

Alternatīvie enerģijas resursi un to potenciālais pielietojums Latvijas mājokļu sektorā.



Saturs:

Saturs:	2
Ievads	3
1. Alternatīva enerģija un mājokļu sektors.	5
2. Saules enerģija.	8
2.1. Saules kolektori.....	10
2.2. Saules baterijas.....	12
2.3. Piemērs: „Kalmuižas” privāta saules baterija.	13
3. Vēja enerģija	15
3.1. Vēja ģeneratori.....	17
3.2. Vēja enerģija siltumapgādē.....	18
3.4. Piemērs: Grobiņas vēja parks.....	20
4. Hidroenerģija	21
4.1. Upju enerģija.....	23
4.2. Mazas HES.....	25
4.3. Piemērs: „Plāviņu Hidroelektrostacija”	27
5. Biokurināmais - biomasas	29
5.1. Cietais biokurināmais Latvijā.	30
6. Siltuma sūknis.....	34
6.1. Gaisa izmantošana	37
6.2. Zemes siltuma izmantošana	38
6.3. Zemes dziļu siltuma izmantošana	38
6.4. Ūdens siltuma izmantošana.....	39
7. Pasīvas ēkas.	40
7.1. Piemērs: Pasīvas ēkas projekts Juglā.	43
7.2. Piemērs: Zema enerģijas patēriņa ēkas realizācija Lielvārdē.	44
Secinājumi:	46
Literatūras saraksts:	48

Ievads

Eiropas Savienības līmenī ar katru gadu pieaug pieprasījums pēc lietderīgas enerģijas. Ir zināms, ka ierobežotie fosilā kurināmā krājumi, kā arī vides piesārņojums un globālās klimata pārmaiņas pēdējos gados pasaulē radījis dziļu interesi par alternatīviem enerģijas veidiem. Alternatīvs nozīme cits, vai tāds, kas satur alternatīvu, kurš pieļauj izvēli no dažādam iespējam. Alternatīvie resursi ir dabas resursi, kuri rada izmantošanas alternatīvu parastajiem fosilajiem energoresursiem. Eiropas Savienība intensīvi atbalsta alternatīvo resursu izmantošanu.

Alternatīvie enerģijas avoti ir enerģijas resursu veidi, kuru izmantošana nerada kaitējumu videi vai arī rada to tikai neliela apmērā.

Alternatīvie energoresursi (turpmāk AER) ir vējš, ūdens, saules starojums, biomasas, ģeotermālā enerģija jeb zemes enerģijas potenciāls, paisuma - bēguma procesi un paši ūdens viļņi. Pastāv divas iespējas – kādā veidā izmantot AER. Tieša izmantošana, kad fosilie energoresursi tiek pilnībā aizvietoti ar alternatīvajiem un līdzizņemšana, kad izmantojas gan fosilie, gan alternatīvie enerģijas resursi.

Eiropas Savienības mērķi ir noteikti: laikā periodā no 1997. Līdz 2010. gadam palielināt atjaunojamo resursu daļu Eiropas Savienības primāro resursu bilancē no 6 % līdz 12 %. Šis uzdevums ir virzīts gan uz enerģijas apgādes drošības paaugstināšanu, gan uz ilgtspējīgas enerģijas apgādes tirgus attīstību. Pie tam plašāka alternatīvo enerģijas veidu izmantošana ļaus samazināt ES atkarību no enerģijas eksporta.

Latvijā siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisija, pārrēķinot uz vienu iedzīvotāju ir minimāla, bet arī šeit pastāv svarīgie valsts līmeņa uzdevumi - nodrošināt, lai valsts ekonomiskās attīstības gaitā siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas tiktu ierobežotas, veicot: siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju samazināšanu, uzlabojot tehnoloģijas. Veids – kāda veida uzlabot tehnoloģijas un samazināt negatīvo emisiju apkārtējā vide ir izmantot alternatīvas enerģijas iespējas.

Dotajā brīdī Latvijā alternatīvās enerģijas mājokļu sektorā izmantošana attīstās diezgan haotiski, vairāk pateicoties uzņēmēju aktivitātei un drosmei piedāvāt tirgū jaunus produktus.

Šī pētījuma ietvaros tiks analizēta un apkopota informācija par Latvijā pieejamiem alternatīviem energoresursiem, kuri varētu būt izmantojami mājokļu sektorā. Zinot, kā mājokļu sektors ir viens no svarīgākajiem Valsts tautsaimniecības attīstības sektoriem, kurš patērē aptuveni 30% no kopēja Valsts enerģijas patēriņa ir ļoti svarīgi apzināties

tā enerģijas iegūšanas avotus. Šis pētījums dos kopējo priekšstatu par alternatīvas enerģijas izmantošanas iespējam mājokļu sektorā un ar to saistītām tendencēm.

1. Alternatīva enerģija un mājokļu sektors.

Tirgus ekonomikas apstākļos mājoklis atbilst mājokļa īpašnieka materiālajam stāvoklim un izpratnei par patēriņa prioritātēm - cik augstu patēriņa prioritāšu skalās atrodas mājoklis un cik daudz līdzekļu persona ir gatava ieguldīt savā īpašumā. Šodien aktuāli, lai mājoklis būtu ērts, ekonomisks no uzturēšanas un enerģijas vajadzības daudzuma viedokļa, kā arī būtu arhitektoniski izteismīgs un iekļautos apkārtējā vidē.

Būtiskai enerģijas samazināšanas sasniegšanai ir iespējamie 3 varianti: veikt ēku renovāciju, izmantot ēkas enerģijas bilanci alternatīvus enerģijas avotus, izmantot gan renovācijas, gan alternatīvas enerģijas lietošanas iespējas.

Saskaņā ar valsts aģentūras "Mājokļu aģentūra" pētījumiem kopējā dzīvojamo mājokļu platība Latvijā ir 56 000 000 m². Viena kvadrātmetra apsildīšanai ir nepieciešamas no 166 līdz 300 siltumenerģijas kWh gadā (Rīgā vidējais rādītājs ir 231 kWh gadā). Tādā gadījumā Latvijā mājokļiem būtu nepieciešams 11 000 GWh siltumenerģijas gadā. Mājokļi saņem siltumu gan no centralizētās siltumapgādes sistēmās, gan no lokālās siltumapgādes sistēmās.

Ir nepieciešamas apjēgt kādi enerģijas veidi ir izmantojami ēkas vai dzīvokļa uzturēšanai. Šajā kontekstā ir lietojami 4 četri enerģijas veidi: elektrība, dabas gāzes enerģija ēdienu gatavošanai, apkures enerģija un karsta ūdens gatavošanas enerģija.

No kopējā siltuma patēriņa mājokļos aptuveni 20% ir karstais ūdens. Karstā ūdens sistēmas nodrošina karsta ūdens padevi dzīvokļa noteiktajās telpās. Ēkas ir iespējams iedalīt divus apkures apgādes sistēmas tipus: individuālais karstā ūdens apgādes gadījumos tiek uzstādīti karstā ūdens sildītāji¹ vai boileri, otrs tips ir centralizētas karstā ūdens apgādes sistēmas elementi, kuriem ir līdzīgs princips, bet lielāki gabarīti.

