsudraba, niķeļa) un poli ciklisko ogļūdeņražu viedokļa. Ir plānots izstrādāt jaunus normatīvus.

2.4. Siltumenerģijas izmaksas Latvijā

Iedzīvotājiem Latvijā ir dažādas izvēles enerģijas izmantošanai. Pēc CSP apkopotās informācijas par Latvijā mājāsaimniecībās izlietotajiem energoresursiem (tūkst.Ls), 2.2. tabulā, var redzēt par 1996, 2001, 2006 gadu, ka visvairāk tiek tērēts elektroresursiem, izdevumi ar katru gadu palielinās. Pēc 2.3. tabulas var redzēt, ka vislētākais kurināmais ir kokogles (0,10 Ls/m²), kā arī sašķīdinātā naftas gāze (0,76 Ls/m²), savukārt par visdārgāko- Naftas produkti apkurei un siltajam ūdenim (8,67 Ls/m²). Jāņem vērā, ka katram kurināmā veidam ir savas priekšrocības un trūkumi, kā arī tehnikas attīstība, energoefektivitāte (māju siltināšana). Samazinot šos izdevumus iepirktajai enerģijai- elektroenerģija un dabasgāze un aizstājot tos ar efektīvu māju apsiltināšanu un alternatīvu resursu izmantošanu, Latvija kļūtu energoneatkarīgāka.

Mājsaimniecību kopējie izdevumi energoresursiem (tūkst/Ls)

Mājsaimniecību vidējie izdevumi energoresursiem uz 1 m² platības gadā(Ls/m²)

Iedzīvotāji, kas patērē **dabaszāzi** siltumenerģijai, lieto „Latvijas Gāzes” cenu tarifu, kā redzams 2.4. tabulā. Dabaszāzes cena ir piesaistīta mazuta (ar sēra saturu līdz 1%) un dīzeļdegvielas (ar sēra saturu līdz 0,1%) cenas / kotācijas indeksam FOB ARA (Free On Board Amsterdam, Rotterdam, Antwerp) naftas produktu biržās, kā arī Eiropas Bankas noteiktajai eiro un Amerikas dolāra kursa attiecībai. Mainoties mazuta un dīzeļdegvielas kotācijai (tiek ņemta vērā faktiskā 9 mēnešu vidējā kotācija) un valūtu kursu attiecībām, tiek piemēroti atbilstoši SPRK apstiprinātie tarifi. Klientiem ar dabaszāzes patēriņu mazāk par 25 000 m³ gadā tarifi tiek mainīti katra gada 1. janvārī un 1. jūlijā. Tarifi tiek noteikti pie faktiskās siltumspējas.

Gāzes cenu tarifs [15]

<i>Dabasgāzes gada patēriņš</i>	<i>Tarifs par 1 m³ (ar PVN 10%)</i>
Līdz 500 m ³	Ls 0,41913
No 500 m ³ līdz 25 000 m ³	Ls 0,23065

Elektroenerģiju Latvijā piedāvā AS „Latvenergo”. Kā redzams 2.5. tabulā, 1 kWh izmaksas ir no 0,063 -0,077 LVL.

Elektroenerģijas izmaksas [12]

T-1 (lietotājiem ar ievadaizsardzības aparāta strāvas lielumu līdz 40A ieskaitot)		
Tarifa veids	Mērvienība	Tarifs
Maksa par elektroenerģiju	Ls/kWh	0.0743
T-2 (lietotājiem ar ievadaizsardzības aparāta strāvas lielumu virs 40A)		
Tarifa veids	Mērvienība	Tarifs
Maksa par elektroenerģiju	Ls/kWh	0.07244
Maksa par ievadaizsardzības aparāta strāvas lielumu	Ls/A/gadā	0.66
T-3 (lietotājiem neatkarīgi no ievadaizsardzības aparāta strāvas lieluma)		
Tarifa veids	Mērvienība	Tarifs
Abonēšanas maksa	Ls/gadā	26.4
Maksa par elektroenerģiju:		
nakts zona un nedēļas nogale	Ls/kWh	0.06294
dienas zona	Ls/kWh	0.07733
Maksa par ievadaizsardzības aparāta strāvas lielumu	Ls/A/gadā	1.254

Iedzīvotāji, kas izmanto **malkas apkuri**, malku sagādā paši (cērt mežā) vai iepērk no piegādātājiem. Cenas ir dažādas (ar/bez piegādes, malkas kvalitāte). Malkas piedāvājums ir ļoti plašs. Visizmantotākās ir alkšņu, bērzu un ošu malka. Malkas cenas tirgū arī ir ļoti dažādas, jo ir atšķirīgas mērvienības – m³, steri, kravas, u.c. Vidējā aptuvenā cena ir no 10 – 20 LVL par steru. 1Ster = 0,68 m³. Latvijas siltākais koks ir ozols. Ja tā siltumatdeves koeficientu pieņem par 10, tad osim attiecīgi ir 9,6; kļavai – 8,75, bērzam 8,33; alksnim – 7,10; apsei – 5. Līdzīgs kurināmais ir **briketes**. Koksnes skaidu (kūdras, salmu) briketes ir mūsdienīgs ar kalorijām bagāts kurināmais, kuru izgatavo no koksnes atliekām ar presēšanas metodi bez saistošo vielu pielikšanas. Cena ir aptuveni Ls 55 – 110 par tonnu. Līdzīgā cenā var iegādāties **granulas**, kurām nepieciešami speciālie granulu katli. Siltumatdeve ir 4000-4300 kkal/kg. Svārs 650-750 kg/m³.

Ir piegādātāji, kas piedāvā **akmeņogles**, cenas dažādas, no 70 –90 LVL par tonnu. Enerģijas atdeve 5000-7000 Kcal/ kg. **Saules kolektoru** kopējās izmaksas Latvijā vidēji ir no Ls 80- 170/m². Ģimenei pietiktu ar 5-6 m² saules kolektoriem. Kopējās izmaksas aptuveni Ls 1000. Uzturēšanas izmaksas 0,5–1% no kopējām uzstādīšanas izmaksām. Gada laikā no 1 m² saražo vidēji 400 kWh, kopā 2100 kWh. Konsultēja SIA Altenergo speciālisti. 2.6.tabulā par saules kolektoru ieviešanas izmaksu salīdzinājumu ar elektroenerģiju var redzēt, ka 8 gadu laikā iegūstot no saules kolektora vidēji 2100 kWh/gadā(S), pie esošās 1 kWh pārdotās cenas pieauguma(E), iegūstam salīdzinošās izmaksas saules kolektoram ar pirktu elektrību no AS „Latvenergo”fA) (n) gados. Kopējās izmaksas par saules kolektoriem apzīmē ar (C) un pēc aprēķiniem iegūst, ka 8 gadu laikā kopējās izmaksas par saules kolektoriem būtu 1070 Ls, bet par tādu pašu elektrības daudzumu- 1302 Ls. Salīdzinošo izmaksu aprēķināšana saules kolektoriem ar elektroenerģiju rēķina pēc 2.1 formulas. Kopējās izmaksas(C) par saules kolektoriem 5-6 m² (n) gadiem rēķina pēc 2.2 formulas .

$$\sum_1^n S * E = A \quad (2.1)$$

$$\sum_1^n C \quad (2.2)$$

2.6.tabula

Saules kolektoru ieviešanas izmaksu salīdzinājums ar elektroenerģiju

n Gadi	C Izmaksas par Saules kolektoriem (5-6 m2)	S kWh/gadā	E Salīdzinoši 1 kWh AS „Latvenergo” (ja pieņem, ka cenas aug)	A Salīdzinošās izmaksas ar elektroenerģiju
1	1000	2100	0,074	155,4
2	10	2100	0,075	157,5
3	10	2100	0,076	159,6
4	10	2100	0,077	161,7
5	10	2100	0,078	163,8

n Gadi	C Izmaksas par Saules kolektoriem (5-6 m2)	S kWh/gadā	E Salīdzinoši 1 kWh AS „Latvenergo” (ja pieņem, ka cenas aug)	A Salīdzinošās izmaksas ar elektroenerģiju
6	10	2100	0,079	165,9
7	10	2100	0,08	168
8	10	2100	0,081	170,1
Kopā	1070			1302

Katram apkures veidam ir savas priekšrocības un trūkumi. Izvēloties mājokli, ir jāizvērtē un jāatrod piemērotākais apkures veids. Piedāvājums ir plašs un ļoti atšķirīgs. Ir dažādi kritēriji pēc kā vērtēt – enerģētiskā efektivitāte, izmaksas, videi draudzīgs, drošums, ērtums u.c. Visizplatītāko apkures veidu salīdzinājums Latvijā ir redzams 2.7. tabulā.

2.7.tabula

Apkures veidu salīdzinājums

	Dabagāzes apkure	Sašķidrinātā gāze	Granulu apkure	Malkas apkure	Dīzeļdegvielas apkure	Elektriskā apkure	Zemes siltumsūkņa apkure
Automatizācija	augsta	augsta	vidēja	zema	vidēja	augsta	augsta
Papildus aprīkojums							
* dūmvads	+	+	+	+	+	-	-
*ugunsdroša katlu telpa	+	+	+	+	+	-	-
*papildus ventilācija	+	+	-	-	-	-	-
Ekspluatācijas izmaksas	vidēja	augstas	vidēja	zemas	vidēja	augstas	zemas
Ierīkošanas izmaksas	vidēja	vidēja	augstas	zemas	vidēja	zemas	augstas
Kurināmā siltuma atdeve	augstas	augstas	vidēja	vidēja	augstas	-	-
Lietderības koeficients	augstas	augstas	vidēja	zems	zemas	augsts	augsts
Apkalpošana	sarežģīta	sarežģīta	vienkārša	vienkārša	vidēja	-	-
Vides	vidējs	vidējs	vidējs	vidējs	augsts	vidējs	zems

pisārņojums							
Drošības pasākumi	augsti	augsti	vidēji	augsti	augsti	vidēji	zemi

2.5. Enerģijas lietotāja vides piesārņojums

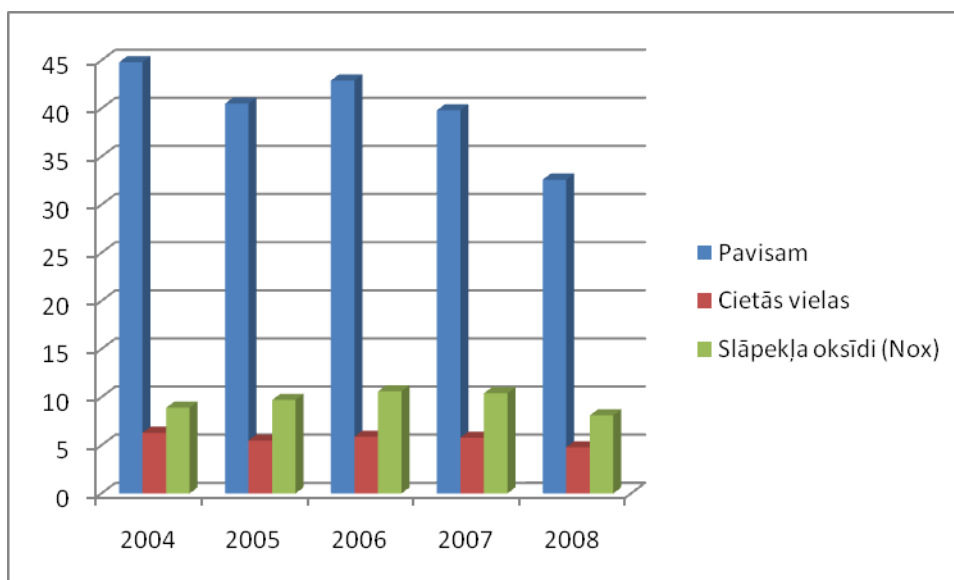
Energoresursu izmantošana un vides aizsardzības jautājumi ir cieši saistīti gan dabas resursu racionālas izmantošanas, gan gaisa baseina piesārņojuma aspektā. Ūdens baseina piesārņojuma samazinājuma problēmas ir salīdzinoši mazāk aktuālas, jo energosaimniecību notekūdeņu jautājumi ir vairāk vai mazāk līdzīgi un to risinājumi ir unificēti.

Energoresursu racionāla izmantošana ir saistīta ar kurināmo patēriņu. Kurināmā degšanas rezultātā gaisa baseins tiek piesārņots :

- a) ar videi kaitīgām emisijām :
 - slāpekļa oksīdiem (NO_x),
 - sēra oksīdiem (SO_x),
 - cietām daļiņām (pelni un kurināmā daļiņas),
 - tvana gāze (CO)
- b) siltumnīcas efektu izraisošām gāzēm, kuras parasti sauc par siltumnīcefekta gāzēm jeb siltumnīcgāzēm (SEG)
 - ogļskābo gāzi (CO₂)
 - metānu (CH₄)

Daļa videi kaitīgo emisiju ir pieskaitāmas arī siltumnīcefekta gāzēm, piemēram, tieši SEG ir N₂O, kas ir viena no astoņām slāpekļa oksīda modifikācijām, bet netiešās SEG ir visas pārējās slāpekļa oksīda komponentes. [4,72.lpp]

Gaisa kvalitāti Latvijā ietekmē stacionārie un mobilie piesārņojošo vielu izmešu avoti, kā arī gaisa piesārņojuma pārrobežu pārnese, kas apjoma ziņā ir salīdzināma ar Latvijas teritorijā radīto piesārņojumu. Ņemot vērā rūpnieciskās ražošanas apjoma samazināšanos un veiktos energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus, ir būtiski samazinājušās gaisa piesārņojošo vielu emisijas no stacionārajiem piesārņojuma avotiem, kā redzams 2.3. attēlā. Vienlaikus, pieaugot transporta līdzekļu skaitam un satiksmes intensitātei, pieaug arī emisijas, īpaši slāpekļa oksīda emisijas, jo starp Latvijas reģistrētajiem vieglajiem automobiļiem dominē astoņdesmitajos un deviņdesmitajos gados ražotie automobiļi bez izplūdes gāzu attīrīšanas ierīcēm. [4,56.lpp]



2.3. att. **Kaitīgo vielu izplūde atmosfērā no stacionāriem avotiem, tūkst. tonnu [11]**

Energoefektivitātes pasākumu īstenošanas gadījumā samazinās gaisa baseina piesārņojums, ko var noteikt gan mērījumu ceļā, gan ar aprēķinu palīdzību. Lai paaugstinātu datu ticamību pakāpi, mērījumi ar gāzes analizatoru palīdzību pirms un pēc energoefektivitātes pasākumiem jāveic regulāri. Ja mērījumi tiek veikti tikai pāris reizes, tad tiem var būt gadījuma raksturs, un mērījuma rezultātus vajadzētu izmantot kā kvalitatīvu informāciju. Kvantitatīvu datu iegūšanai pareizāk būtu balstīties uz aprēķinu rezultātiem. [4,73.lpp]

No AS "RIGAS SILTUMS" siltuma avotiem 2007./2008. finanšu gada laika atmosfēra izvadīti 21,2 tūkst. tonnu kaitīgo izmešu. AS "RIGAS SILTUMS" sešiem objektiem, kas piedalās emisiju kvotu tirdzniecības sistēmā, kopuma piešķirti 941 tūkst. CO2 emisijas kvotu. Saistībā ar elektroenerģijas ražošanas uzsākšanu siltumcentrāle "Imanta" ar Vides ministrijas 29.09.2006. rīkojumu Nr. 524 no emisijas kvotu rezerves fonda tika piešķirti papildus 166 tūkst. emisijas kvotu.

2005.–2007. gada izmantoti 824 tūkst. kvotu, kas nodotas Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūrai normatīvajos aktos noteiktajā kārtībā. Ar 2008. gada 1. janvāri ir sācies otrais ETS periods, kas turpināsies līdz 2012. gada 31. decembrim. Latvijai ir izstrādāts jauns emisijas kvotu sadales plāns šim periodam. Saskaņā ar MK 04.09.2008. rīkojumu Nr. 542, AS "RIGAS SILTUMS" objektiem piešķirti vidēji gada 258 tūkst. emisijas kvotu, kas atbilst 80% no gada vidējam emisijām bāzes perioda. Izlietoto kvotu daudzums ir par 24 tūkst. lielāks nekā piešķirts, kas ir 8,7% no izlietota kvotu daudzuma. Kvotu iztrūkuma kompensēšanai AS "RIGAS SILTUMS" ir iepirkusi papildus piešķirtajam 30 tūkst. kvotas.

Kā redzams 2.8. tabulā Rīgas Siltums rada kvotu iztrūkumu, jo 2008. gadā neiekļāvās piešķirto kvotu daudzumā. [19]

2.8.tabula

AS „Rīgas Siltums” izlietotās kvotas 2008.gadā [19]

IZLIETOTĀS KVOTAS 2008.GADĀ
UTILISED ALLOWANCES IN YEAR 2008

the JSC “RĪGAS SILTUMS” has purchased additional 30 thousand allowances in addition to the allocated allowances.]

Siltuma avots Heat production source	Piešķirtās kvotas (skaits) 2008. gadā Allocated allowances in year 2008 (number)	Izlietotās kvotas 2008. gadā Utilised allowances in year 2008	Kvotu iztrūkums vai atlikums Shortage or surplus of allowances
KM/BH Gobas ielā 33a	6671	7296	- 625
SC/HP “Daugavgrīva”	4896	4234	662
SC/HP “Vecmīlgrāvis”	21 204	23 110	-1906
SC/HP “Zieņniekkalns”	27 967	31 345	-3378
SC /HP “Zasulauks”	10 168	1060	9 108
SC/HP “Imanta”	186 869	215 180	-28 311
KOPĀ / TOTAL	257 775	282 225	-24 450

Kāda pašlaik ir Latvijas situācija SEG emisiju devumā? 1990. gadā kopējās SEG emisijas Latvijā (bez piesaistes) bija 26442 CO₂ ekvivalenti (Gg) jeb 41 % no 1990.gada līmeņa. Tātad SEG emisijas Latvijā ir būtiski samazinājušās saistībā ar tautsaimniecības sektoru pārstrukturizāciju, diemžēl – arī iznīkšanu, ES vides prasību ievērošanu un tehnoloģiju straujāku attīstību, kas palielina energoefektivitāti. [34]

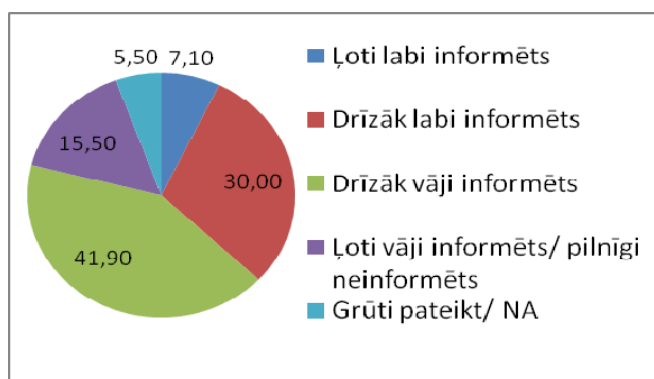
2.6. Vides politikas saistība ar energoefektivitāti

20.gadsimta 80. gadu beigās pasaulē aizsākās starptautiski nozīmīgi politiskie procesi, kas iezīmēja izpratnes veidošanos par cilvēka atbildību pret planētu un vidi kopumā. Apvienoto Nāciju Organizācijas jeb ANO izveidotā Pasaules Vides un attīstības (pazīstama kā Bruntlandes) komisija ziņojumā „Mūsu kopējā nākotne” pirmoreiz analizēja un raksturoja pasaules attīstības ainu, parādot strupceļu, kādā pasaule varētu nonākt, ja netiks mainīta politiskā domāšana un attieksme gan pret nesaudzīgo dabas resursu patēriņu, vienlaikus radot milzīgu piesārņojumu vidē, gan par izteikto nevienlīdzību starp cilvēkiem un valstīm. Šajā autoritatīvajā dokumentā pirmo reizi starptautiski politiskiem mērķiem tika definēta ilgtspējīga attīstība – attīstība, kas nodrošina mūsdienu cilvēku vajadzības, neradot draudus nākamo paaudžu vajadzību apmierināšanai. Klimatu pārmaiņu politika (vides politika) vistiešākā mērā ir saistīta ar ilgtspējīgas attīstības sūtību un uzdevumiem, jo tā aptver visus nozīmīgākos tautsaimniecības sektorus – enerģētiku, transportu, lauksaimniecību, rūpniecību-

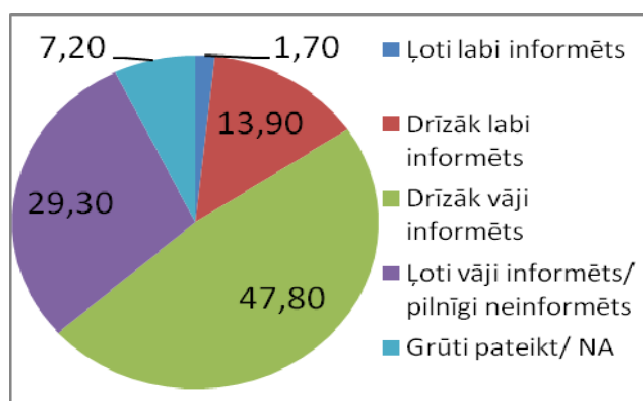
sektoros, kas līdztekus saražotajai produkcijai un pievienotajai vērtībai gan patērē dabas resursus, gan veido sarežģītas atkritumu plūsmas, tātad ļoti noslogo vidi. [7,135.lpp]

Arī siltumnīcefekta gāzu jeb SEG emisiju apjumu lielā mērā nosaka tas, kāds ir mūsu dzīves stils. Līdztekus tam ir jārod iespējamie risinājumi procesiem, saistītiem ar energoresursu patēriņu. Cik drīz atjaunojamie/alternatīvie energoresursi izkonkurēs fosilos? Cik izmaksās videi draudzīgu tehnoloģiju ieviešana? Šos jautājumus dažādos līmeņos, ieviešot dažādus politiskos instrumentus, cenšas risināt klimata pārmaiņu vides politika. [7,135.lpp]

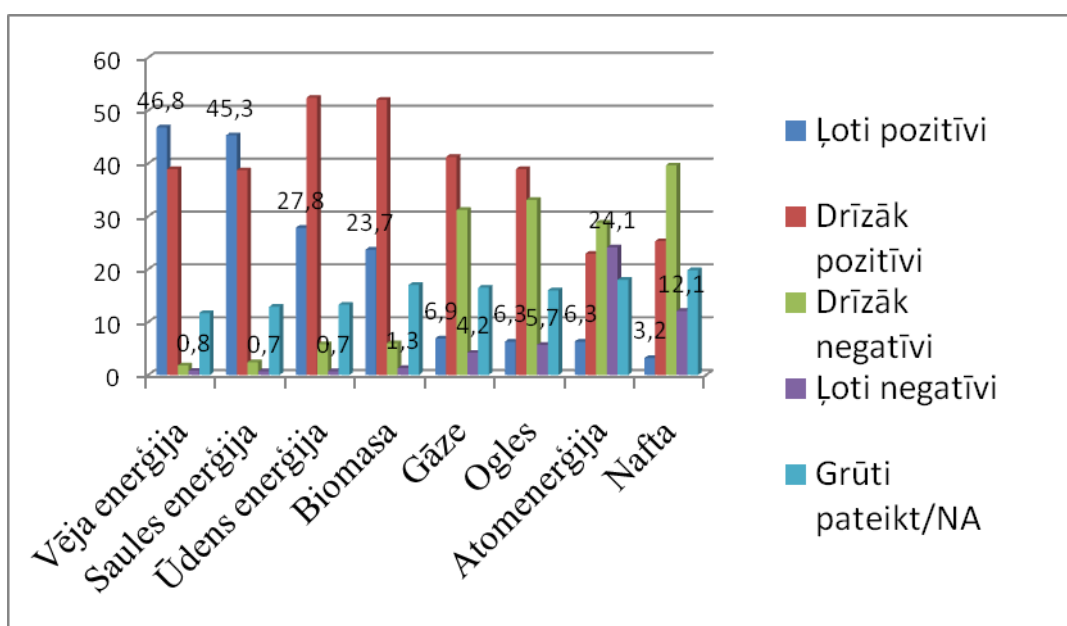
Pēc SKDS pētījuma par sabiedrības attieksmi Latvijā (2.4. un 2.5. attēlos) pret dažādiem enerģētikas jautājumiem, var secināt, ka vairākums respondentu (aptaujāti tika 1000 Latvijas iedzīvotāji, laika posmā No 07.03.2008. līdz 18.03.2008, vecumā no 18- 74 gadiem) ir drīzāk vāji informēti (41,9 %) par iespaidu, ko dažādi enerģijas ražošanas veidi atstāj uz dabu. Līdzīgi atbild (47,8%) respondenti par valsts enerģētikas politikas informētību (2.5.att.)- drīzāk vāji informēti. Tas liecina, gan par sabiedrības, gan valsts neaktivitāti vides enerģētikas jautājumos, kur un kā valsts iegūst enerģiju. Tomēr 30 % ir atbildējuši pozitīvi (drīzāk labi informēti) par enerģijas ražošanas ietekmi uz vidi, kas liek domāt, ka cilvēki ir informēti par procesiem, bet sliktāk pārzina Latvijas valsts enerģētikas politiku. Ar plašāku pētījuma informāciju var iepazīties Latvijas Republikas Ekonomikas Ministrijas mājas lapā, pie enerģētikas nozares pētījumiem. [16]



2.4.att. Iespaids, ko dažādi enerģijas ražošanas veidi atstāj uz dabu



2.5.att. Valsts enerģētikas politika (gan iekšpolitika, gan ārpolitika)



2.6.att. Kā Jūs kopumā vērtējat elektroenerģijas iegūšanu, izmantojot šādus avotus?

Pēc SKSD aptaujas datiem (2.6.att.) par iedzīvotāju kopējo vērtējumu par elektroenerģijas iegūšanu, vairākums respondentu ar ļoti pozitīvu atzīmi ir novērtējuši Vēja un Saules enerģijas izmantošanu. Kā drīzāk pozitīvu- ūdens enerģiju, biomasu, gāzi un ogles. Kā drīzāk negatīvu vairums aptaujāto ir atzinuši naftu. Aptaujas dati parāda, ka iedzīvotāji ir labi informēti par dabai draudzīgākajiem enerģijas ieguves veidiem, kā arī atzīst tos elektroenerģijas veidus, kas dabai nodara vislielāko kaitējumu – nafta un ogles. Atomenerģija pēc aptaujas datiem ir viena no negatīvākajiem (24,1 % ļoti negatīvi) iespējamajiem enerģijas ieguves veidiem. Tas ir izskaidrojams ar lielo risku un kaitējumu dabai, kas notiktu AES avārijas gadījumā.

3. Energoefektivitātes uzlabošana privātmājās.

Ēkas siltuma zudumu samazināšana sākas ar projekta arhitektoniskā risinājuma izstrādi. Arhitektam jāatrod kompromiss starp ēkas funkciju un estētiku, ievērojot pēc iespējas mazāku ārējās virsmas un apkurināmā būvtilpuma attiecību. Konstruktoram jādomā par norobežojošo konstrukciju materiāliem un mezglu risinājumiem. Ventilācijas inženieriem jāizvēlas tādi tehnisko risinājumu varianti, kas ekonomē enerģiju un nodrošina nepieciešamo gaisa apmaiņu. Apkures speciālistam jāatrod optimālākais apkures variants. Labākos rezultātus var sasniegt tad, ja pie projekta strādā visu minēto speciālistu kolektīvs. Ne mazāk svarīgs par siltuma zudumu samazināšanu ir veselīgs mikroklimats dzīvojamās telpās. Labvēlīga šo parametru nodrošināšana saistīta ar zināmiem izdevumiem ventilācijas un apkures sistēmu izbūvē. Ēku energoefektivitātes likums nepieprasa projektēt zema energoptēriņa vai pasīvās ēkas. Pašreiz tas notiek pēc brīvprātības principa. Tomēr pēc Eiropas Parlamenta lēmuma, ka līdz 2020. gadam visām jaunbūvēm jāsarāžo tik daudz, cik tās patērē apkurei. [27]

Vispārīgā gadījumā ēkas siltuma bilanci var raksturot un aprēķināt pēc 3.1 formulas. Ar formulas palīdzību var izteikt siltuma daudzumu, kas tiek izmantots siltuma radīšanai ēkai, ja atņem siltuma zudumus, ko rada nepilnības būvkonstrukcijās (sienas, grīda, jumts) un siltuma plūsma, kas tiek zaudēta gaisa apmaiņas un ventilācijas ceļā. Kā arī papildus jāpieskaita siltums, ko rada dzīvie organismi, iekārtas un apgaismojums. Siltuma bilances aprēķināšana dzīvojamajai ēkai veic pēc 3.1 formulas:

$$Q_a = Q_k + Q_v - Q_s, [W] \quad (3.1)$$

Q_a – siltuma plūsma (enerģijas laika vienībā), kas pievadīta ēkai ar apkuri;

Q_k - siltuma plūsma, kas tiek aizvadīta caur ēku norobežojošām būvkonstrukcijām;

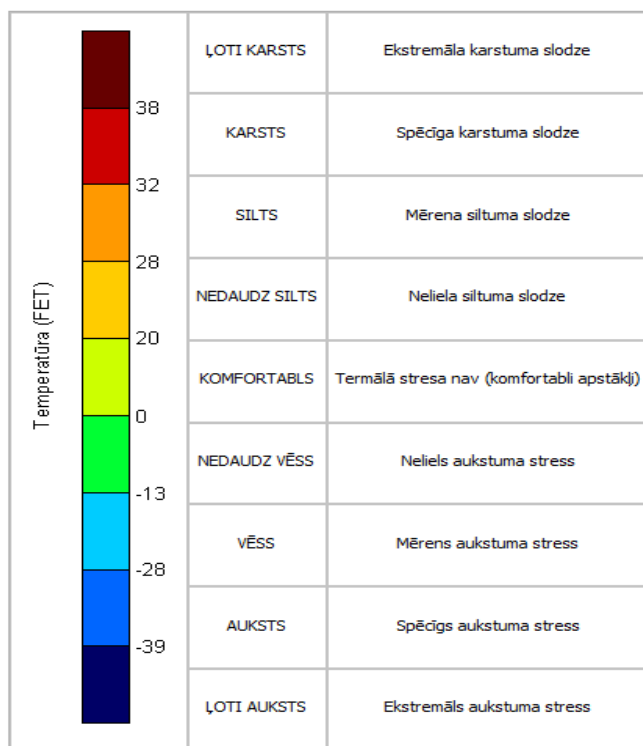
Q_v - siltuma plūsma, kas tiek aizvadīta no ēkas ar gaisa apmaiņu, ventilācijas ceļā;

Q_s – iekšējie un solārie siltuma izdalījumi, kas veidojas no dzīvo organismu izdalītā siltuma, sadzīves iekārtu un apgaismojuma izdalītā siltuma; karstā ūdens cirkulācijas izdalītā siltuma.