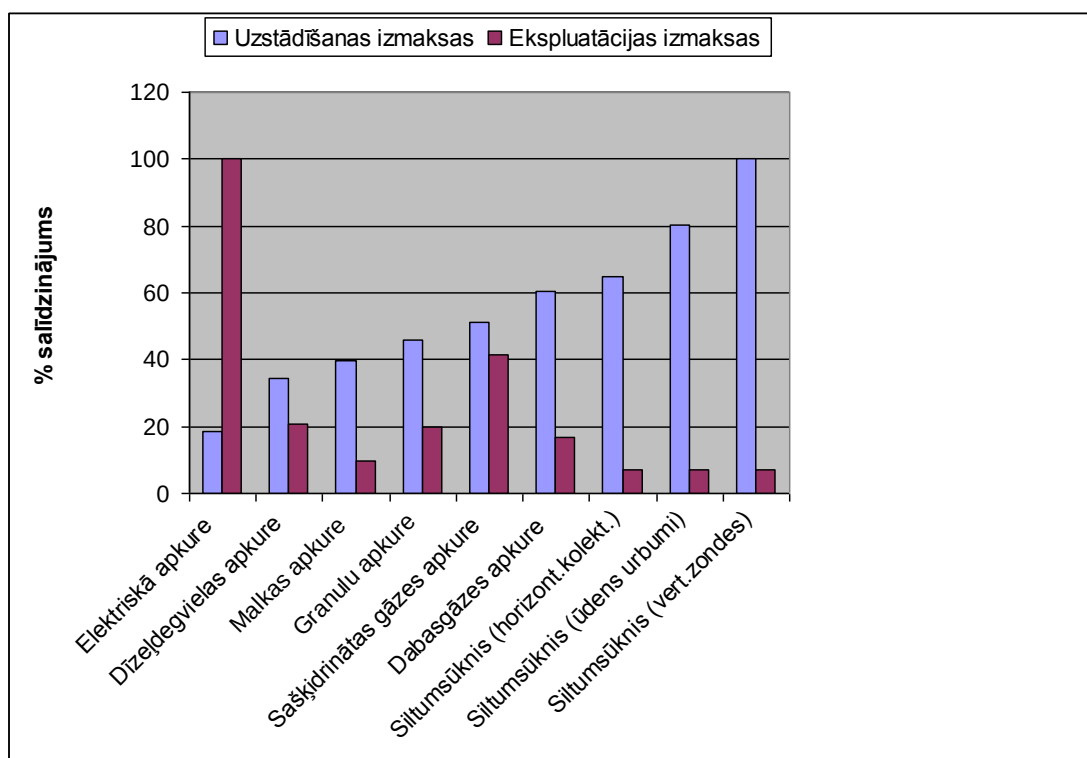
Ēkas elektrība tiek centralizēti iegūta no valstī esošajiem energotīkliem. Elektroierīces dzīvojamās ēkās var iedalīt divās grupās: sadzīves elektroierīces un tehnoloģiskās iekārtas. Tehnoloģiskās iekārtas daudzdzīvokļu dzīvojamās mājās ir tikai dažas: elektrodzinēji lifta darbināšanai, sūkņu piedziņai siltuma mezglā. Sadzīves elektroierīces atšķiras gan pēc nozīmes, gan pēc elektroenerģijas patēriņa. Elektroenerģijas veids var būt dažāds no fosila kurināma sadegšanas radīta elektroenerģija vai alternatīva enerģija, kurā nāk no hidroelektrostacijām, vēja ģeneratoriem vai cita veida enerģijas avotiem.

¹ Boileros karstais ūdens tiek gatavots izmantojot elektrību vai fosilo kurināmo veidu.

Parasti elektrības patērētāji nepievērš uzmanību tā saucamai elektrības iegūšanas alternatīvai, kura vienmēr pastāvēja. Daudzdzīvokļu dzīvojamo māju vai savrupmāju ir iespējams pieslēgt saules paneļu sekcijai, nelielam vēja ģeneratoram vai gadījumā ja blakus ir ūdens resursa ar pietiekami lielu plūsmas ātrumu ūdens turbīnai.

Dabas gāze, ka tāda nav alternatīvais enerģijas veids, jo dabas gāzes² veidošanas periods ir pārāk ilgs. Dabas gāzes piegādei mājokļu sektoram pastāv divas iespējas: centralizēti lietot tā saucamo „sausu” dabas gāzi caur gāzes tīkliem vai iegādāties „mitro” dabas gāzi balonos, kas ir savukārt dārgāka un nedroša salīdzinot ar „sausu” dabas gāzi.

Apkures sistēma ir iekārtu kopums, kas mājā nodrošina nepieciešamo gaisa temperatūru. Ēkās ir iespējams atzīmēt dažādas apkures sistēmas: individuālā apkures sistēma vai centralizētā apkures sistēmai. Pastāv iespējas, kad katrā dzīvoklī tiek ierīkots individuālais katls. Apkures sistēmas ēkās atšķiras gan ar to elementu konstruktīvajiem risinājumiem, gan darbināšanas un kalpošanas nosacījumiem. Apkures enerģija ir tikpat svarīga nekā pārējie enerģijas veidi un tieši šeit eksistē veselā virkne tipisko un alternatīvo risinājumu.



Att.Nr.1

att. Nr.1, parāda procentuālu salīdzinājumu starp apkures iekārtas uzstādīšanas un ekspluatācijas izmaksām. Kā redzams vislielākās

² Dabas Gāze tiek veidota pateicoties organisku vielu sadalīšanas procesam. Periods ilgs miljonus gadus.

eksploatācijas izmaksas ir elektrības apkurei, vislielākās uzstādīšanas izmaksas ir siltuma sūkņu sistēmām.

Sabiedrībā valda viedoklis, ka izmantot elektroenerģiju apkurei ir ļoti dārgi. Viedoklim ir tiesības pastāvēt, jo patiešām, salīdzinot elektrības un fosilo kurināmo izmantošanas veidu elektrībai ir lielākas izmantošanas izmaksas. Tas nav brīnums, jo elektrības rašanas procesos fosila kurināmais vai alternatīvas enerģijas avots tiek pārveidots elektrībā ar noteiktiem zudumu koeficientiem, bet izmantojot elektroenerģiju apkures procesos, enerģijas pārveidošana notiek atkārtoti. Relatīvi palielinās enerģijas zudumi un ir nepieciešams lielākas energoiesēju daudzums. Pie pareizajās enerģijas izmantošanas var panākt salīdzinoši augstus rādītājus, kas ir jau ekonomiski pieņemami. Pasaulē ar vien populārāka paliek saules enerģijas izmantošana elektroenerģijas vajadzībām un siltā ūdens apgādei. Latvijā tā vēl nav sasniegusi plašu atzinību, jo saules kolektoru iekārtu izmaksas ir samēra augstas.

Ar vien biežāk ir dzirdēts par tā saucamo siltuma sūkņu pielietošanu apkurē un siltā ūdens sagatavošanā. Iekārtas iegūst siltuma enerģiju no apkārtējās vides - vispopulārākais avots ir ūdenī vai arī zemes dziļēs ievietoti siltuma apmaiņas virsmas. Iekārta izceļas ar savu ļoti augsto lietderības koeficientu, bet diemžēl arī ir samēra dārga. Siltuma sūkņu ekspluatācijai ir nepieciešama elektroenerģija. Globālākus mērogus starp alternatīvās enerģijas veidiem Latvijā ieņem vēja enerģija.

No mazās hidroenerģētikas kustības sākuma valstī ir pagājuši vairāk nekā 12 gadi, kad atjaunoja pirmo – „Brutuļu” HES. Uz šo brīdi Latvijā darbojas 149 mazās HES.

Apkures vajadzībām Latvijā joprojām izmantojas biomasu, kurās ietvaros dominē malka ar 62% apjomu.

2. Saules enerģija.

Saules starojums sasilina atmosfēru, planētas grunti un ūdens baseinus. Saules starojuma enerģija ir visu uz zemes notiekošo procesu pamats. Fotosintēze, kā bioloģisks saules enerģijas uzkrāšanas process, nodrošina biomasas veidošanos. Visi fosilie enerģijas nesēji (akmeņogles, nafta, dabasgāze) ir pirms miljoniem gadu pārvērsta un tajos akumulēta saules enerģija.