Saules radiācijas siltuma, ko saņem ēkas ārējās būvkonstrukcijas. Šo vērtību var pieņemt no tehnisko literatūru tabulām. Ēkās siltums no ēku iekšējiem siltuma avotiem mainās sekojošās robežās: apgaismojums :10 – 20 W/m²; cilvēki 3 – 12 W/m².

Formula ļauj aptuveni noteikt komforta līmeni, kad pievadītā (radītā) enerģija ir līdzsvarā ar aizplūstošo enerģiju, radot komfortu ēkas iedzīvotājiem.

Pēc Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra informācijas, 3.1. attēlā, cilvēkam komfortablu temperatūru rada 15 ° līdz 25 ° temperatūra. Ja āra temperatūra ir zemāka vai augstāka par komforta temperatūru, cilvēki izmanto siltuma vai aukstuma radošas iekārtas.



3.1. att. Cilvēka sajūtas pie dažādām temperatūrā.

Uzlabojot energoefektivitāti mājās, palielinās iedzīvotāju komforta līmenis, kā arī tiek taupīta enerģija, nauda. Latvijā iedzīvotājiem ir jāpiemērojas pie dažādām gaisa temperatūras maiņām dažādās sezonās. Ziemā temperatūra var nokrist līdz -30 grādiem, bet vasarā pieaugt līdz +30 grādiem. Lai cilvēkiem būtu komfortabli dzīvot, ēkā jānodrošina gaisa temperatūra vidēji 20 grādi. Ziemā saglabāt siltumu, vasarā - patīkamu vēsumu.

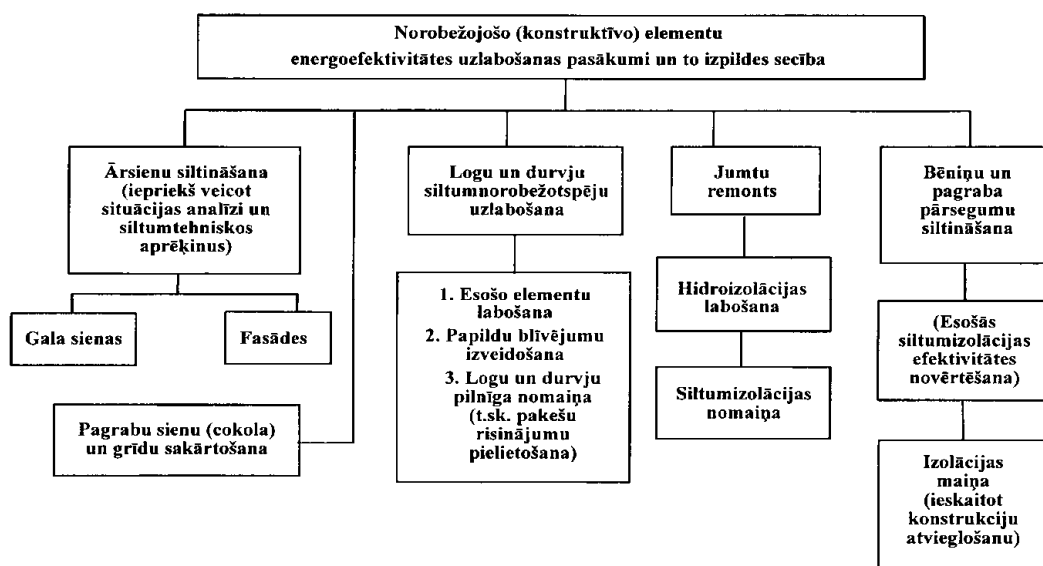
Zema enerģijas patēriņa māja. Saskaņā ar Eiropas Savienības pieņemto gradāciju zemas enerģijas patēriņa ēkas gada laika patēriņš uz 1 m² apkurināmās platības nepārsniedz 40- 60 kWh/m². Tas atbilst siltuma daudzumam, kas izdalās, sadegot aptuveni 5 litriem šķidrā kurināmā vai 5 m³ dabasgāzes. [28] Pasīva enerģijas patēriņa māja veidota pēc termos pudeles principa ar īpaši efektīvu siltumizolāciju, lai iespējami daudz no telpās esošā siltuma saglabātu. Apsildei var rēķināties ar siltuma patēriņu apmēram 15 kWh uz m² gadā -

priekšnosacījums, ārējā siltumizolācija ir hermētiski noslēgta bez siltuma noplūdes iespējām un telpu vēdināšana tiek veikta efektīvi. [17]

3.1. Energoefektivitātes procesu kopums

Pēc siltuma bilances aprēķināšanas formulas 3.1, kā viens no enerģijas zudumu radītājiem ir Q_k - siltuma plūsma, kas tiek aizvadīta caur ēku norobežojošām būvkonstrukcijām. 3.2. attēlā var redzēt privātmājas energoefektivitātes uzlabošanas procesu apkopojumu ar ierosinājumiem (pēc LLU Energoaudita kursa materiāliem). Ceļot energoefektivitāti šiem punktiem, var samazināt nepieciešamo pievadāmo enerģiju Q_a - siltuma plūsma (enerģijas laika vienībā), kas pievadīta ēkai ar apkuri.

$$Q_a + Q_S = \underline{Q_k} + Q_v \quad (3.1)$$



3.2. att. Privātmāju norobežošo elementu energoefektivitātes uzlabošanas pasākumu apkopojums.

Lai labāk izprastu energoefektivitātes procesus, tika veikta eksperta intervija - Eksperta viedoklis par optimālāko energoefektivitātes procesu kopumu. Intervija notika 2009. gada 22. maijā AS „Latvenergo” ēkā Rīgā, Pulkveža Brieža ielā 12 ar Energoefektivitātes centra vadītāju Birutu Ģini. Intervijas mērķis bija uzzināt speciālista viedokli kā uzlabot mājas siltumapgādi un efektīvu enerģijas izmantošanu, kā arī lielākās problēmas, kas rada

zaudējumus dzīvojamajās ēkās. B.Ģine deva vairākus ieteikumus, ko katrs dzīvojamās ēkas saimnieks var darīt, lai samazinātu tēriņus enerģijas izmantošanā. Biruta Ģine deva padomus ne tikai kā uzlabot efektivitāti (Q_k), bet arī norādīja uz efektīviem elektroiekārtu lietošanas paņēmieniem, kas veicinātu siltuma bilancē (Q_s) – iekšējie un solārie siltuma izdalījumi, kas veidojas no dzīvo organismu izdalītā siltuma, sadzīves iekārtu un apgaismojuma izdalītā siltuma. Tā kā Q_k ir primārais rādītājs, Q_s -sekundārs lielums, intervijā koncentrējāties uz privātmājas energoefektivitātes veicināšanai. Tomēr eksperte norādīja, ka arī efektīvi lietotas elektroiekārtas, jo sevišķi ekonomiskās elektropuldzes, kopumā Eiropā varētu radīt ietaupījumu vairāku miljonu apmērā. Pāreja uz ekonomiskajām spuldzēm ir viens no Eiropas Energoefektivitātes mērķiem, lai veicinātu energoneatkarību. Ekspertes viedoklis par efektīvākajiem procesiem (Q_k) ir apkopotas.

- *Siltināt māju*

Tas ir viens no efektīvākajiem, bet reizē dārgākajiem paņēmieniem, kā ietaupīt energoresursus. Tomēr ar laiku ieguldītie līdzekļi atmaksājās un pareizi veikta siltināšana rada papildus komfortu mājā – ziemā siltāk, vasarā ēka patīkami vēsāka kā pirms siltināšanas. Nelielu, bet tomēr jūtamu enerģijas taupīšanas efektu rada tapetes ar perlonu kā siltināšanas materiāls. Bēniņi arī pieder pie mājas siltināšanas. Eksperte parasti ir novērojusi, ka mājās tā ir vecu mantu glabātuve, kas nereti pat ir ugunsbīstamā zona mājās. Tādēļ, lai taupītu resursus un naudu, būtu jāizkrāmē bēniņi, jānosiltina grīda (jo daļa aukstuma iekļūst no jumta), lai radītu lielāku komfortu ēkas dzīvojamajā daļā. Kā ietecamais materiāls ir akmensvate.

- *Logu nomaiņa*

Lai uzlabotu energoefektivitāti ēkām, būtu jānovērtē ēkas logu tehniskā piemērotība ēkai. Ir maldīgs priekšstats, ka nomainot vecos logus pret jaunajiem un dārgajiem pakešlogiem tiks atrisinātas visas ar logu siltināšana radītās problēmas. Tā ir ilūzija. Jāņem vērā mājā izveidotā ventilācijas sistēma, jo vairumā veco māju pietiktu tikai ar loga dubultstiklu ielikšanu, pareizu logu nosiltināšanu, regulāru istabas vēdināšanu, palodžu nomaiņu. Logu nomaiņa prasa zināšanas un prasmes, bet ietaupa daudz līdzekļu un enerģijas. Eksperti iesaka logos izmantot piemērotas frēzgumijas, līmgumijas un pārbaudīt stikla skaņu. Kā vēl viens ieteikums ir loga novērošana, vai ēkā nenāk mitrums (neuzkrājas uz palodzēm, starp logiem). Var izmantot sveces pārbaudi zem palodzes – liesmiņas jūtība pret vēju. Lielisks ieteikums ir siltinošās Mackrofleks celtniecības putas.

- *Ieejas durvis*

Tā kā mājas ieeja un izeja ir tiešs savienojums mājas iekšējam klimatam ar āra klimatam, tad svarīga ir tā kārtīga norobežošana, lai maksimāli taupītu enerģijas zaudēšanu ikreiz,

atverot, aizverot mājas durvis. Ieteicama ir dubultdurvju ieviešana, kam ir vairākas priekšrocības. Tas rada papildus skaņas izolāciju, enerģijas pasargāšana no aizplūšanas caur durvju šķirbām. Kā lielisks risinājums ir līmgumiju izmantošana. Sevišķi svarīgi tas ir ziemas sezonā.

- *Pareizi ierīkota ventilācija*

Liels enerģijas zaudētājs vecajās ēkās ir izbūvētie vēdlodziņi, caur kuriem nevis ieplūst svaigais gaiss, bet aizplūst liela daļa siltumenerģijas. Svarīgi ir pareizi ierīkota ventilācijas sistēma vannas istabā, jo tur regulāri ir paaugstināts mitruma līmenis. Kā lēts un efektīvs ieteikums ir vairs ventilācijas sistēmas ieviest regulējamu rāmīti ar žalūzijveida atveramiem un aizveramiem lodziņiem, kas regulē vienmērīgu gaisa un mitruma cirkulāciju pēc vajadzības. Eksperte iesaka, ka Latvijas dzīvojamajās ēkās visieteicamākā ventilācija ir logu atvēršana (caurvējš) uz neilgu brīdi, kas radītu pilnīgu gaisa un mitruma apmaiņu ēkā un ļautu siltumam plūst, neradot ne pārāk lielu sausumu, ne mitrumu telpās. Kā viens no indikatoriem ir logu atvēršana tik ilgi, līdz sāk atdzist mēbeļu virsma. Tas ir rādītājs, ka jāpārtrauc vēdināšana. Ļoti izplatīta kļūda ir cilvēku uzskatā, ka ziemā gulēt pie atvērta loga, sasedzoties ar vairākām segām, tiek rūdīta veselība. Patiesībā tas parāda, ka telpās nav ieviesta pareiza siltumapmaiņa un nakts laikā (aptuveni 8 h dienā) lieki aizplūst liels daudzums enerģijas.

- *Termostata programmēšana*

Kā viens no jaunākajiem un efektīvākajiem enerģijas regulētājiem ir termostata programmēšana. Ar tā palīdzību var ēkā ieprogrammēt vajadzīgos siltumpadeves procesus 24 h laikā katrai nedēļas dienai. Piemēram, apsildot ēku ar parasto apkuri, var regulēt vairāk vai mazāk padoto siltumenerģiju. Bieži ir tā, ka no rīta (ap 8.00), kad visi ģimenes locekļi dodas dienas gaitās, ēkā ir viskomfortablākā temperatūra, kas saglabājas visu dienu. Tātad ģimene nemaz neizmanto samaksāto siltumenerģiju pa dienu. Ar termostata programmēšanas palīdzību var regulēt pa stundām apsildes sistēmu tā, lai pamostoties apkures sistēma jau sāktu atdzist (nakts ir pagājusi) un ap 16.00 ieslēdzas, lai uz 18.00 sagaidītu mājās ar siltu, patīkamu temperatūru, neradot lieku ēka apsildi pa dienu.

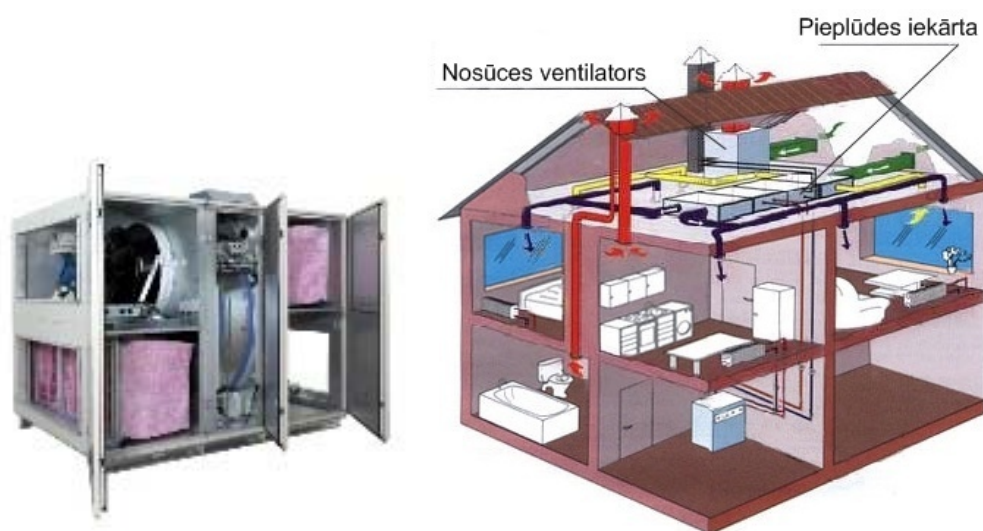
Energoefektivitātes centra vadītāja Birutu Ģine ikdienā konsultē cilvēkus par efektīvāku enerģijas izmantošanu dzīvojamajās ēkās un saprot, cik cilvēki ir vēl maz informēti par lietderīgu enerģijas patēriņu. Ja Eiropā 70 % no mājsaimniecības izlietotās enerģijas tiek patērēta mājokļu apkurei, tad Latvijā šis skaitlis ir pie 90 %. Kā iemesls ir Padomju laikā būvēto ēku zemie būvniecības standarti, kas rada lielus zaudējumus enerģijas patērēšanā. Sienu biezums ir ievērojami plānāks par mūsdienu pieņemtajiem standartiem. Cilvēkiem

energoefektivitāte saistās ar lieliem izdevumiem (logu nomaiņa), kas ir maldīgi. Veicot mājas apskati un novērtēšanu ar speciālista palīdzību var noteikt mājas problemātiskās daļas un veikt visnepieciešamākos un cenu ziņā pieņemamākos pasākumus, kuri jebkurā ziņā atmaksāsies, nekā nedarot neko. Ir nepieciešams ieguldīt netikai nauda un enerģija mājokļa uzlabošanā, bet arī laiku zināšanu apgūšanā, lai saprastu, kā dzīvot efektīvāk, taupīt līdzekļus un saudzēt vidi.

Tā kā ēkas siltuma bilances formulā 3.1. kā viens no rādītājiem ir Q_v - siltuma plūsma, kas tiek aizvadīta no ēkas ar gaisa apmaiņu, ventilācijas ceļā, tad svarīgi ir arī apzināt iespējamus trūkumu novēršanas dzīvojamajās ēkās, lai samazinātu nepieciešamo pievadāmo enerģiju, radītu lielāku komfortu telpās. Tādēļ kļūst svarīgas ierīces, kas spēj ietaupīt siltuma un citu enerģiju. Iedalās dabiskās un mākslīgās ventilācijas sistēmas. Dabiskā ventilācija notiek bez elektroaparātu (ventilatoru, elektrodzinēju) līdzdalības dabisku faktoru iespaidā – gaisa temperatūras starpības, spiediena maiņas rezultātā atkarībā no augstuma, vēja spiediena. [22] Dabisko ventilācijas sistēmu priekšrocība ir tās lētums, uzbūves vienkāršība un drošums, jo netiek lietotas elektroiekārtas un kustīgas aparātu mehāniskās detaļas. Mākslīgo vai mehānisko ventilāciju lieto tur, kur dabiskā ventilācija nav pietiekama. Mehāniskajās ventilācijas sistēmās izmanto iekārtas un aparātus (ventilatorus, filtrus, rekuperātorus utt.), kas gaisu var pārvietot, attīrīt un sasildīt. Tādas sistēmas gaisu no ventilējamās telpas var izvilkēt vai pievadīt neatkarīgi no apkārtējās vides apstākļiem. Nepieciešamība pēc svaiga, tīra gaisa telpās palielinās pēc negatīvās ietekmes būvniecībā ar populārajiem plastmasas logiem un hermētiskajām durvīm. Tās izjauc gaisa apmaiņas procesu un izraisa nepatīkamas sekas, veselības problēmas. Visi šie faktori ir novēršami ar ventilācijas rekuperācijas sistēmām. Tās ne vien ietaupa naudu, bet arī gādā par iedzīvotāju veselību [25]. Siltuma rekuperācijas iekārtas ļauj mazināt enerģijas patēriņu telpu apkurei līdz divām reizēm. To ierīkošana bieži vien atmaksājas jau pirmajā apkures sezonā. Rekuperatoru uzstādīšana būvdarbu un remontdarbu laikā ļauj mazināt slodzi uz ēkas apkures sistēmu un atteikties no lielākās tradicionālā apkures aprīkojuma daļas. Rekuperatoru uzstādīšanas izdevumi ir investīcijas ne tikai apkures izdevumu mazināšanā, bet arī optimālo klimata apstākļu nodrošināšanā telpās un, kā rezultāts, cilvēku veselībā. Pašreiz ventilācijas nozarē izmanto piecus galvenos siltuma rekuperatoru veidus - rotora, plāksņu, rekuperatorus ar papildus siltumnesēju, kameru rekuperatorus un siltuma caurules. Šie rekuperatoru veidi savā starpā atšķiras pēc konstrukciju tipiem, izmantošanas iespējām un derīguma koeficientiem. Siltuma rekuperācija jeb siltuma atkārtota absorbēšana ir process, kura gaitā siltums tiek absorbēts no izplūstošā gaisa un

nodots ieplūstošajam, kas tiek uzsildīts. Process rekuperācijas siltummainī norisinās tā, lai atdalāmais un svaigais gaiss būtu maksimāli nošķirti, lai novērstu to sajaukšanos. [25]

Rekuperators (latīņu *recuperator* - atgriezošs, atpakaļ saņemošs) ir iekārta, kura darbībā tiek izmantots izplūstošo gāzu siltums. Siltumapmaiņa starp siltuma nesējiem caur sienuņu to starpā tiek realizēta nepārtraukti, savukārt gaisa virziens iekārtā, atšķirībā no reģeneratora, netiek mainīts. Viens no svarīgākajiem rekuperatoru raksturojumiem ir rekuperācijas efektivitātes koeficients jeb proporcija starp maksimāli iespējamo siltumu un reāli saņemto. Rekuperatoru efektivitāte svārstās 30-90% robežās. Šis koeficients ir cieši saistīts ar rekuperatora veidu.



3.3.att. Privātmājas ventilācijas sistēma ar rekuperatoru.

- *Plākšņu rekuperatori.* Izplūstošais un ieplūstošais gaiss virzās gar daudzām metāla plāksnēm, kas labi novada siltumu. Savā starpā izplūstošais un ieplūstošais gaiss nekontaktē, kas ir ievērojama šādu iekārtu priekšrocība. Plākšņu rekuperatoram piemīt vidējā efektivitāte (50-75%). Plākšņu rekuperatoru trūkums - lielāki izmēri salīdzinājumā ar rotora iekārtām, kā arī mazāka efektivitāte.
- *Rotora rekuperatori.* Siltums tiek novadīts starp izplūdes un pieplūdes kanālu ar rotējošo rotoru, kas ir pārklāts ar metāla foliju. Rotora griešanās ātrums regulē siltuma rekuperācijas līmeni. Tam piemīt augsta efektivitāte (75-85%). Šādu iekārtu trūkums ir iespējas gaisam sajaukties, kas negatīvi ietekmē smakas telpā. Līdz 3% izplūstošā gaisa var nokļūt pieplūdes kanālā. Neapšaubāmās priekšrocības - augsts derīguma koeficients un nelieli izmēri.
- *Rekuperatori ar papildus siltumnesēju.* Šāds siltummainis sastāv no divām daļām. Viena atrodas izplūdes, bet otra - pieplūdes kanālā. Starp tiem cirkulē ūdens vai ūdens glikola

šķīdums. Šajā rekuperatorā nepastāv risks, ka netīrumi no izvadītā gaisa varētu iekļūt pieplūdes kanālā. Siltumnesēja cirkulācijas ātruma izmaiņas spēj regulēt siltuma padevi. Šādiem rekuperatoriem nav kustīgo daļu, taču tiem raksturīga zema efektivitāte (45-60%). Tos galvenokārt izmanto industriālajos objektos.

- *Kameru rekuperatori* Aizbīdnis kameru iedala divās daļās. Viena no tām tiek uzsildīta ar izplūstošo gaisu, bet tad aizbīdnis maina gaisa plūsmas virzienu. Tādējādi ieplūstošs gaiss tiek uzsildīts ar siltām kameras sienām. Netīrumi un smakas no atstrādātā gaisa var nokļūt ieplūstošajā. Aizbīdnis ir vienīgā kustīgā detaļa šāda veida siltummainī. Tā efektivitāte ir diezgan augsta (70-80%).
- *Siltuma caurules* Šāds rekuperators sastāv no hermētiskās cauruļu sistēmas. Tās ir aizpildītas ar freonu vai citu viegli iztvaikojošu komponentu. Šīs vielas izgaro pēc uzsildīšanas ar izvadāmo gaisu. Tvaiki kondensējas citā caurules daļā un atkal pāriet šķidrā stāvoklī. Šādā siltummainī ir neiespējama netīrumu novadīšana, tajā nav kustīgo daļu, bet efektivitāte ir salīdzinoši zema (50-70%).

3.2. Energoefektivitātes procesu izmaksas un efektivitāte.

Lai noskaidrotu energoefektivitātes procesu izmaksas un efektivitāti, autore intervēja šīs nozares ekspertu. Intervija notika 2010. gada 30. martā SIA JAF birojā, Rīgā, Jelgavas ielā 101-111 ar būvfirmas vadītāju, sertificētu būvinženieri Jāni Aizsilnieku. Intervijas mērķis bija uzzināt speciālista viedokli par izvirzīto energoefektivitātes procesu vidējām aptuvenām izmaksām un speciālista papildus ieteikumiem, kas būtu jāņem vērā dzīvojamās ēkas energoefektivitātes veicināšanā. J. Aizsilnieks deva vairākus ieteikumus, ko katrs dzīvojamās ēkas saimnieks var darīt, lai samazinātu tēriņus enerģijas izmantošanā. Speciālistam tika lūgts noteikt aptuvenās izmaksas pētāmajam objektam- dzīvojamā ēka, privātmāja, būvēta 50-60 gados, 100 m², 4 iedzīvotāji, 5 logi (jani, nomainīti), ir bēniņi, nav pagrabs.

Pēc apkopotās informācijas tika izstrādāta 3.2. tabula, kurā var redzēt ēkas nozīmīgāko procesu (j) izmaksas (Cj) un to efektivitāti (Λ) visai ēkai kopumā. Šī informācija tiks izmantota, lai veiktu tālākos matemātiskā modeļa aprēķinus. S- Minimālās, vidējās un maksimālās izmaksas.

Speciālists izvirzīja 3 galvenos procesus, kas būtu jāveic uzsākot mājas uzlabošanu energoefektivitātes ziņā:

1. Bēniņu siltināšana (jo siltums ceļas ēkā uz augšu). Ja tiek siltināti bēniņi, jumta siltināšana neesot nepieciešama. Kā arī, ja māja ir būvēta no skaidbetona, tad bēniņu siltināšanas izmaksas ievērojami samazinās, jo akmens vates vietā siltināšanā var izmantot putplastu.

2. Ēkas sienu siltināšana (jo siltums izdalās caur sienām).
3. Ārdurvju siltināšana (tā kā logi ēkai ir nomainīti) un labākas ventilācijas sistēmas izstrāde. Tomēr kā vienu no efektīvākajiem (līdz pat 12 %) speciālists atzīst logu nomaiņu vai uzlabošanu (siltināšana, dubultlogi). Tādēļ arī šīs izmaksas tiek iekļautas optimālo energoefektivitātes procesu tab.3.2.

3.2.tabula

Optimālo energoefektivitātes procesu izmaksas un efektivitātes tabula

(X _j)	Process (j)	Procesa izmaksas (C _j)		efektivitāte Λ (%)	
		No (Ls)	Līdz (Ls)	No (%)	Līdz(%)
1	Ēkas sienu siltināšana	2500	4000	20	25
2	Bēniņu siltināšana	800	1500	10	15
3	Veco logu renovēšana (palodzes, siltināšanas, līmgumijas)	175	180	1	3
4	Logu nomaiņa (pakešlogi)	1300	1800	8	12
5	Dubultdurvju ielikšana	100	170	1	5
6	Veco durvju siltināšana	30	45	0,2	1
7	Ventilācijas sistēmas uzlabošana mājā	120	185	2	5
		5025	7880	42,2	66
	Pieejamā summa (Ls)				
	S*	Min	2000		
	S**	Vid	5000		
	S***	Max	8000		

Kā speciālista papildus ieteikums ir grīdas renovēšana gadījumā, ja laika gaitā tā ir nolietojusies un izpuvusi, jo, atkarībā no mājas uzbūves, liels siltuma daudzums var zust grīdas daļā. Kā arī viens no augstākas efektivitātes veicinātājiem ir apkures sistēmas pārskatīšana – apkures katla nomaiņa (granulkatls). Tas saistīts tieši ar apkures sistēmas efektivitātes veicināšanu. Intervijas laikā vairākreiz tika uzsvērtas katras mājas individuālā

pieeja un specifika. Ja mājas iedzīvotāji dienas laikā atrodas ārpus mājas, tad var domāt par termostata ierīkošanu, kas veicinātu efektīvāku enerģijas izlietojumu.

Speciālista ieteikums : „Ja vēlas sasniegt ievērojamus uzlabojumus, jārēķinās ar salīdzinoši lielu materiālo ieguldījumu.”