Pēc ķīmiskā sastāva saules vielu veido gāzveida stāvoklī esošs ūdeņradis - 81,76%, hēlijs - 18,14% un slāpeklis - 0,1%. Saules iekšienē notiek nepārtrauktas kodoltermiskas reakcijas, kurās ūdeņradim pārvēršoties hēlijā atbrīvojas starojuma enerģija. Temperatūra saules masas virspusē sasniedz 5900-60000 Celsija grādus. Ejot cauri zemes atmosfērai saules starojuma intensitāte turpina samazināties un skaidrā saulainā dienā uz zemeslodes horizontālas virsmas saules starojuma intensitāte mūsu platuma grādos ir 800-1000 W/m². Gada vidējā saules starojuma intensitāte Latvijā ir ap 130 W/m².

Gada laikā līdz zemes virsmai nonāk 10 000 reižu vairāk siltuma enerģijas nekā cilvēce patērē. Pat bieži apdzīvotā pilsētas centrā enerģijas daudzums, ko patērē apkurei un karstajam ūdenim, ir viena piektā daļa no ikgada uz šo platību izstarotās saules enerģijas. Kā redzams saules enerģija ir enerģijas avots ar milzīgu potenciālu.

Saules starojuma intensitāte ir ļoti atkarīga no gadalaika. Eiropas platuma grādos saules kolektora iekārta vasarā spēj nosegt lielāko daļu no karstā ūdens slodzes.



Att. Nr..2.

Saules enerģijas izmantošanai ir sekojošas enerģētiskās priekšrocības:

- Enerģijas avots ir bezmaksas;
- Saules enerģijas izmaksas nav atkarīgas no kurināma veidu, cenu dinamikas un importēta energonesēja cenām;
- Nav negatīvas ietekmes uz apkārtējo vidi;
- Saules iekārtas ir viegli uzstādāmas un ekspluatējamas.

Izmantojot saules enerģiju ir jārēķinās ar saules radiācijas sezonālas un diennakts svārstībām, klimatu, saules enerģijas uzglabāšanas jaudām.

Latvijā mājokļu sektoram pastāv divas Saules enerģijas izmantošanas iespējas. Tie ir karstā ūdens sagatavošana vasaras mēnešos un elektrības apgāde izmantojot fotoelementus. Galvenais faktors saules enerģijas izmantošanai ir saules radiācijas lielums.

Saules enerģijas izmantošanas iekārtas ir ilgtermiņa ieguldījums, kas prasa piesardzību svarīgu lēmumu pieņemšanā. Nepietiek pievērst uzmanību tikai ekonomiskajiem aspektiem, ir nepieciešams dziļi izvērtēt klimatiskus apstākļus. Šajā kontekstā būtisks ir arī ekoloģiskais un sociālais skatījums.

Saules enerģijas izmantošana Latvijā kļuvusi populāra salīdzinoši nesen – lielākā daļa saules sistēmu uzstādīšanas projektu individuālās apbūves ēkās tika īstenoti laika posmā no 2004. – 2007. gadam, savukārt, komerciālā un sabiedriskā sektora ēkās šāda veida iekārtas vēl joprojām nav uzstādītas.

Latvijā 100-500 m² lielās savrupmājās saules kolektori tiek izmantoti gan karstā ūdens uzsildīšanai, gan baseinu apsildei, retos gadījumos arī apkures sistēmas atbalstam.³

Pastāv idejas izmantot saules enerģiju saules māju būvniecībā, kuri izmantos pašražoto elektrību un ūdens gaišajā dienās periodā, daļu akumulēs noteiktajās iekārtās un nepieciešamības gadījumā daļu no elektroenerģijas ņems no kopējiem elektrotīkliem.

³ www.building.lv

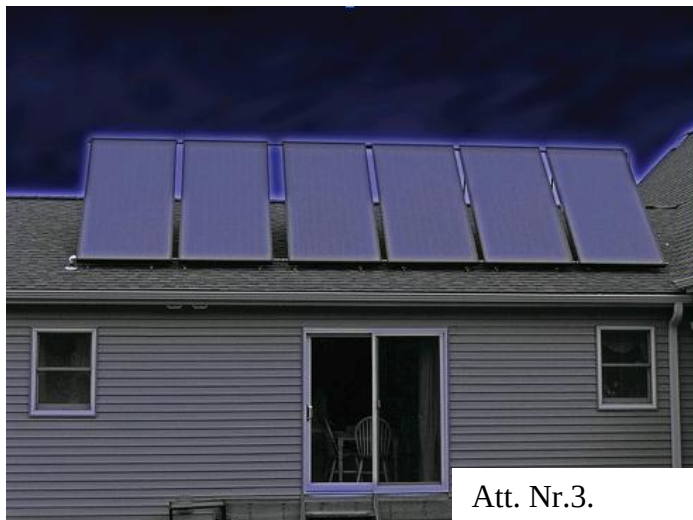
2.1. Saules kolektori

Silta ūdens ražošanai izmanto tehniskas iekārtas – saules kolektorus, kuriem var būt dažādas konstrukcijas: plakanie, saules starus koncentrējošie, vakuuma cauruļu kolektori utt.

Galvenais saules kolektoru mezgls ir absorbētājs (ar tumšu krāsu pārklāta alumīnija

vai vara plāksne). Šī plāksne spēj uztvert saules starus un nodot saules staru enerģiju siltumnesējam vai antifrīza un ūdens maisījumam, kurš ar spiedienu starpības principu kustas caur kolektoru. Parasti absorbētāju pārklāj ar stiklu, ieliekot iekšpusē izolētu un ievietotu koka, plastika vai metāla rāmī.

Visplašāk tiek izmantoti plakanie kolektori, kuri savas vienkāršās konstrukcijas dēļ ir lētāki. Vienkāršākais plakana kolektors sastāv no koka, plastmasas vai metāla kastes, kurā ir ievietota siltuma izolācijas materiāla kārta un metāla plāksne – absorbētājs. Kasti noslēdz ar caurspīdīga materiāla plāksni. Vērsto absorbētāju plāksnes pusi nokrāso ar melnu matējošu krāsu, bet pretējā pusē piestiprina siltuma apmainītāju – izlocītu metāla cauruli, caur kuru plūst siltumu nesošais šķidrums (siltumnesējs). Uz kolektoru krītošais saules starojums iziet cauri stiklam un sasniedz absorbētāju. Absorbēšanas procesā saules enerģija tiek pārvērsta siltumā. Absorbētāja temperatūra paaugstinās un sasilta tai piestiprināto siltuma apmainītāju, no kura tālāk siltums tiek atdots siltumnesējam. Kā siltumu nesošo šķidrumu parasti izmanto ūdeni vai antifrīza maisījumus, kuru pamatā ir glikols. Siltumnesēja plūsmas kanāli var būt izveidoti arī tieši absorbētāja plāksnē. Pazīstami arī kārbas veida plakanie absorbētāji, kurus gatavo no divām metāla plāksnēm, starp kurām ir neliels attālums. Plakanos kolektorus parasti iesaka novietot uz mājas jumta dienvidu pusē⁴. Kolektora izmērus izvēlas no apsvēruma, ka kolektora virsmas 1 kvadrātmeters laukuma var uzsildīt 50 ūdens litrus.



Att. Nr.3.

⁴ Imants Ziemelis, LLU profesors Ūdens sildīšana ar saules kolektoriem

Protam, eksistē arī citi saules enerģijas mezglu slēguma veidi. Iekārtas mezglu savienošanai tiek izmantoti plastiskās caurules. Lai palielinātu ūdens sildīšanas iekārtas ekonomisko lietderību -mezglu savienošās caurules nepieciešams pārklāt ar siltuma izolācijas materiāliem. Siltā ūdens rezervuārus ir nepieciešams izolēt no visam



Att. Nr.4.

pusēm, lai sakrāta siltumenerģijas nepārvērstos zudumos. Ja iespējams, tā jānovieto zem jumta vai ēkas bēniņos, lai vēja un aukstākā apkārtējā gaisa ietekme uz ūdens atdzišanu būtu minimāla.