Lai iegūtu papildus ekspertu vērtējumu, notika tikšanās ar nekustamo īpašumu kompānijas Arco Real Estate speciālistu un vērtētāju Uģi Skrupski par ēkas novērtējumu. Speciālists atzina, ka nosakot ēkas vērtību tiek ņemts vērā arī patērētā enerģija siltumam, ēkas tehniskais stāvoklis. Ieguldot līdzekļus ēkas uzlabošanā, palielinās ēkas tirgus cena. Lielāko efektivitāti ēkai rada bēniņu siltināšana (ja tas nav jau izdarīts), kā arī logu nomainīšana. Ārsienu siltināšana arī ir efektīvs, tomēr salīdzinoši dārgs process, saistās ar ēkas vizuālo izskatu-fasādi. Visi sīkie uzlabojumi ir lietderīgi, ja atspoguļojas patērētās enerģijas rēķinā – tas ir mazāks. Pie pašreizējās tirgus situācijas cilvēki vēlas iegādāties mazākas un efektīvākas ēkas, tiek ņemts vērā līdz šim patērētā enerģija, jo enerģijas cenas paaugstinās.

3.3. Matemātiskā modeļa sastādīšana energoefektivitātes veicināšanai

Modelēšana ir objektu – oriģinālu netiešās izziņas metode, pētot objektu – aizvietotāju. Objekts – aizvietotājs aizstāj objektu oriģinālu tikai pētījumā ar konkrētu mērķi. Ir dažādi modelēšanas veidi: materiālā modelēšana un ideālā modelēšana. Par ideālo modelēšanu sauc modelēšanu, kas pamatojas nevis uz objekta- oriģināla un modeļa materiālo analogiju, bet gan uz ideālo, izdomāto analogiju. Par materiālo modelēšanu sauc tādu modelēšanu, kurā modelis reproducē objekta- oriģināla galvenās ģeometriskās, fizikālās, dinamiskās un funkcionālās īpašības. [5,16]

Autores izveidotais matemātiskais modelis ir lineārs, pēc vadības līmeņa modelis ir mikroekonomiskais. Pēc laika faktora – statiskais, jo netiek iekļauta laika perioda nosacījumi. Cēloņu un sekas sakarību attēlošanas veidā – modelis ir noteiktības apstākļos, jo visus lielumus, procesus un sekas var paredzēt. Modelis ir vairāk detalizēts kā agregatēts, jo veic operatīvu regulēšanu. Lietišķs modelis – konkrētu ekonomisku uzdevumu risināšanai. Strukturāli funkcionālais modelis, jo apvieno abu šo modeļu klašu priekšrocības-ekonomiskajai regulēšanai, attīstībai. Modelis ir vairāk normatīvs, jo atbild uz jautājumu – kā tam ir jābūt? Modelis paredz aktīvu un mērķtiecīgu iejaukšanos ekonomisko objektu darbībā. Modelis ir slēgtais, jo tā sastāvā endogeno parametru skaits pārsniedz eksogēno parametru skaitu.[5,42] Tālāk izstrādāto modeli (3.2.) var lietot dzīvojamajai ēkai, privātmājai, būvētai 50-60 gados, platība 100 m², 4 iedzīvotāji, 5 logi, ir bēniņi, nav pagrabs. Individuāli var

izvēlēties piemērotākos energoefektivitāšu procesus; pieejamo naudas līdzekļu apjomu; vēlamo procentuālo uzlabojumu.

Objekts – dzīvojamā ēka, privātmāja, būvēta 50-60 gados, platība 100 m², 4 iedzīvotāji, 5 logi(jani, nomainīti), ir bēniņi, nav pagrabs.

Problēma – dzīvojamās ēkas iedzīvotāji vēlas samazināt izdevumus enerģijas patēriņam mājokļu apkurē (aptuveni 75 % no mājsaimniecībā izlietotās enerģijas tiek izmantota siltumam).

Mērķis - atrast optimālo energoefektivitātes procesu kopumu, kas nodrošinātu visefektīvāko resursu izmantošanu, ņemot vērā ierobežotos izdevumus tā realizēšanā.

- n- energoefektivitāšu procesu veidi (j=1,n)
- Y_j - ēkas ietaupītais enerģija siltumapgādes daudzums pēc j-tā veida energoefektivitātes procesu ieviešanas.
- X_j- j-tā veida energoefektivitātes veicamo procesu lēmuma pieņemšanas binārais mainīgais (0 – process nav jāievieš, 1 – process ir jāievieš)
- C_j – nepieciešamās j-tā veida energoefektivitātes veicamo procesu izmaksas.
- S – ēkas kopējais energoefektivitātes procesa veikšanai piešķirtais naudas līdzekļu daudzums .
- λ_j- enerģijas patēriņa samazinājums pēc j-tā veida energoefektivitātes procesa ieviešanas (koeficienta formā)

3.2.matemātiskais modelis

$$z = \sum_{j=1}^n Y_j * X_j \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n C_j * X_j \leq S \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 0,3 \\ X_j = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}; j = \overline{1, n} \\ Y_j \geq 0 \end{array} \right.$$

Lai varētu aprēķināt izstrādāto modeli, pirms tam ir jāaprēķina nepieciešamās vērtības. Līdz šim ēkas kopējās izmaksas par siltumu ir 530 Ls gadā. Ņemot vērā iepriekš noteiktās mājas tehniskā stāvokļa uzlabošanas procesu atšķirīgo efektivitāti, 3.3. tabilā var redzēt ietaupījumu, kas rastos, ja katrs no procesiem tiktu izmantots. Ietaupījums (1) ir ņemts vērā zemākā efektivitāte No (%)), piemēram, ēkas sienu siltināšana – ***ietaupījums(1)=530*20%***, bet savukārt rēķinot ***ietaupījums(2)=530*25%***. Šie ietaupījumi arī matemātiskajā modelī atspoguļo $Y_j * X_j$, kas ir jāaprēķina.

3.3.tabula

Optimālo energoefektivitātes procesu efektivitātes un ietaupījuma tabula

(X _j)	Process (j)	efektivitāte Λ (%)		Ietaupījums Ls/gadā (1) $Y_j * X_j$	Ietaupījums Ls/ gadā (2) $Y_j * X_j$
		No (%)	Līdz (%)	M ³	M ³
1	Ēkas sienu siltināšana	20	25	106	132,5
2	Bēniņu siltināšana	10	15	53	79,5
3	Veco logu renovēšana (palodzes, siltināšanas, līngumijas)	1	3	5,3	15,9
4	Logu nomaiņa (pakešlogi)	8	12	42,4	63,6
5	Dubultdurvju ielikšana	1	5	5,3	26,5
6	Veco durvju siltināšana	0,2	1	1,06	5,3
7	Ventilācijas sistēmas uzlabošana mājā	2	5	10,6	26,5
	Kopā	42,2	66	223,66	349,8

Lai modeli varētu atrisināt ar QSB programmu ir nepieciešama ne tikai mērķa funkcijas, bet arī ierobežojumi. Ir 2 ierobežojumi – energoefektivitātes procesiem atvēlēto līdzekļu apjoms S , pie zināmām katra procesa izmaksām C_j un kopējai energoefektivitātei, saskaitot visu procesu enerģijas ietaupījumus λ_j jābūt vismaz 0,3 (30 %). Mērķa funkcijā kā optimalitātes kritērijs ir izmantota ietaupījuma maksimizācija energoefektivitātes procesu ieviešanas rezultātā naudas izteiksmē. Par mainīgajiem izmanto 5 mainīgos X_j – sienas, bēniņi, durvis, durvis2 un ventilācija. Logu nomaiņa jau ir veikta, bet tas tiek iekļauts modelī, lai tā iespējamais pielietojums būtu vispārīgāks un plašāk pielietojams citiem objektiem. Autore izmanto bināro modeli – jā vai nē katram procesam (X_j).

**Optimālo energoefektivitātes procesu aprēķins QSB programmā ietaupījumam (1),
ieguldījums līdz 2000 Ls.**

	23:09:00		2010.05.22. 23:08:59	2010.05.22. 23:08:59	2010.05.22. 23:08:59	2010.05.22. 23:08:59
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X1	0	106,0000	0	106,0000	at bound
2	X2	1,0000	53,0000	53,0000	0	basic
3	X3	1,0000	5,0000	5,0000	0	basic
4	X4	1,0000	1,0000	1,0000	0	basic
5	X5	1,0000	11,0000	11,0000	0	basic
	Objective	Function	(Max.) =	70,0000		
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1	C1	1 050,0000	<=	2 000,0000	950,0000	0
2	C2	6,0000	>=	3,0000	3,0000	0

Veicot aprēķinus QSB programmā, skat.3.4 tab., ir iegūts rezultāts, ka var veikt procesus Xj- bēniņi, durvis, durvis2 un ventilācija, bet sienu siltināšana- nē, lai iekļautos budžetā- līdz 2000 Ls (sienu siltināšana no 2500 Ls). Strādājot QSB programmā ir precīzi jānorāda nepieciešamās un aprēķinātās vērtības, lai rezultāti būtu atbilstoši loģikai un izstrādātajam matemātiskajam modelim saprotami interpretējami. 1 (Solution Value) nozīmē- JĀ, tas ir darāms, savukārt 0- NĒ. Basic status- pamata process, kas jāveic, At Bound- otršķirīgs, pēc vajadzības (nē). Ar QSB programmas palīdzību var veikt dažādus aprēķinus, pielāgojoties situācijai. Izvēloties dārgākās procesa izmaksas, arī efektivitāte ir lielāka. Var mainīt arī pieejamo finansējumu, kas procesu izvēles iespējas padarītu plašākas. Var izvēlēties vienam procesam dārgāko un efektīvāko aprēķinu, savukārt citam- lētāko, un salikt kopā, lai atrastu optimālāko. Jo vairāk procesi, jo QSB programma būs lietderīgāka un spēs dot labākos rezultātus. Tomēr jāatceras, ka tā ir vispārīgāka datorprogramma, un cilvēkam pašam ir jāizvērtē sniegtie rezultāti, to objektivitāte. Programma ir kā padomdevējs, kuru var uzklaut pirms tiek pieņemts gala lēmums. Ar modelēšanas palīdzību var tālāk veikt sīkākus salīdzinājumus jau procesa ietvaros, kā piemēram, atrast optimālāko un izdevīgāko piedāvājumu ēku siltināšanas iespējamajos procesos, jo arī tie iedalās – siltināt ar putuplastu, akmensvati u.c. materiāliem. Matemātiskā modeļa sastādīšana ļauj saprast visus variantus un iespējas, kā organizēt darbu tālāk, ar kādām izmaksām rēķināties, kas būtu izdevīgāk. Autores izstrādātais modelis ļauj viegli pielāgoties pētāmajam objektam, jo ir vispārīgāks. Ir nepieciešams zināt veicamo procesu izmaksas, efektivitāti, kā arī pieejamo budžetu un

patērēto enerģiju (naudā) pirms pārmaiņām, lai atrastu izdevīgāko procesu kopumu. Pielāgojot konkrētam gadījumam, to var papildināt un ieviest papildus mainīgos.

3.4. Izmaksu un ieguvumu analīze (IIA) privātmājai.

Izmaksu un ieguvumu analīze (IIA) tiek veikta 3.3. nodaļā minētajam objektam- Dzīvojamā ēka, privātmāja, būvēta 50-60 gados, 100 m², 4 iedzīvotāji, 5 logi, ir bēniņi, nav pagrabs, nomainīti logi. IIA ļauj pilnīgāk un objektīvāk izvērtēt projekta realizācijas iespējas, nepieciešamo finansējumu, tā avotus un iespējamus projekta rezultātus, tādējādi palīdzot efektīvāk plānot projekta budžetu un pamatot projekta nepieciešamību. IIA posmi balstās uz avotu „Metodika izmaksu- ieguvumu analīzes veikšanai 3.6.1.2. aktivitātes „Rīgas pilsētas ilgtspējīga attīstība” projektu iesniegumiem”. Kā viens no salīdzinošajiem rādītājiem ir atmaksas laiks, ko rēķina pēc 3.2 formulas. Kopējās kapitālieguldījuma izmaksas pret gada peļņu. Jo lielāka gada peļņa (ieguvums), jo atmaksas laiks mazāks.

$$\text{Atmaksas laiks} = \text{Kapitālieguldījumu izmaksas/gada peļņa.} \quad (3.2)$$

Lai noteiktu atmaksas laiku, uzlabojot energoefektivitāti, peļņas vietā tiek izmantots siltumenerģijas izmaksu ietaupījums.

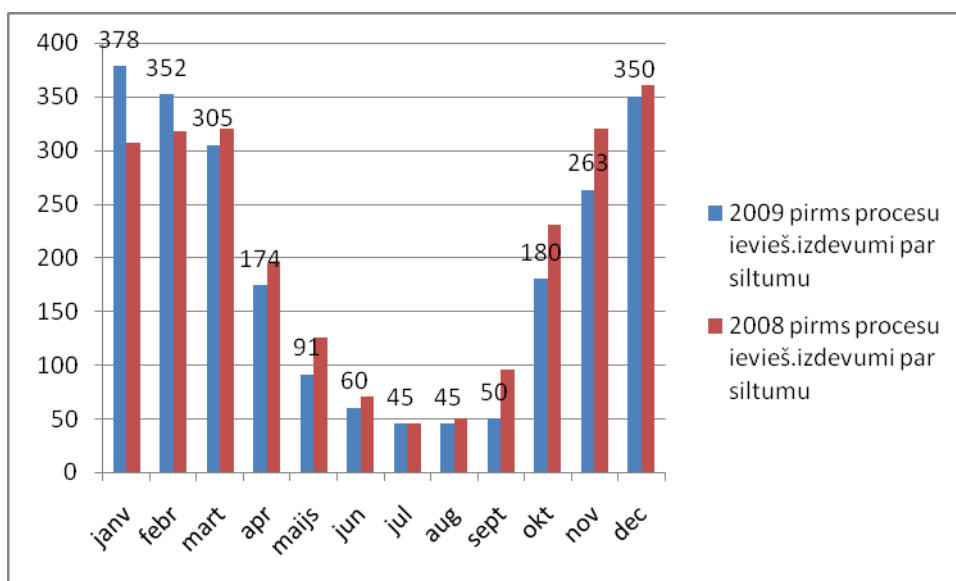
IIA galvenokārt tiek apskatīti divi izmaksu un ieguvumu veidi:

1. Projekta ieviešanas alternatīvu analīze, balstoties uz finanšu analīzi. (+ kādi būtu iespējamie alternatīvie enerģijas izmantošanas veidi- apkurei granulas, saules baterijas).

a) Nedarīt neko, turpināt dzīvot esošajā ēkā ar esošo ēkas tehnisko stāvokli.

Siltumenerģijas iegūšanai tiek izmantota gāzes apkure. 3.5. tabulā var redzēt patērēto enerģiju 2008. un 2009. gadā par siltumenerģiju (m³) katrā mēnesī. Izdevumi ir līdzīgi. Kopā par siltumu 2009. gadā tika patērēts 2293 m³ gāzes, vidēji mēnesī (2293/ 12) tas ir 191 m³.

Patērētā enerģija 2008. un 2009. gadā par siltumenerģiju (m³) katrā mēnesī



Jā gāzes cena par 1 m³ ir 0,23065, tad kopējās gada izmaksas par siltumu ir Ls 530, vidēji mēnesī Ls 45. Šie būtu izdevumi, ar ko būtu jāreķinās mājas iedzīvotājiem pie esošā ēkas tehniskā stāvokļa un vidējām gāzes cenām. Jāņem vērā, ka ēkas tehniskais stāvoklis var pasliktināties (lielāki siltuma zudumi), gāzes cenas var mainīties (tiek prognozēts gāzes cenu kāpums).

b) Veikt uzlabojumus, izmaksas līdz 2000 Ls.

Ja iedzīvotāji izvēlas investēt ēkas tehniskā stāvokļa uzlabošanā, pēc matemātiskā modeļa 3.3. un 3.2 tabulas var izvēlēties tos procesus, kuri dotu vislielāko efektivitāti Ls 2000 ietvaros. Tā kā iedzīvotāji jau ir veikuši ēkas logu nomaiņu, tika izvēlēti sekojoši siltināšanas procesi no 3.2. tabulas, kopējās minimālās izmaksas Ls 1050, efektivitāte 13,2 %. Ieguldot līdz 1900 Ls, efektivitāte ir līdz 25,5 %.

Esošie izdevumi par gāzi samazinātos aptuveni no 13- 25 % (298-573m³) no esošajiem 2293 m³. Naudas ieguvums būtu no 70-132 Ls gadā, mēnesī no 6-12 Ls. Rēķinot pēc 3.2 formulas atmaksas laiks ir ļoti līdzīgs, 14- 15 gadi, kā redzams 3.6. tabulā. Gadā kopā nāktos makāt par siltumu mazāk, no 398-468 Ls.

Kopējās kapitālieguldījuma izmaksas pret gada ietaupījumu

Kapitālieguld.izmaksas.	Gada ietaupījums (Ls)	Atmaksas laiks (gadi)
1050	69	15
1900	132	14

Izvēlītie siltināšanas procesi ēkas energoefektivitātes uzlabošanai

	Lētākās izmaksas		Dārgākās izmaksas	
	<i>Procesa izmakass</i>	<i>Efektivitāte</i>	<i>Procesa izmakass</i>	<i>Efektivitāte</i>
	<i>(Ls)</i>	<i>(%)</i>	<i>(Ls)</i>	<i>(%)</i>
Bēniņu siltināšana	800	10	1500	15
Dubultdurvju ielikšana	100	1	170	5
Veco durvju siltināšana	30	0,2	45	0,5
Ventilācijas sist.uzlabošana	120	2	185	5
Kopā	1050	13,2	1900	25,5

Kā redzams 3.7 tabulā, ieguldot no 1050 līdz 1900 Ls, atmaksas laiks at aptuveni 15 gadi, gada ietaupījums no 69- 132 Ls.

c) Veikt uzlabojumus, izmaksas līdz 6000 Ls.

Tiek noteikti procesi, to izmaksas un efektivitāte, kā redzams 3.8. tabulā. Esošie izdevumi par gāzi samazinātos aptuveni no 33- 50 % (no 757- 1147 m³) no esošajiem 2293 m³, naudas ieguvums būtu no Ls 175- 265 gadā (33-50% no 530 Ls), mēnesī Ls 15-22. . Rēķinot pēc 3.2 formulas atmaksas laiks ir ļoti līdzīgs, 20-22 gadi, kā redzams 3.9 tabulā. Gadā kopā nāktos maksāt par siltumu mazāk, no 265- 355 Ls.

Kopējās kapitālieguldījuma izmaksas pret gada peļņu

	Lētākās izmaksas		Dārgākās izmaksas	
	<i>Procesa izmakass</i>	<i>Efektivitāte</i>	<i>Procesa izmakass</i>	<i>Efektivitāte</i>
	<i>(Ls)</i>	<i>(%)</i>	<i>(Ls)</i>	<i>(%)</i>
Ēkas sienu siltināšana	2500	20	4000	25
Bēniņu siltināšana	800	10	1500	15
Dubultdurvju ielikšana	100	1	170	5
Ventilācijas sistēmas uzlabošana mājā	120	2	185	5
Kopā	3520	33	5855	50

Kopējās kapitālieguldījuma izmaksas pret gada ietaupījumu

Kapitālieguld.izmaksas.	Gada ietaupījums (Ls)	Atmaksas laiks (gadi)
3520	175	20,1
5855	265	22,1

Šie aprēķini ir veikti ņemot vērā tagadējo gāzes cenu ($1 \text{ m}^3=0,23065 \text{ Ls}$), tomēr gadu laikā cena var mainīties (pieaugt), kas projektu padarītu izdevīgāku, atmaksas laiks samazinātos. Iedzīvotājiem netika nepieciešama logu nomaiņa (veikts iepriekš), kas samazināja maksimālos izdevumus ēkas siltināšanā pēc 3.3 matemātiskā modeļa, kā arī palielina procesu efektivitāti (projektam jābūt ar vismaz 30 % lielu efektivitāti).

d) Iespējamie alternatīvie enerģijas izmantošanas veidi- saules baterijas

Lai izvērtētu iespējamās alternatīvas enerģijas ražošanā, tiek apskatītas saules baterijas, jo tās pašas spēj saražot enerģiju, tādējādi radot ēkas daļēju neatkarību no citiem piegādātājiem turpmāk (AS Latvijas Gāze, AS „Latvenergo” u.c.). Iegūtie aprēķini pētāmajam objektam atbilst 2.4 nodaļā par siltumenerģijas izmaksām Latvijā veiktajam pētījumam – saules bateriju ieviešana. Iegūtā enerģija ir salīdzināta ar elektroenerģiju. Salīdzinošais atmaksas laiks tiek aprēķināts 8 gadi. Izmaksas par saules kolektoriem ir 1000 Ls, gadā ap 2100 kWh enerģijas. Šo enerģijas veidu var izmantot karstā ūdens apsildei, kā arī veidojot kombinēto sistēmu, mājas apkurei. Šī ir alternatīva mājas enerģijas neatkarības palielināšanai, bet nenosegs ēkas siltuma zudumus. Šī būtu izvēle gadījumā, ja efektīvi ir izstrādāta ēkas siltumzudumu novēršanas programma un kā papildus nodrošinājums- pašiem saražotā enerģija ar saules bateriju palīdzību.

2. Sociālekonomiskie ieguvumi.

Projekta dzīves ciklā plānotās izmaksas un ieguvumu gan tiešajiem, gan netiešajiem projekta labuma saņēmējiem, tai skaitā sabiedrībai kopumā.

a) Lielas izmaksas iedzīvotājiem, liels enerģijas patēriņš, lielāks kaitējums videi.

Izvēloties pirmo variantu (a), nedarīt neko, iedzīvotāji turpinās patērēt arvien lielāku daudzumu enerģijas (ņemot vērā ēkas tehnisko nolietojumu ar katru gadu), radīs lielāku kaitējumu videi (jo mazāk tiek patērēta enerģija, jo mazāks kaitējums videi), kopumā pieprasot lielāku daudzumu enerģijas no piegādātājiem (A/S Latvijas Gāze). Palielinās kopumā pieprasījums pēc gāzes, kas ir jāiepērk, radot Latviju atkarīgu no enerģijas cenām pasaulē. Mainoties mazuta un dīzeļdegvielas kotācijai tirgū (tiek ņemta vērā faktiskā 9 mēnešu vidējā kotācija) un valūtu kursu attiecībām, tiek piemēroti atbilstoši SPRK apstiprinātie tarifi [15].

b) *No min līdz max ieguldījuma ēkas tehniskā stāvokļa uzlabošanā, siltumzudumu novēršanā, varēs panākt arī lielākus ieguvumus.*

3.10.tabula

Enerģijas ieguvumi m³ salīdzinot alternatīvos darbības veidos

	Izmaksas gadā, (m ³)	Ieguvums gadā(m ³)	Ieguvums 15 gados	Ieguvums 22 gados
Neko nedara	2293	0	0	0
iegulda 1050 Ls	1995	298	4470	6556
iegulda 1900 Ls	1720	573	8595	189090
iegulda 3520 Ls	1536	757	11355	249810
iegulda 5855 Ls	1146	1147	17205	378510

Salīdzinot dažādus ieguldījumus var redzēt, ka atmaksāšanās laiks atšķirās. Pirmajā gadījumā tie ir aptuveni 15 gadi, otrajā – 22 gadi. Šis gadu salīdzinājums ir veikts naudas izteiksmē, tomēr ja salīdzina gāzes m³ ietaupījumu 15 gados un 22 gados, kā redzams 3.10. tabulā, skaitļi ir būtiski lielāki, enerģija pietiktu pat divām mājām.

Jāņem vērā, ka līdz 2020. gadam ES enerģētikas politika ir izvirzījusi mērķi 20% enerģijas iegūt no atjaunojamajiem resursiem, taču šis mērķis Latvijai ir noteikts 40%. Samazinot kopējo pieprasījumu pēc enerģijas, palielinās alternatīvās saražotās enerģijas daudzuma īpatsvars Latvijā, tādējādi valsts kļūs energoneatkarīgāka. Energoefektivitātes palielināšana palīdzēs arī sasniegt ambiciozos atjaunojamo energoresursu īpatsvara mērķus. Izmantojot piedāvāto alternatīvu- saules baterijas- ēkas iedzīvotāji pozitīvā veidā veiciās valsts enerģētikas neatkarību- ražos, palielinās atjaunojamos energoresursus paši.

3.5. Iekšējās peļņas (IRR) un tīrās tagadnes vērtības (NPV) aprēķins.

Iekšējās peļņas jeb ienesīguma normas (IRR) un tīrā tagadnes vērtības jeb neto pašreizējās vērtības (NPV) aprēķinus parasti veic tabulu veidā, skat.pielikumā 3.12 tabula.

IRR un NPV aprēķini tiek veikti visam projekta dzīves laikam. Par projekta dzīves laiku jāpieņem laika posmu, kurā pie normāliem apstākļiem projekts/ pamatlīdzeklis darbojas un kuram beidzoties projekts/ pamatlīdzeklis jānomaina tehnisku, tehnoloģisku un citu apsvērumu dēļ pret jaunu vai arī tajā jāiegulda nozīmīgi līdzekļi, lai to varētu turpināt izmantot. Vadoties pēc prakses un Ministru kabineta noteiktajiem normatīviem, ir ieteicams piemērot šādus projekta dzīves laikus: Ēku būvniecība, rekonstrukcija (arī ilggadīgie stādījumi) - 20 gadi; pārējie pamatlīdzekļi - 5 gadi.[36]

Rindā “*Gadu skaits*” uzrādītie gadi atbilst projekta plānotajam dzīves laikam. Pirmais gads, kad tiek uzsākta projekta realizācija, tiek saukts par 0 gadu. Kapitāla ieguldījumu projekta realizācijas sākumposmā radušies izdevumi tiek uzskatīti par 0. gada izdevumiem. Rindā “*Ieņēmumi/ ietaupījumi*” rakstāmas projekta realizācijas rezultātā plānotās izmaiņas. Šajā gadījumā ietaupījumi no enerģijas ekonomijas (siltumenerģijas). Nākamās rindas atspoguļo projekta izmaksas sadalījumā pa gadiem.

Projekta realizēšanas izmaksas (vienreizējās), kurās tiek iekļauti maksājumi par būvmateriāliem, remontu izmaksas, utml. Ekspluatācijas un uzturēšanas izmaksas (regulārās), kuras ir papildus nepieciešamas, lai uzturētu projekta rezultātu plānotajā līmenī. Rindā “*Naudas plūsma (CF)*” atspoguļo naudas līdzekļu kustību, ko aprēķina kā projekta realizācijas rezultātā plānoto ieņēmumu/ ietaupījumu un ar projektu saistīto izmaksu starpību. Tas ir svarīgs rādītājs, jo kalpo par pamatu tālākiem aprēķiniem. Lai izteiktu nākotnē plānotās naudas plūsmas tagadnes vērtību, piemēro diskontēšanu. Tās pamatā ir pieņēmums, ka viens lats šodien ir vērtīgāks nekā tas pats lats pēc gada. Diskonta likmi aprēķina pēc 3.3 formulas, kur r - diskonta likme(3% un 5%), n - gadu skaits. Domājot par ilgtspējīgu attīstību diskonta likmi cenšas izmantot zemāku (piem. 3% un 5%). Tas nodrošina, ka vairāk domājām par nākamajām paaudzēm nevis lielāku vērtību piešķiram saviem ieguvumiem.

$$\frac{1}{(1 + r)^n} \quad (3.3)$$

Lai atvieglotu tagadnes vērtību aprēķinus, ir izstrādātas tagadnes vērtību tabulas,skat.pielikumā 3.11 tabulu Diskonta likmes tabula, kurās atspoguļoti koeficienti, ar kuriem jāreizina 15 un 22 gadu laikā ietaupīto latu vērtība, lai noteiktu, cik šie lati ir vērti

šobrīd. Pašreizējā tīrā vērtība (net present value) NPV tiek dēvēta par diskontētās naudas plūsmas aprēķināšanas metodi, jo tās kapitāla investīciju projektu izvērtējumā iekļauj naudas vērtību laikā. NPV pamatā ir izmantotas nākotnes maksājumu (negatīva naudas plūsma), ienākumu (pozitīva naudas plūsma), zaudējumu (negatīva naudas plūsma) un neieguvumu (nulle naudas plūsma) sērijas. NPV atgriež naudas plūsmu neto vērtību, atspoguļojot to šodienas naudas vērtībā. Naudas vērtības laikā princips nosaka, ka viena lata vērtība šodien ir augstāka nekā rītdien. NPV aprēķina katras naudas plūsmas sērijas pašreizējo vērtību un summē tās, lai iegūtu neto pašreizējo vērtību. NPV rādītājs nosaka, vai projekta ienesīgums ir lielāks vai mazāks par vēlamo peļņas normu (dēvēta arī par robežnormu), un ir noderīgs, lai noteiktu, vai projekts kļūs ienesīgs. NPV rādītājs nodrošina skaitļus, ko var izmantot, salīdzinot konkurējošus projektus un izdarīt labāko izvēli salīdzinot mājas projektus.