Plakano saules kolektoru lietderības koeficients parasti ir 0,3-0,4. Tas nozīmē, ka kolektors pārveido 30-40%

no saņemtas saules enerģijas lietderīgajā siltumenerģijā Kolektora efektivitāti var uzlabot, ja to veido pagriežamu, piemēram, novietojot uz pagriežamas platformas. Sekot līdz saules stara leņķim ir iespējams uz vienu trešdaļu palielināt iegūto saules enerģiju. Ņemot vērā relatīvi zemo saules starojuma intensitāti Latvijas teritorijā, šāds ieguvums ir vērā ņemams.

Saules iekārtas darbības efektivitāte lielā mērā ir atkarīga no sasildītā ūdens patēriņa, jo uzglabājot energonesēju ilgāku laiku ir iespējams pazaudēt sakrātās enerģijas potenciālu.

Dienās ar pietiekami lielu saule intensitāti viens saules kolektora kvadrātmeters laukuma spēj sasildīt sasildīja 50-60 litrus ūdens līdz temperatūrai 65-70°C.

2.2. Saules baterijas.

Par saules baterijām sauc saules kolektorus, kas saules enerģiju pārveido elektriskajā enerģijā. Parasti atsevišķs Saules baterijas elements sastāv no silīcija pusvadītāja slāņiem (plāksnītes diametrs 7-10 cm), starp kuriem Saules iedarbībā inducējas elektromagnētiskais lauks un rodas spriegums. Spriegums vienā elementā var sasniegt līdz pat 0,5 voltiem. Elektrības strāva ir atkarīga no atsevišķā elementa fiziskajiem radītājiem. Apvienojot dažus moduļus izveidojas Saules bateriju masīvs. Šādi masīvi var tikt izmantoti, lai nodrošinātu ar elektrību veselu ēku. Saules baterijas parasti liek uz ēku jumtiem, jo tieši tur ir iespējams pārveidot elektroenerģijā lielāku saules enerģijas daudzumu. Tādēļ ir jāņem vērā ne tikai saules spīdēšanas ilgumu, bet arī tas, cik lielu jaudu jūs gribēsiet iegūt no saules baterijām un, izejot no tā rēķināt nepieciešamu saules baterijas laukumu. Protams ir jāņem vērā saules bateriju efektivitāti. Ir zināms, kā Saules baterijas vislabāk darbojas ar tiešo Saules starojumu (saules stars trāpa uz saules bateriju ar leņķi 90°), tad lielu efektivitāti var sasniegt arī uz 1 m^2 lielu platību, ja uz to ar parabolisku spoguļu palīdzību koncentrēt saules starus. Šādā veidā pusdienas laikā uz 1 m^2 iespējams iegūt pat 100 W jaudu.

Pastāv dažādas saules bateriju izgatavošanas tehnoloģijas, šeit tiks izskatītas galvenās:

- no monokristāliskā silīcija. Šī tehnoloģija tika izstrādāta visātrāk. Šādas saules baterijas sanāk relatīvi dārgas, jo tur ir nepieciešams ideāli tīrs monokristāliskas silīcijs un ražošanas apstākļi līdzīgi kā mikroshēmu ražošanā, taču tādām saules baterijām ir relatīvi labs lietderības koeficients.
- no polikristāliskā silīcija. Šī tehnoloģija tika izstrādāta vēlāk, te ir mazākas ražošanas izmaksas, jo nav nepieciešami silīcija monokristāli, taču efektivitāte ir mazāka. Pie šīs grupas parasti pieskaita arī saules baterijas, kuru struktūru veido uz stikla, nogulsņējot silīciju no gāzveida izejvielām.

Saules baterijām ir arī zināmi trūkumi: augstas, izmaksas un samērā maza jauda. Papildus saules bateriju izmantošanai ir nepieciešams zināt vidējo saulaino dienu/stundu skaitu.. Saules bateriju izgatavošana ir ļoti darbietilpīgs process un prasa lielu tīrības pakāpi, kas sadārdzina to izmaksas, tomēr pēdējā laikā atrasts risinājums, lai samazinātu šīs izmaksas. Tas izdevies, pateicoties polimēru ķīmijas attīstībai – Saules bateriju izgatavošanai tiek izmantotas plastiskas fotoelementi, kas ir lētāki, jo vienkāršāk izgatavojami un elastīgi.

2.3. Piemērs: „Kalmuižas” privāta saules baterija.

Cēsu rajona Straupē „Jaunkalvēs”, kokaudzētavā „Kalmuižas” 2007. gadā tika uzstādīta privāta saules bateriju sekcija, kura saules enerģiju pārvērš lietderīgajā elektroenerģijā.

Šīs piemērs ir viens no pirmajam Latvijā. Jaudas ziņa šī ir vairāk saules baterija elektrostacija. Iekārtas jauda ir normāla –lai apmierināt trīs cilvēku elektroenerģijas vajadzības.



Foto avots: Ecosol

Att Nr. 5. Informācijas avots: www.db.lv; Fotogrāfijas autors - SIA „Ecosol

Pirms saules bateriju instalācija tika izskatītas vairākas elektroenerģijas iegūšanas alternatīvas: elektrība no VAS „Latvenergo” tīkliem, vēja ģenerators uzstādīšanas iespējas. Diemžēl blakus esošajiem elektrības tīkliem nebija transformatora, tādejādi nebijās iespējams dabūt samēra lētu elektroenerģiju.

Pirms saules baterijas izmantošanas elektroenerģija tika ģenerēta ar benzīna ģeneratoru, kurš stundas laikā tērēja 2 degvielas litrus. Tas nozīmēja ka par elektroenerģiju bija jāmaksā LVL 1,40 stundā.

Straupes saules baterijas ir ar 4m² platību. Saules bateriju tehnoloģija ļauj izmantot ģenerēto elektroenerģiju arī apmākušās dienās. Elektroenerģija pēc inducēšanas tiek uzkrāta speciālā akumulatorā, pēc kura tiek uzinstalēts sprieguma pārveidotājs, kurš pārveido uzkrāto elektroenerģiju tīklā esošā 220 voltu elektrībā.

Saražotā enerģija tiek uzkrāta īpašā akumulatorā, lai arī vakaros varētu
Saules elektrostacija uzstādīta vietā, kur nav „Latvenergo” tīkla, bet
elektrības pievilkšana izmaksātu pāris desmitus tūkstošu latu.

Dotajā brīdī „Kalmuižas” īpašnieki ir apmierināti ar saules iekārtas
darbību un saražoto elektrību. Protams, ar laiku ieguldītie saules baterijā
līdzekļi atmaksāsies.

3.Vēja enerģija

Vēl vien dabā esošs enerģijas avots ir vējš. Vējš ir spējīgs veikt mehānisku darbu, ko dažādā veidā var izmantot arī cilvēks. Vēja enerģija ir nekaitīga un reģenerējas saules iedarbības rezultātā. Tādēļ šai iespējai atkal būtu jāvelta lielāka uzmanība. Ir zināms, kā saule Zemi silda nevienmērīgi- uz ekvatora dominē karstas gaisa masas, ziemeļpolā un dienvidu polā aukstas. Gaišajā diennakts periodā saule silda zemes virsmu, naktī augsne atdziest. Zemes ainava ir diezgan atšķirīga - ir gan sauszeme, gan ūdeņi. Nevienmērīgi sasilstajos gaisa slāņos rodas spiediena starpības, kuras dēļ rodas gaisa pārvietošana no zema spiediena teritorijām uz augstā spiediena apgabaliem. Šī pārvietošana saucas – vējš. Simtu metru augstumā no zemes vēji ir visai nepastāvīga parādība to bremzē meži, kalni un ēkas, bet virs lieliem ūdens klajumiem vējš vai



Att. Nr.6.

uzņemt patiešām lielu ātrumu un iegūt nopietnu enerģijas potenciālu. Lielākos augstumos dominē pastāvīgie un spēcīgie vēji, kuri ir saistīti ar gaisa masu kustību no ekvatora uz poliem. To ātrums ir no 30 m/s līdz 70 m/s. Jo lielāks ir augstums, jo lielāks ir vēja ātrums. Tāpēc vēja enerģētikas tendence ir kāpināt torņu augstumu, un dažviet tie sasniedz 160 m. Vēja enerģiju nav iespējams saņemt nepārtraukti. Kopumā tā ir pastāvīgāka nekā saules enerģija, kura ir

pakļauta noteiktam diennakts un gadalaiku ritmam. Gaisa masas, spiediena starpība dēļ kustās, dažās vietās pat vēl stiprāk, tādēļ sezonālas atšķirības ir minimālas.