Par izmaksu salīdzināšanu tiek ņemts 3.4 nodaļā apskatītie alternatīvie ieguldījuma veidi:

a) Noko nedara

b) Līdz 2000 Ls, atmaksājas 15 gadu laikā, ieguvums aptuveni 130 Ls gadā

Pielikumā 3.12 un 3.13 tabulā var redzēt, ka pēc 3% un 5% diskonta likmes projekts nešķiet izdevīgs, jo ieguvums 15 gadu laikā neatmaksājas, vēl ir ar mīnusa zīmi. Iekšējās peļņas jeb ienesīguma normas (IRR) ir 0%, kas arī liktu domāt, ka projekts finansiāli nedod peļņu. Tomēr jāņem vērā apstākļi, ka enerģijas cenas var mainīties (augt), kas izmainītu gada ieguvumu, rezultātā padarītu izdevīgāku pašu projektu. Kā arī palielinās īpašuma vērtība, ja tajā ir ieguldīti līdzekļi energoefektivitātes veicināšanā. Mazāks ieguldījums, mazāka atdeve. Jāņem vērā arī ieguvums, kas rodas dabai, neizmantojot tik lielu daudzumu dabasgāzes.

c) Līdz 5000 Ls, atmaksājas aptuveni 22 gadu laikā, ieguvums ap 210 Ls gadā

Pielikumā 3.14 un 3.15 tabulā var redzēt, ka šie projekti ir salīdzinoši izdevīgi (nav zaudējumi, IIR pat līdz 1%). Ņemot vērā, ka var mainīties enerģijas cenas ilgākā laika posmā, projekts var būt pat ļoti izdevīgs. Kā arī veicot lielākas investīcijas ēkas uzlabošanā arī ietaupījums uz patērēto dabasgāzi ir lielāks, kas savukārt ir dabai draudzīgs pasākums. Netiek tērēta lieka enerģija. Ieguldot līdzekļus ēkas siltināšanā gan āršienā, gan bēniņā, gan logu uzlabošanā, mājas tirgus cena arī palielinās. Ja 22 gadu laikā saimnieki vēlēties pārdot vai mainīt savu īpašumu uz citu, tad ieguvums var būt daudz lielāks. Pircēji vērtē ne tikai mājas novietojumu, izskatu, bet arī tehnisko stāvokli, ar kādiem izdevumiem jāērķinās apkures sezonās. Siltināta māja ir vērtība, kas ir nākotnes investīcija gan materiālā ziņā, gan nākamajām paaudzēm, rūpējoties par vidi, kurā dzīvojam.

d) Saules baterijas, atmaksājas 8 gados, ieguvums 232 Ls

Ja mājas iedzīvotāji ir apmierināti ar ēkas tehnisko stāvokli un nevēlas ieguldīt enerģijas zudumu novēršanā, tad var uzlabot siltumenerģijas padeves iekārtas. Lai veicinātu energoneatkarību tiek pētītas saules baterijas, pielikumā, 3.16 tabula. Pēc tabulas var redzēt, ka uzstādīt saules baterijas ir izdevīgi, IRR 5%, kas var palielināties pie nosacījuma, ja 8 gadu laikā pieaug elektroenerģijas cenas. Saules baterijas darbojas (nolietojums) līdz pat 25 gadiem. Dzīvojamā ēka spēs izmantot pašsaražoto enerģiju, kas veicinās gan ēkas energoneatkarību, gan valsts kopumā energoneatkarību. Saules baterijas būtu lieliska investīcija pētāmajam objektam pēc siltumzudumu novēršanas (samazināt vismaz par 30 %). Tā ir investīcija ne tikai finansiālajā ziņā, bet lielākoties investīcija mūsu nākotnē, vides ilgtspējīgai attīstībai, kā arī valsts enerģētikas neatkarībā.

Secinājumi

1. Latvija ir energoatkarīga no fosilajiem kurināmajiem, sevišķi no dabasgāzes un naftas, kuru piegādā viena valsts- Krievija, kopumā veidojot 43,5% no visas Latvijas enerģijas, tādējādi kopumā radot ietekmi uz Latvijas ekonomiku.
2. Pēdējā desmitgadē AER izmantošanas tehnoloģijas attīstās sevišķi strauji, kas ļauj prognozēt atsevišķu šo enerģijas ražošanas iekārtu un veidu efektivitātes paaugstināšanos līdz tradicionālo tehnoloģiju veidu rādītājiem.
3. Atjaunojamās enerģijas konkurētspējas palielināšanās un daudzkreiz plašākā izmantošana var samazināt valsts atkarību no energoresursu importa, uzlabot valsts ārējo maksājumu bilanci, veicināt jaunas darbavietas un kaitīgās ietekmes uz vidi mazināšanos.
4. Latvijā ceļmalās, neizmantotās lauksaimniecības zemēs, mežos kā blakusprodukts veidojas apmēram 6,8 miljoni cieškubikmetru koksnes masas gadā, kas ir izmantojama biomasai un var radīt aptuveni 1,53 milj. MWh gadā, nodrošinot valsti gan ar pašražotu enerģiju, gan jaunām darba vietām.
5. Kā perspektīvākie alternatīvās enerģijas izmantošanas veidi Latvijā ir biomasas, vēja enerģija un saules enerģija, ko var pielietot elektroenerģijas, siltumenerģijas un transportam nepieciešamās enerģijas iegūšanā, tādējādi veicinot valsts energoneatkarību.
6. Latvijas enerģētikas politikas veicināšanai ir noteiktas Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.-2016.gadam, kuru rezultātā ir radusies Rīgas Enerģētikas Aģentūra, notikuši dažādi Eiropas projekti enerģētikas jautājumu risināšanā Latvijā un dažādu likumprojektu ieviešana.
7. Plānojot Energoefektivitātes procesu veikšanu, būtu jāņem vērā matemātiskie aprēķini- procesa izmaksas, enerģijas patēriņa lietderība, pieejamie naudas līdzekļi un līdzšinējā patērētā enerģija – lai gūtu informāciju lēmuma pieņemšanai, kas un kā būtu jādara.
8. Energoefektivitāte ir plašs un sarežģīts process, kas prasa dažāda veida zināšanas, gan ekonomista, gan inženiera, gan energoauditora, un prasa nepārtrauktu cilvēka pilnveidošanos, informācijas vākšanu un savas darbības pārskatīšanu, lai ikdienas dzīve būtu videi draudzīga un ar ilgtermiņa mērķim.
9. Lai sasniegtu ēkas labākos energoefektivitātes rādītājus, ir jārēķinās ar lielām naudas summām(8 000-10000 Ls), bet, ņemot vērā visus nosacījumus, var arī atrast pavisam vienkāršus un lētus paņēmienus, kā gūt ievērojamus uzlabojumus dzīvojamajā ēkā (1

000-3000 Ls), piemēram, logu un durvju renovēšana ar līmgumijām, termostata programmēšana.

10. Lai veicinātu energoneatkarību, ir nepieciešamas atrast un pielietot tādu apkures sistēmu, kas spētu pati saražot enerģiju neradot kaitējumu videi vai lietot to kopā ar kādu no tradicionālajām apkures sistēmām ar fosilajiem apkures resursiem.
11. Ieguldot līdzekļus mājas tehniskā stāvokļa uzlabošanā, samazinās izdevumi par siltumenerģiju, palielinās mājas efektivitāte, kā arī nekustamo īpašumu vērtētāji augstāk novērtēs mājas vērtību.
12. Jo lielāks ieguldījums mājas tehniskā stāvokļa uzlabošanā, jo lielāks sagaidāmais ienesīgums (peļņa) nākotnē, ko nevar izmērīt tikai naudā, bet kas izpaužas salīdzinoši labākā vides stāvoklī un ietaupītos dabas resursos.

Priekšlikumi

1. Latvijā ir nepieciešams veicināt to, lai koksni izmanto šeit: ražo enerģiju un gala produktus, nevis eksportē neapstrādātu koksni un importē dārgo enerģiju.
2. Lai veicinātu valsts enerģētikas neatkarību ir nepieciešams vairāk sniegt informāciju par energoefektivitāti gan būvuzņēmumiem, gan būvmateriālu ražotājiem un, galvenokārt, aktīvāk iesaistīt alternatīvo enerģijas iegūšanas iekārtu tirgotājus Latvijas enerģētikas tirgū.
3. Lai sasniegtu labākus rezultātus ar minimāliem izdevumiem energoefektivitātē dzīvojamajās ēkās, mājas saimniekam būtu jāveic mājas apsekojums dažādās tās vietās, kas visbiežāk ir lielākās siltuma zaudētājas– mājas sienas, jumts (bēniņi), logi un durvis- un jāveic nepieciešamie uzlabojumi.
4. Vispirms novērst siltuma zudumus par 30-40 %, pēc tam var sākt uzstādīt kādu no alternatīvās enerģijas izmantošanas ierīcēm (biomasa, saules enerģija, ģeotarmālā enerģija), katrai mājai piemeklējot individuāli pēc piemērotības un finansiālajām iespējām, jo savādāk iegūtā zaļā enerģija aizplūdis zudumos, neradot vajadzīgo efektivitāti.
5. Mājas saimniekam ir jāveic regulāra mājas apsekošana, salīdzinot enerģijas izdevumus aukstajās sezonās, salīdzinot ar iepriekšējiem periodiem, lai lieki netiktu tērēta enerģija un nauda.
6. Lai noteiktu, kuri energoefektivitātes procesi katrā atsevišķā situācijā būtu jāieieš, ierobežotu resursu apstākļos, lai panāktu lielāko ietaupījumu, var izmantot autores izstrādāto matemātisko modeli.

Izmantotā literatūra un avoti

1. Žurnāli

1. **Luksa Mudīte**, "Komersanta Vēstnesis", Videi draudzīgs siltums no Ikšķiles, Nr.44,2006. gada 8. Novembris.
2. **Rulle Baiba**, "Diena", Valsts atbalsts, 2009.gada 21. maijs.

2. Grāmatas

3. **Barnsley M. J.** *Environmental modeling* Boca Raton, 2007, 67.lpp.
4. **Blumbega A., Blumberga D.** Energoserviss, energoefektivitāte. – R.: Rīga, 2004. – 127.lpp.
5. **Frolova L.** Matemātiskā modelēšana ekonomikā un menedžmentā. – R.: Rīga 2005 SIA Izglītības solī, 436. lpp.
6. **Galiņš A., Kanceviča L., Laizāns A.** Alternatīvās enerģētikas iekārtas.- Jelgava, 2008.- 316. lpp (9-10.lpp)
7. **Kļaviņš M., Blumberga D., Bruņiniece I., Briede A., Grišule G., Andrušaitis A., Āboliņa K.** Klimata mainība un globālā sasilšana.-R: LU Akadēmiskais apgāds,2008.-173.lpp
8. **Kutz M.**, *Alternative Energy Production*, WILEY ,2008.gada
9. Klimata pārmaiņas: izaicinājumi Latvijai starptautiskajā vidē, stratēģiskās analīzes komisija ,Izdevniecība Zinātne, rakstu krājums, 2008, 222

3. Elektroniskie informācijas avoti

10. Biomasa no meža www.videsvestis.lv
11. CSB: Kaitīgo vielu izplūde atmosfērā no stacionāriem avotiem, tūkst. Tonnu, Pieejams: <http://www.csb.gov.lv/csp/conent/?cat=2381>
12. Elektroenerģijas tarifu izmaksas. www.latvenergo.lv
13. Ģeotermālā enerģija, www.wikipedia.org
14. Ģeotermālā enerģija, <http://lv.lv.allconstructions.com/portal/categories/12/1/0/1/article/718>
15. Latvijas Gāzes cenu tarifs www.lg.lv
16. Latvijas Republikas Ekonomikas Ministrijas mājas lapa www.em.gov.lv
17. Pasīva enerģijas patēriņa māja, http://www.viessmann.lv/lv/products/terminu_skaidrojums0/p_bis_t/passivhaus.html
18. Pasaules Vēja enerģijas asociācijas 2009. gada atskaite (World Wind Energy Association Report 2009) www.wwindea.org
19. Rīgas siltuma emisijas www.rs.lv/

20. Rīgas Enerģētikas aģentūra http://www.rea.riga.lv/LV/par_rea.html
21. SIA Ekodoma buklets par Bioenerģiju, sadarbībā ar EREC un EKODOMA.
http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RES_in_EU_and_CC/LVbioenergy.pdf
22. www.buildings.lv
23. Vēja enerģija, www.wikipedia.org
24. Vēja enerģija, pamatceļvedis www.windenergy.lv
25. Ventilācijas sistēmas
<http://lv.lv.allconstructions.com/portal/categories/37/1/0/1/article/1024>
26. Vulāns Andris, SIA „Cetera” Tehniskās nodaļas vadītāju, LLU Lauku Inženieru fakultātes lektors[atsauce 21.02.2010]Pieejams:
http://www.building.lv/readnews.php?news_id=87351
27. Zema energopatēriņa dzīvojamā māja
<http://www.building.lv/readnews.php?newsid=107734>
28. Zema enerģijas patēriņa māja
http://www.viessmann.lv/lv/products/terminuskaidrojums0/u_bis_z/niedrigenergiehaus.html

4. Valsts dokumenti

29. Enerģētikas attīstības pamatnostādņu 2007. – 2016. gadam kopsavilkums, Ministru kabineta 2006.gada rīkojums, ekonomikas ministrs **A.Štokenbergs**
30. "Ēku energoefektivitātes likums" ("LV", 51 (3835), 02.04.2008.) [stājas spēkā 16.04.2008.]
31. Klimata pārmaiņu finanšu instruments (KPFI), Pieejams:
http://www.vidm.gov.lv/lat/darbibas_veidi/KPFI/merki/
32. Latvijas atjaunojamo energoresursu izmantošanas un energoefektivitātes paaugstināšanas modelis un rīcības plāns, Rīga, 2009.gada janvāris – jūlijs, pēc Latvijas vides aizsardzības fonda pasūtījuma.
33. Nacionālais vides politikas plāns 2004 – 2008. gadam, akceptēts ar LR Ministru Kabineta 2004. gada 2. marta sēdes protokolu Nr. 39.- 141 lpp.
34. Latvia's Initial Report under the Kyoto Protocol, Determination of Assigned Amount, Ministry of the Environment of the Republic of Latvia, Latvian Environment, Geology and Meteorology Agency, 2006 – 18. Lpp
http://unfccc.int/files/national_reports/initial_reports_under_the_kyoto_protocol/application/pdf/latvia_aa_report_unfccc.pdf
35. Latvijas Ekonomikas Ministrijas sagatavotais pārskats „Latvijas enerģētika skaitļos 2009”

36. Metodika izmaksu- ieguvumu analīzes veikšanai 3.6.1.2. aktivitātes „Rīgas pilsētas ilgtspējīga attīstība” projektu iesniegumiem, Pielikums Reģionālās attīstības un pašvaldību lietu ministrijas 2009. gada 29.aprīļa rīkojumam Nr.2-02/134.