Nekās nav ideāls un arī vējam ir sliktas īpašības, piemēram, brāzmainība, kas negatīvi ietekmē uz vēja enerģijas izmantošanas drošību. Vēja iedarbību ir samēra grūti nivelēt, vētras laikā vēja spēks pieaug ļoti strauji un ir ārkārtīgi postošs. Tika noteikts, ka brāzmu spēks laika periodā līdz 3 sekundēm var palielināties sešas reizes. Protams vētras gadījumos īpaši apdraudētas šādos apstākļos ir vēja enerģijas iegūšanas avoti vai spēkstacijas. Jo lielākas ir iekārtas, jo vairāk tās var bojāt vētra.

Tā kā vēja enerģija tiek saņemta ar pārtraukumiem, ir skaidrs, ka ir nepieciešama enerģijas uzkrāšana. Pastāv iespējas izmantot sūkņu akumulācijas sistēmās vai akumulējot elektroenerģiju.

Vēja enerģija ir pievilcīga arī ar to, ka ir „bezmaksas enerģija”. Maksā vienīgi vēja enerģētiskās iekārtas, vai tā saucami vēja ģeneratori. Tāda netradicionāla atjaunojamās enerģijas avota kā vējš izmantošana ir saprātīgs un mērķtiecīgs risinājums. Vēja enerģija ir gandrīz ekoloģiski tīra un praktiski nerāda negatīvu ietekmi apkārtējai videi, bet vēja ģeneratoru ražošanas, transportēšanas un instalācijas procesi līdz šim nebija dziļi izpētīti no vides viedokļa, tādejādi nevar viennozīmīgi pateikt kā vēja enerģijas izmantošana ir 100% videi draudzīga.

Izmantojot vēja enerģiju rodas nopietna problēma: enerģijas pārmērs vējainos laika apstākļos un enerģija trūkums bezvēja periodos. Ir nepieciešams intensīvāk risināt vēja enerģijas sakrāšanas un saglabāšanas tehniskus jautājumus.

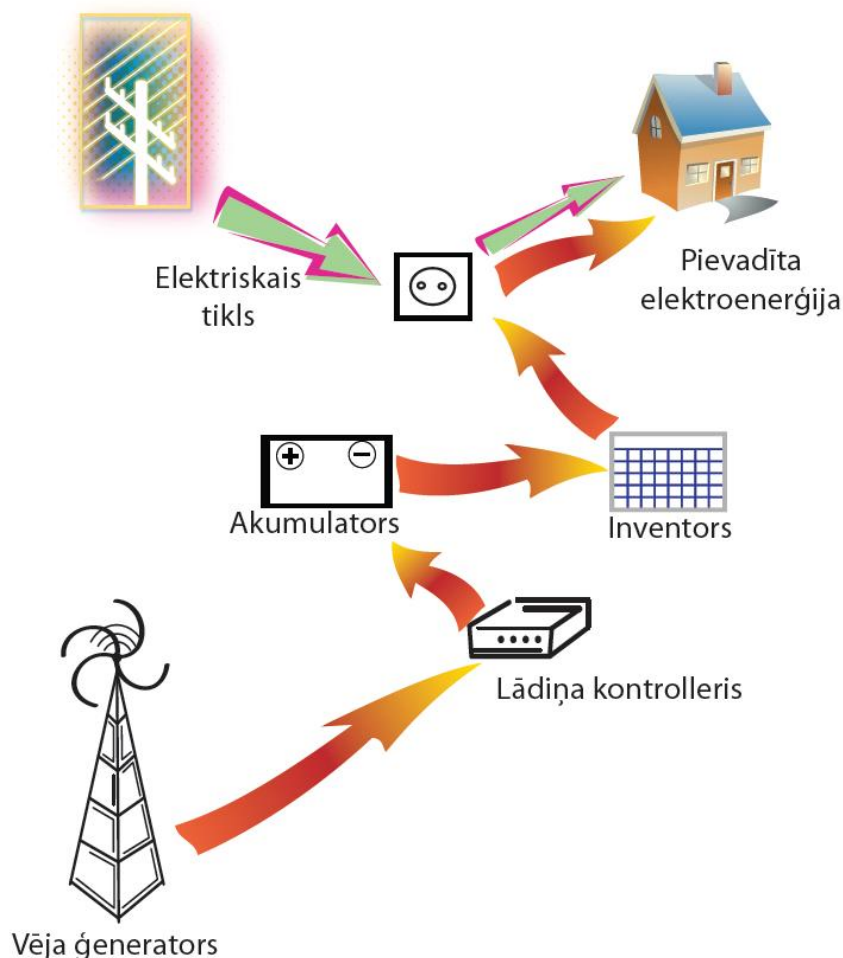
Šobrīd Latvijā eksistē vairāki objekti, kas ražo vēja enerģiju ar kopējo ražošanas jaudu apmērām 24,5 MW. Lielāko daļu, ražo Vēja parks Liepājā Baltijas jūras krastā, kurā 2002. gada aprīlī tika uzstādītas 33 Enercon E-40 turbīnas. Esošā kopējā vēja enerģijas ieguve 2002. gadā bija 11,24 GWh, 2003. gadā - aptuveni 40 GWh, taču iespējamo vēja enerģijas ieguvi var lēst 1000 GWh/gadā apjomā⁵.

Latvijā ir daļa apgabalu, kur vēja izmantošanas potenciāls tiek vērtēts kā augstākais. Diemžēl daļa no tam ir īpaši aizsargājamās dabas teritorijas un tajās ir spēkā saimnieciskās darbības ierobežojumi. Pēdējos gados Eiropā ir parādījusies jauna vēja ģeneratoru uzstādīšanas tendence - vēja ģeneratoru uzstādīšana jūrā, kas varētu atrisināt problēmu ar dabas teritorijām.

⁵ Latvijas vēja enerģijas rokasgrāmata

3.1.Vēja ģeneratori

Vēja ģenerators ir iekārta, kura vēja kinētisku enerģiju pārveido elektriskajā. Vēja ģeneratorus var sadalī divās kategorijās: rūpniecības un mājsaimniecības. Rūpniecības vēja ģeneratori tiek uzstādīti ar valsts vai lielu energokompāniju palīdzību. Parasti rūpniecības vēja ģeneratori tiek apvienoti vienā kopējā tīklā vai tā saucama parkā. Tā rezultātā rūpniecisko vēja ģeneratoru parka jaudu var salīdzināt ar spēkstacijas jaudu. Tāda parka atšķirība no tradicionālajam siltuma vai kodolenerģijas spēkstacijām ir izejvielu un atkritumu trūkums. Vienīgā svarīga prasība tāda veida spēkstacijām ir vēja līmenis (ātrums un stabilitāte).



Att. Nr. 10. Vēja ģenerators darbības shēma.

Vēja ģenerators darbības princips ir samēra vienkāršs- vējš iekustina vēja ģenerators rotoru, kā rezultāta kinētiskā gaisa enerģija pārveidojas elektriskajā. Iegūta elektrība caur kontrolleru tiek saglabātā akumulatorā. No akumulatorā nepieciešamais enerģijas daudzums aiziet uz invertoru, kurš pārveido iegūto enerģiju lietotājam piemērotajā. No inventūra enerģija tiek aizvadīta uz elektrības tīkliem kur, kopā ar citu elektrības enerģijas veidu tiek aizvadīta galā patērētājam (Att. Nr.10.).

Mūsu ekonomiskajos apstākļos reti kāda mājsaimniecība var atļauties izmantot rūpniecisku vēja ģeneratoru, kam ir vajadzīgas nopietnās investīcijas, instalācijas tehnoloģijas, teritoriālie un tehnoloģiskie aprobežojumi, nerunājot par rūpniecisko vēja ģeneratoru izmantošanu mājsaimniecības vajadzībām.

Mājsaimniecības vēja ģeneratoram ir sekojoša uzbūve:

1. Rotors, spārni, gaisa turbīna;
2. Ģenerators;
3. Masts ar izstiepšanām;
4. Baterijas lādiņa kontrolleris;
5. Akumulators;
6. Inventors (12V – 220V ; 50Hz);
7. Elektriskais tīkls;

Pastāv divi vēja ģeneratoru tipi ar vertikālu un horizontālu griešanas asi. Vertikālie vēja ģeneratoru strādā pie neliela vēja ātruma, bet tiem ir zema efektivitāte, tādejādi vertikālas sistēmas ir diezgan reti sastopamas un tiek izmantotas mājsaimniecības sistēmās.

Mājsaimniecības vēja ģeneratoru industrija strauji attīstās, jau tagad ir iespējam par samēra pieejamu naudu iegādāties vēja ģeneratoru un iegūt papildus bezmaksas elektrības rezerves. Parasti nelielai mājai i nepieciešama 1 kWh jaudīgs vēja ģenerators, pie vēja ātruma – 9 m/s. Gadījumā ja teritorija pie mājas nav vētraina, vēja ģeneratoru tehnoloģiski ir iespējams papildināt ar foto elektriskiem elementiem vai dīzeļa ģeneratoru, tād enerģijas avoti papildinās viens otru.

3.2. Vēja enerģija siltumapgādē

Vēja enerģijas izmantošana patērētāju apgādei ar siltumenerģiju nozīmē, šo iekārtu pieslēgšanu jau esošajai vietējai siltumapgādes sistēmai nelielās pilsētās vai lauku apdzīvotai vietā, kura atrodas vējainajā apgabalā un kurai zināmu iemeslu dēļ ir problēmas ar standartiem fosiliem kurināma veidiem.

Šeit arī ir nepieciešams izmantot enerģijas uzkrāšanas tehnoloģiju. Vēja kinētiskā enerģijas sakumā tiek pārveidota elektriskajā, tad usiltumenerģijā un uzkrātā attiecīgajos akumulatoros ar siltuma nesējiem.

Ir zināms, kā ēkas iekšējo siltumenerģijas vajadzības ir atkarīgas no āra gaisa temperatūras un vēja ātruma. Lai nodrošināt vienmērīgu komforta līmenim atbilstošu ēkā iekšēja klimata temperatūru ir nepieciešams zināt siltuma zudumu intensitāti un kompensēt to ar apkures

enerģiju. Var tikt sasniegta ievērojama primāro energoresursu ekonomija izmantojot vēja ģeneratora enerģiju apkures vajadzībām.

Gadījumā kad ēkas apkure sistēma ir pieslēgta vēja ģeneratoram, ir skaidri redzams, ka daļa no enerģijas būs segta ar pārveidotu vēja kinētisko enerģiju. Pie vēja ātruma līdz 10 m/s ģeneratoru sistēma var zināmā mērā, vai pilnībā apmierināt siltumapgādes nepieciešamības, dažos gadījumos radot pat enerģijas pārpalikumu.⁶

Ar vēja ģeneratoru sistēmām (jaudā līdz 60 kW) gala patērētāju var nodrošināt ar 85-90 % no kopējiem enerģijas vajadzībām. Tas ļauj minimāli izmantot apkures katlu ražoto siltumenerģiju, līdz ar to ievērojami iekonomēt tradicionālo fosilo kurināmo un samazināt kaitīgo izmešu daudzumu atmosfērā. Vēja ģeneratoru sistēma dos ne tikai pārveidotu siltumenerģiju, bet arī elektroenerģiju, kas ir universāls risinājums nelieliem ciematiem, kuri atrodas tālu no gāļveniem komunikāciju maģistrālēm.

Vēja ģeneratoru iekārtu izmantošana apkures vajadzībām ļauj skatīties uz vēju, ka uz daudzpusīgu enerģija avotu, kas izraisa ēkas siltuma zudumus un tajā pašā laikā ar tehnoloģijas palīdzību veic zudumu kompensāciju, tieši tad, kad tas ir nepieciešams visvairāk. Mājokļu apkures vajadzībām nav nepieciešams uzturēt augstu vēja ģeneratoru sistēmas izstrādāto enerģijas kvalitāti, ļaujot maksimāli vienkāršot pašu vēja ģeneratoru iekārtu, tādā veida padarot to lētāku un drošu ekspluatācijai.

Izmantojot vēja ģeneratoru sistēmas siltuma apgādē, radās risinājums, kāda veidā sekmīgi cīnīties ar vēja enerģijas galveno trūkumu – laika nevienmērību. Īslaicīgas (sekundes un minūtes) vēja stipruma izmaiņas vēja ģeneratoru sistēma var izlīdzināt uz siltumapgādes sistēmas akumulējošo iekārtu. Ilgstošākas vēja stipruma svārstības (no dažām minūtēm līdz vairākām stundām) var izlīdzināt uz pašu apkurināmo māju akumulējošām spējām. Ilgstošu pārtraukumu (bezvēja) gadījumā var ekspluatēt tradicionālā fosilā kurināmā apkures katlus.⁷

⁶ www.latinzenieris.lv

⁷ www.building.lv

3.4. Piemērs: Grobiņas vēja parks

Sakot ar 2002. gada novembra Liepājas rajona Grobiņa darbojas Latvija visjaudīgākais vēja ģeneratoru parks. Parka sastāva ir 33 Enercon E-40 turbīnas. Turbīnās rotoram ir 3 spārni, kuri griežas pēc pulksteņu radītāja. Spārni ir uztaisīti no stiklplastika ar integrēto zibeņaizsardzību.

Parka montāžu veica Latvijas kompānija sadarbība ar turbīnas ražotājiem. Darba ietvaros tika veikta vēja ģeneratoru torņu montāža, kabeļu guldīšana un vēja ģeneratoru pieslēgšana VAS „Latvenergo” tīkliem Grobiņā. Ģeneratori tika izvietoti diezgan plašā apkārtnē, tā lai ģeneratoru parks neatrodas dzīvojamo ēku tuvumā. Katra ģeneratora jauda ir 600 kilovati ⁸, augstums kopa ar rotora spārnu sastāda 77 m, ar kopējo vēja ģeneratora parka jaudu 19,8 MW.



Att. Nr. 11. Grobiņas vēja ģeneratoru parks. Avots- www.panoramio.com. Fotogrāfs: Mihails Maksimovs.

Vienīga vēja ģeneratoru piesārņojoša darbība ir troksnis. Prognozējamais vēja ģeneratoru trokšņu līmenis pie vēja ātruma 7 m/s ir 101 dB. Atkarība no vēja ātruma mainās arī trokšņa līmenis. Vēja ģeneratori ir saņēmuši Latvijas zinātņu akadēmijas sertifikātu, kas apliecina drošu ekspluatāciju, iekārtu kvalitāti un atbilstību Latvijas tiesību aktu prasībām. Vēja ģeneratora parks tika pieslēgts Grobiņas apakšstacijai un tādā veidā nodod pārveidoto vēja enerģiju gala patērētājam tai skaitā arī mājokļu sektoram.