Pielikums 1

Tab.3.11. Diskonta likmes.

Atmaksāšanās laiks (gadi)		Diskonta faktora koeficients	
	n	3%	5%
2010	0	1	1
2011	1	0,971	0,952
2012	2	0,943	0,907
2013	3	0,915	0,864
2014	4	0,888	0,823
2015	5	0,863	0,784
2016	6	0,837	0,746
2017	7	0,813	0,711
2018	8	0,789	0,677
2019	9	0,766	0,645
2020	10	0,744	0,614
2021	11	0,722	0,585
2022	12	0,701	0,557
2023	13	0,681	0,530
2024	14	0,661	0,505
2025	15	0,642	0,481
2026	16	0,623	0,458
2027	17	0,605	0,436
2028	18	0,587	0,416
2029	19	0,570	0,396
2030	20	0,554	0,377
2031	21	0,570	0,416
2032	22	0,554	0,396

2.daļa

Gadu skaits	11	12	13	14	15
Kalendārie gadi	2021	2022	2023	2024	2025
Ieņēmumi/ ietaupījumi	69	69	69	69	69
Proj. ekspl. un uzturēš. izmaksas	1	1	1	1	1
Naudas plūsma (CF)	68	68	68	68	68
	3%				
Diskonta faktors	0,722	0,701	0,681	0,661	0,642
Tagadnes vērtība (PV)	49,096	47,668	46,308	44,948	43,656
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-420,93	-373,26	-326,96	-282,01	-238,35
	5%				
Diskonta faktors	0,585	0,557	0,530	0,505	0,481
Tagadnes vērtība (PV)	39,78	37,876	36,04	34,34	32,708
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-485,06	-447,18	-411,14	-376,8	-344,09

Pielikums 3

3.13 tabula

Tīrās tagadnes vērtības un iekšējās peļņas aprēķināšana 1900 Ls

A	B	C	D	E	F				
Gadu skaits	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Kalendārie gadi	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ieņēmumi/ ietaupījumi	0	132	132	132	132	132	132	132	132
Proj. realizēš. izmaksas	1900								
Proj. ekspl. un uzturēš. izmaksas		1	1	1	1	1	1	1	1
Naudas plūsma (CF)	-1900	131	131	131	131	131	131	131	131
	3%								
Diskonta faktors	1	0,971	0,943	0,915	0,888	0,863	0,837	0,813	0,789
Tagadnes vērtība (PV)	-1900	127,201	123,533	119,865	116,328	113,053	109,647	106,503	103,359
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-1900	-1772,8	-1649,3	-1529,4	-1413,1	-1300	-1190,4	-1083,9	-980,51
Iekšējā ienākumu norma (IRR)									
	5%								
Diskonta faktors	1	0,952	0,907	0,864	0,823	0,784	0,746	0,711	0,677
Tagadnes vērtība (PV)	-1900	124,712	118,817	113,184	107,813	102,704	97,726	93,141	88,687
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-1900	-1775,3	-1656,5	-1543,3	-1435,5	-1332,8	-1235	-1141,9	-1053,2
Iekšējā ienākumu norma (IRR)	0%								

2.daļa Tīrās tagadnes vērtības un iekšējās peļņas aprēķināšana 1900 Ls

Gadu skaits	9	10	11	12	13	14	15
Kalendārie gadi	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
leņēmumi/ ietaupījumi	132	132	132	132	132	132	132
Proj. realizēš. izmaksas							
Proj. ekspl. un uzturēš. izmaksas	1	1	1	1	1	1	1
Naudas plūsma (CF)	131	131	131	131	131	131	131
Diskonta faktors	0,766	0,744	0,722	0,701	0,681	0,661	0,642
Tagadnes vērtība (PV)	100,346	97,464	94,582	91,831	89,211	86,591	84,102
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-880,17	-782,7	-688,12	-596,29	-507,08	-420,49	-336,38
Iekšējā ienākumu norma (IRR)							
Diskonta faktors	0,645	0,614	0,585	0,557	0,530	0,505	0,481
Tagadnes vērtība (PV)	84,495	80,434	76,635	72,967	69,43	66,155	63,011
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-968,72	-888,29	-811,65	-738,69	-669,26	-603,1	-540,09

Pielikums 4

3.14 tabula

Tīrās tagadnes vērtības un iekšējās peļņas aprēķināšana 3520 Ls											
A	B	C	D	E	F						
Gadu skaits	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kalendārie gadi	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ieņēmumi/ ietaupījumi	0	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Proj. realizēš. izmaksas	3520										
Proj. ekspl. un uzturēš. izmaksas		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Naudas plūsma (CF)	-3520	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
	3%										
Diskonta faktors	1	0,971	0,943	0,915	0,888	0,863	0,837	0,813	0,789	0,766	0,744
Tagadnes vērtība (PV)	-3520	168,954	164,082	159,21	154,512	150,162	145,638	141,462	137,286	133,284	129,456
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-3520	-3351	-3187	-3027,8	-2873,2	-2723,1	-2577,4	-2436	-2298,7	-2165,4	-2036
Iekšējā ienākumu norma (IRR)											
	5%										
Diskonta faktors	1	0,952	0,907	0,864	0,823	0,784	0,746	0,711	0,677	0,645	0,614
Tagadnes vērtība (PV)	-3520	165,648	157,818	150,336	143,202	136,416	129,804	123,714	117,798	112,23	106,836
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-3520	-3354,4	-3196,5	-3046,2	-2903	-2766,6	-2636,8	-2513,1	-2395,3	-2283	-2176,2
Iekšējā ienākumu norma (IRR)	1%										

Tabulas 3.14 turpinājums, **Tīrās tagadnes vērtības un iekšējās peļņas aprēķināšana 3520 Ls**

Gadu skaits	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Kalendārie gadi	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
leņģemumi/ ietaupģjumi	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Proj. realizģš. izmaksas												
Proj. ekspl. un uzturģš. izmaksas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Naudas plģsuma (CF)	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174
	3%											
Diskonta faktors	0,722	0,701	0,681	0,661	0,642	0,623	0,605	0,587	0,570	0,554	0,570	0,554
Tagadnes vērtģba (PV)	125,628	121,974	118,494	115,014	111,708	108,402	105,27	102,138	99,18	96,396	99,18	96,396
Tģrģ tagadnes vērtģba (NPV)	-1910,3	-1788,4	-1669,9	-1554,8	-1443,1	-1334,7	-1229,5	-1127,3	-1028,1	-931,75	-832,57	-736,17
Iekšģjģ ienģkumu norma (IRR)												
Diskonta faktors	0,585	0,557	0,530	0,505	0,481	0,458	0,436	0,416	0,392	0,370	0,348	0,325
Tagadnes vērtģba (PV)	101,79	96,918	92,22	87,87	83,694	79,692	75,864	72,384	68,2602	64,38	60,4998	56,6196
Tģrģ tagadnes vērtģba (NPV)	-2074,4	-1977,5	-1885,3	-1797,4	-1713,7	-1634	-1558,2	-1485,8	-1417,5	-1353,1	-1292,6	-1236

Pielikums 5

Tabula 3.15, Tīrās tagadnes vērtības un iekšējās peļņas aprēķināšana 3855 Ls

Gadu skaits	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kalendārie gadi	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ieņēmumi/ ietaupījumi	0	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265
Proj. realizēš. izmaksas	5855										
Proj. ekspl. un uzturēš. izmaksas		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Naudas plūsma (CF)	-5855	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
	3%										
Diskonta faktors	1	0,971	0,943	0,915	0,888	0,863	0,837	0,813	0,789	0,766	0,744
Tagadnes vērtība (PV)	-5855	256,344	248,952	241,56	234,432	227,832	220,968	214,632	208,296	202,224	196,416
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-5855	-5598,7	-5349,7	-5108,1	-4873,7	-4645,9	-4424,9	-4210,3	-4002	-3799,8	-3603,3
Iekšējā ienākumu norma (IRR)	5%										
Diskonta faktors	1	0,952	0,907	0,864	0,823	0,784	0,746	0,711	0,677	0,645	0,614
Tagadnes vērtība (PV)	-5855	251,328	239,448	228,096	217,272	206,976	196,944	187,704	178,728	170,28	162,096
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-5855	-5603,7	-5364,2	-5136,1	-4918,9	-4711,9	-4514,9	-4327,2	-4148,5	-3978,2	-3816,1
Iekšējā ienākumu norma (IRR)	0%										

Tabulas 3.15 turpinājums, **Tīrās tagadnes vērtības un iekšējās peļņas aprēķināšana 3855 Ls**

Gadu skaits	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Kalendārie gadi	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Ieņēmumi/ ietaupījumi	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265
Proj. realizēš. izmaksas												
Proj. ekspl. un uzturēš. izmaksas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Naudas plūsma (CF)	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
Diskonta faktors	0,722	0,701	0,681	0,661	0,642	0,623	0,605	0,587	0,570	0,554	0,570	0,554
Tagadnes vērtība (PV)	190,608	185,064	179,784	174,504	169,488	164,472	159,72	154,968	150,48	146,256	150,48	146,256
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-3412,7	-3227,7	-3047,9	-2873,4	-2703,9	-2539,4	-2379,7	-2224,7	-2074,3	-1928	-1777,5	-1631,3
Iekšējā ienākumu norma (IRR)												
Diskonta faktors	0,585	0,557	0,530	0,505	0,481	0,458	0,436	0,416	0,392	0,370	0,348	0,325
Tagadnes vērtība (PV)	154,44	147,048	139,92	133,32	126,984	120,912	115,104	109,824	103,567	97,68	91,7928	85,9056
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-3661,7	-3514,6	-3374,7	-3241,4	-3114,4	-2993,5	-2878,4	-2768,6	-2665	-2567,3	-2475,5	-2389,6
Iekšējā ienākumu norma (IRR)												

Pielikums 6

Tab.3.16 Tīrās tagadnes vērtības un iekšējās peļņas aprēķināšana saules baterijām

Gadu skaits	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Kalendārie gadi	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ieņēmumi/ ietaupījumi		155,4	157,5	159,6	161,7	163,8	165,9	168	170,1
Proj. realizēš. izmaksas	1000								
Proj. ekspl. un uzturēš. izmaksas		10	10	10	10	10	10	10	10
Naudas plūsma (CF)	-1000	145,4	147,5	149,6	151,7	153,8	155,9	158	160,1
	3%								
Diskonta faktors	1	0,971	0,943	0,915	0,888	0,863	0,837	0,813	0,789
Tagadnes vērtība (PV)	-1000	141,183	139,093	136,884	134,71	132,729	130,488	128,454	126,319
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-1000	-858,82	-719,72	-582,84	-448,13	-315,4	-184,91	-56,459	69,8601
	5%								
Diskonta faktors	1	0,952	0,907	0,864	0,823	0,784	0,746	0,711	0,677
Tagadnes vērtība (PV)	-1000	138,421	133,783	129,254	124,849	120,579	116,301	112,338	108,388
Tīrā tagadnes vērtība (NPV)	-1000	-861,58	-727,8	-598,54	-473,69	-353,11	-236,81	-124,47	-16,087
Iekšējā ienākumu norma (IRR)	5%								

Pielikums 7

Pētījums: Sabiedrības attieksme pret dažādiem enerģētikas

Aptaujas tehniskā informācija

PĒTĪJUMA VEICĒJS Pētījumu centrs SKDS

ĢENERĀLAIS KOPUMS Latvijas pastāvīgie iedzīvotāji vecumā no 18 līdz 74 gadiem

IZLASES APJOMS 1000 respondenti (ģenerālajam kopumam reprezentatīva izlase)

SASNIEGTĀS IZLASES APJOMS 1000 respondenti

IZLASES METODE Stratificētā nejaušā izlase

STRATIFIKĀCIJAS PAZĪMES Administratīvi teritoriālā un nacionālā

APTAUJAS VEIKŠANAS METODE Tiešās intervijas respondentu dzīves vietās

ĢEOGRĀFISKAIS PĀRKLĀJUMS Visi Latvijas reģioni (110 izlases punkti)

APTAUJAS VEIKŠANAS LAIKS No 07.03.2008. līdz 18.03.2008.

Kā Jūs kopumā vērtējat elektroenerģijas iegūšanu, izmantojot šādus avotus?

		Ļoti pozitīvi	Drīzāk pozitīvi	Drīzāk negatīvi	Ļoti negatīvi	Grūti pateikt/NA
1.	Biomاسas (koka, augu pārpalikumu dažādu atkritumu, pārpalikumu) pārstrādāšana	1	2	3	4	8
2.	Ogles	1	2	3	4	8
3.	Gāze	1	2	3	4	8
4.	Ūdens enerģija(hidroelektrostacijas)	1	2	3	4	8
5.	Ātomenerģija(atomelektrostacijas)	1	2	3	4	8
6.	Nafta	1	2	3	4	8
7.	Saules enerģija	1	2	3	4	8
8.	Vēja enerģija	1	2	3	4	8

Lūdzu, novērtējiet, cik lielā mērā Jūs esat informēts par šādiem jautājumiem!

		Ļoti labi informēts	Drīzāk labi informēts	Drīzāk vāji informēts	Ļoti vāji informēts/ pilnīgi neinformēts	Grūti pateikt/ NA
1.	Iespaidi, ko dažādi enerģijas ražošanas veidi atstāj uz dabu					
2.	Kāda ir elektroenerģijas cena Jums kā patērētājam, izmantojot dažādus enerģijas ražošanas veidus					
3.	Cik lielā mērā var paļauties uz to, ka šobrīd izmantotie enerģijas avoti būs pieejami arī nākotnē					
4.	Valsts enerģētikas politika (gan iekšpolitika, gan ārpolitika)					

Dokumentārā lapa

Bakalaura darbs

„Energoneatkarības paaugstināšana, izmantojot energoefektivitāti un atjaunojamos energo resursus” izstrādāts LU Ekonomikas un vadības fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Anete Aizsilniece

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zin. darba vadītāja : Dr. oec., docente Džineta Dimante

Recenzents: lekt. Jānis Malzubris

Darbs iesniegts ESVTM katedrā

Metodiķe: Ivanda Jakovele

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē Prot. Nr _____,

vērtējums: _____

Bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sekretārs: lekt. M. Danusēvičs