⁸ Latvijas vēstnesis 19.11.2002

4. Hidroenerģija

Hidroenerģijas jau vairāk nekā 100 gadus tiek izmantota elektrības ģenerēšanai.

Ūdens enerģija krājumi uz Zemes ir kolosāli. Ne jau velti daži zinātnieki skaita, ka mūsēju planētu pareizāk būtu dēvēt nevis Zeme, bet gan „Ūdens”, taču planētas līmeņa aptuveni trīs ceturkšņi ir segti ar ūdeni. Milzīgs enerģijas akumulators ir Pasaules okeāns, kas akumulē sevī tās daļu, kura nāk rīkojas no Saules. Notiek paisumi un bēgumivarenas tālējūras straumes. Gandrīz visa hidroenerģija ir viena no saules enerģijas formām un tāpēc ir ieskaitāma atjaunojamo energoresursu grupā. Vīrs pasaules Att.Nr.12 šiem izveidojas ūdens tvaiks- mākoņi, atmosfēras ūdens kustās gaisā masas un noteiktajās vietās lietus veidā nokļūst atpakaļ zemē. Ar tādu ūdens riņķojumu dabā ir saistīti kolosāla enerģijas daudzumu kustība. Hidroenerģija ir enerģija, kas ir koncentrēta ūdeņu masas, straumēs gultņu ūdenstecēs un paisumu kustībās. Visbiežāk tiek izmantota krītošā ūdens enerģija. Ūdens līmeņu diferences paaugstinājumam, īpaši upju lejastecēs, elektriskas enerģijas ģenerēšanai ir uzraidīti dambji. Hidroenerģijas ir pirmais enerģijas veids kurš bija izmantojams tehnoloģiskiem mērķiem. Ar hidroenerģijas palīdzību pasaule tiek saražoti 19% no visas elektriskas enerģijas. Tas ir vairāk nekā dod visi citi alternatīvie enerģijas veidi kopā. Lielāka daļa vietu, kur potenciāli var izmantot hidroenerģiju jau izmantojas.



Runājot par hidroenerģiju ir nepieciešams uzsvērt sekojošus aspektus. No ekonomiskā viedokļa hidroenerģijai ir zemas izmaksas, pateicoties kuram tā var konkurēt ar kodolenerģiju vai fosiliem kurināma veidiem. No energoapgādes viedokļa hidroenerģija ir izmantojamā vis nepieciešamajos brīžos, kad ir nepieciešams segt piķa slodzes.

Attiecība uz hidroenerģiju ir nepieciešams zināt, kā ūdens resursi ir bezmaksas, ūdens enerģiju ir iespējams izmantot tajā dienas laikā kad tā ir visvairāk nepieciešama, bet diemžēl ūdens enerģiju nevar saņemt nepārtraukti.

Latvijā hidroenerģija ir vien no nozīmīgākajiem atjaunojamo resursu veidiem. Hidroelektrostaciju (HES) un ūdensdzirnavu izmantošanai Latvijā ir senas tradīcijas kuras sakās pagājušā gadsimta sākumā.

Hidroenerģija tiek izmantota trijās lielajās Latvenego Daugavas kaskādes hidroelektrostacijās (Ķeguma HES, Pļaviņu HES un Rīgas HES) un 149 mazās hidroelektrostacijās. Potenciālai hidroenerģijas izmantošanai mājokļu sektorā pastāv divās iespējas: izmantot mājas vajadzībām saražotu, kopējās elektrotīklēs esošo elektroenerģiju vai pieslēgties lokāli- izmantojot tā saucamo „mazo” hidroelektrostaciju elektroenerģiju. Praktiski hidroelektrostacijas saražota enerģija ir elektriskā, bet nepieciešamības gadījumā to ir iespējams pārveidot arī siltumenerģijā.

Kā redzams Hidroenerģija izmantošanas pieredze Latvijā ir visai veiksmīgā, šajā laikā hidrostaciju un ūdensdzirnavu ģenerējošo iekārtu būvniecība ir piedzīvojusi gan uzplaukumus, gan likvidēšanās periodu. Salīdzinot no hidroresursiem iegūto enerģiju ar fosiliem enerģijas avotiem- hidroenerģijai ir priekšrocības tehnoloģijas ziņā, kā arī vides un izmaksu ziņā. Ir skaidrs, ka saražotās elektroenerģijas cena tieša veidā nav atkarīga no kurināmā cenu izmaiņām un importēta energonesēja cenām. Hidroenerģijas tīkls ir izklaidēts Latvijas teritorijā, tādējādi enerģijas avots ir tuvāks gala patērētājam.

4.1. Upju enerģija

Upju enerģija ir atjaunojama, turklāt tās atjaunošanas cikls pilnībā ir atkarīgs no upīšu noteces, tādēļ hidroenergoresursi ir nevienmērīgi izkārtotas gadu ilgi, bez tam to lielums mainās no gada uz gadu. Upju enerģijas lietošanai izmanto Hidroelektrostacijas, kuras tiek caur upju ūdens straumēm.

Hidroelektrostācija (HES) — elektrostacija, kas izmanto ūdeņu straumes enerģiju. Hidroelektrostacijas parasti būvē uz upēm, uztaisot dambjus un ūdenskrātuves.



Att. Nr. 13. Pāviņu HES izvietojanas plāns

Hidroelektrostāciju darbības princips ir sekojošs ūdens masa ar lielu ātrumu ir raidāma uz turbīnas lāpstiņas. Ūdens dambja gadījumā caur sejsargu un regulējamo aizslēgu – pa tērauda ūdensvadu ūdens tiek pie turbīnas, kur ir pieslēgts ģenerators. Mehāniska ūdens enerģija ar turbīnas palīdzību tiek nodota ģeneratoriem un tajos pārveidosies elektriskajā enerģijā. Pēc darba veikšanas ūdens satek upē caur pakāpeniski paplašinošos tuneli, pazaudējot pie tam savu ātrumu.

Nosacīti hidroelektrostacijas, var iedalīt pēc uzstādītās jaudas. Par mazām līdz šim tikušas uzskatītas HES ar jaudu līdz 2 MW, bet pašlaik par mazajām HES būtu uzskatāmas stacijas, kuru jauda nav lielāka par 5

MW. Šāds dalījums izriet no Elektroenerģijas tirgus likuma, jo HES ar jaudu, kas ir lielāka par 5 MW, nevar pretendēt uz īpašiem enerģijas iepirkšanas nosacījumiem, ko piemēro AER.⁹

Izmaksas HES celtniecību ir samēra lieli, bet tie kompensējas ar to, kā nav enerģijas avotu maksājumu. Mūsdienīgu jauda HES iespējama projektēta jauda var pārsniegt, 100 MWh, bet lietderības koeficients ir līdz 80-90%.

Turbīna no enerģētiskā viedokļa ir ļoti izdevīga mašīna, tāpēc ka ūdens viegli vai mainīt augšupejošo kustību un griešanas kustību, ar kuras palīdzību ūdens nodod savu kinētisku enerģiju. Ūdens kustības enerģija tiek saņemta no saules un tāpēc ir nepārtraukti atjaunojama. Zemes reljefa augstumu starpības rezultātā nokrišņi akumulējās straumēs, tādejādi ļaujot daļu no saules enerģijas izmantot hidroelektroenerģijas veidā

Galvenais Latvijas hidroenerģijas avots ir upe Daugava. Tā jau lielā mērā ir rūpnieciski izmantota ar uzstādīto Daugavas HES kaskādi, kuras ietvaros ir Ķeguma HES, Pļaviņu HES un Rīgas HES.

Atjaunojamo energoresursu ieguldījums elektroenerģijas ražošanā ir nozīmīgs, un pēc LR Ekonomikas ministrijas datiem 2005. gadā tas sastādīja 46%. Līdz 2010. gadam Latvijai jāsasniedz 49,3% liela „zaļās” enerģijas daļa kopējā saražotās elektroenerģijas apjomā.

Hidroelektrostaciju priekšrocības ir acīmredzamas – pastāvīgi atjaunojams ar pašu dabu enerģijas veids, ekspluatācijas vienkāršība, apkārtējas vides minimāls piesārņojums. Diemžēl pastāv arī ar hidroelektrostaciju izmantošanu vides problēmas - traucēta ūpju dabiskā pašattīrīšanās, zivju ceļi tika pārbīdīti.

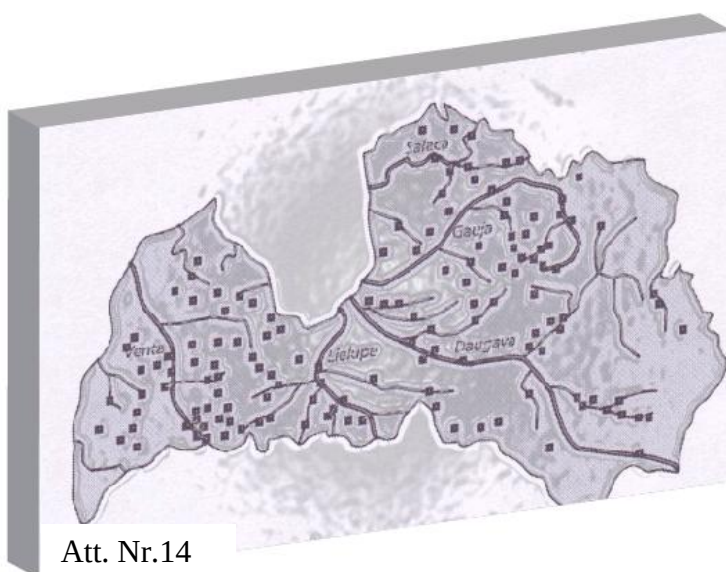
HES iespaido apkārtējo vidi daudzveidīgi, dažas no ietekmēm ir nesen apzinātas vai pat nav vēl līdz galam izpētītas. Tomēr šos efektus būtu ieteicams novērtēt salīdzinoši ar alternatīvo enerģijas avotu izmantošanas ietekmi uz apkārtējo vidi. Pavisam nesen valdīja uzskats, ka hidroenerģija ir tīrs un drošs elektroenerģijas ražošanas avots. HES neproducē klasiskos gaisa piesārņotājus, tādus kā oglekļa dioksīds vai sēra dioksīds, kas rodas sadedzinot fosilos enerģijas nesējus termoelektrostacijās. Šajā ziņā hidroelektroenerģija ir labāka, nekā ogļu, naftas produktu vai dabīgās gāzes sadedzināšana elektroenerģijas ražošanai, tādēļ, ka tā nerada siltumnīcas efektu vai skābos lietus. Līdzīgi arī hidroelektroenerģijas ģenerēšana nerada radioaktīvā piesārņojuma risku, kas neizbēgami saistīts ar AES ekspluatāciju.

⁹ Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2006.-2010. gads

4.2. Mazas HES

Par mazajam hidroelektrostacijām ir uzskatamas hidroelektrostacijas ar jaudu 2 MW (dažkārt pie mazas HES pieskaita arī 5 MWh hidroelektrostacijas).

Mazo hidroelektrostaciju vēsture ir samēra ilga, iekārtas kuras pārveido ūdens kinētisku enerģiju sāka būves uz Latvija upēm no pagājušā gadsimta sākuma. Mazo hidroelektrostaciju izbūvi Latvijā pēc neatkarība atgūšanas nosacīti vai iedalīt 2 periodos. Pirmajā posmā- pēc neatkarība atgūšanas 90 gadu sākuma tika iegūtas privāta valdījumā un atjaunotas vecas ūdensdzirnavas. Nākamais periods sācis ar 1998. gadu, kad tika pieņemts enerģētikas likums.



Att. Nr.14

Gandrīz visas mazās HES, kas Latvijā ražo strāvu, ir uzbūvētas vai atjaunotas pēdējo desmit gadu laikā. Sākotnējā doma bija maksimāli daudz izmantot ūdens enerģiju, tāda veida samazinot atkarību no enerģijas importa. Atšķirībā no elektroenerģijas kur

ražo dedzinot fosilus energonesējus, hidroenerģija netiek aplikta ar nodokļiem par slāpekļa oksīda, sēra oksīda, tvaika gāzes un cieto daļiņu emisijām. Šim nolūkam tika izstrādāta veicināšanas programma, kas paredzēja, ka mazo HES ekspluatētājiem astoņus gadus pēc ekspluatācijas uzsākšanas tiek garantēta saražotās strāvas iepirkšana par dubulto tarifu. Šis dubultais tarifs tika attiecināts tikai uz konkrētu, iepriekš noteiktu kvotu. Katrai HES tiek aprēķināts tehniskais ūdens daudzuma minimums upes gultnē, jeb caurplūdums.

Mazas HES klasificējas sekojoši: pēc derivācijas kanāla; pēc turbīnu tipa (Kaplāna tipa turbīnas); pēc HES darbības principa: dabīgā caurplūduma režīmā; ar uzkrāšanu; ar līmeņu svārstību diapazonu vairāk kā 30cm.; pēc būvniecības (HES izbūvēta vai atjaunota uz esošajām ūdenskrātuvēm; sakarā ar HES izbūvi atjaunotas bijušas ūdenskrātuves, paceļot ūdens līmeni; pēc novietošana pret jūru atklāta (pirmā no jūras);¹⁰

¹⁰ HES inventarizācija un negatīvo zivsaimniecisko seku novērtēšanas metožu analīze

Hidroenerģijas speciālisti cenšas sasniegt kompromisu starp enerģijas ieguves ekonomisko un ekoloģisko aspektu. Dotajā brīdī Latvijā ir 150 darbojošās mazās HES. Ja enerģijas ražošanas iekārtas ekonomiskumu var aprakstīt kvantitatīvi, tad videi nodarīto kaitējumu ir grūti izmērīt un izteikt skaitļos. Šī iemesla dēļ tas vienmēr būs vairāk vai mazāk subjektīvs.¹¹

Pēc Latvijas Mazās hidroenerģijas asociācijas sniegtajām ziņām, pašlaik uz septiņām Latvijas upēm iespējams uzstādīt jaunas jaudas 15,4 MW, kas gadā varētu saražot ap 51 milj. kWh elektroenerģijas, kura savukārt var tikt piegādāta, ka atsevišķam mājsaimniecība, tā arī kopējiem VAS „Latvenergo” tikliem. Modernizējot esošas maza HES var palielināt saražotas enerģijas daudzumu. Ņemot vērā esošo HES tirgu esošas ar hidroenerģijas izmantošanu saistītas finansiālās un tehniskās iespējas ir iespējams palielināt saražotas enerģija daudzumu uz 10-20%.¹²

No vienās puses ar mazo HES palīdzību var saražot samēra lēto un pieejamu elektroenerģiju, no citas mazas HES nodara nopietnu kaitējumu apkārtējai videi. Praktiski mazo upju hidroenerģijas resursu vērtējums ir robežās no 150 - 300 miljoniem kWh elektroenerģijas gadā.

2004.gadā kopējā mazo HES izstrāde bija 65 miljoni kWh, tātad kopumā var pateikt ka upju enerģijas potenciāls Latvija ir izmantojams uz ¼. Šajā kontekstā ir nepieciešams maksimāli precīzi izvērtēt mazo HES pozitīvas un negatīvas īpašības, ņemot vērā Eiropas Savienības mērķus samazināt enerģijas importu un maksimāli palielināt alternatīvo enerģijas avotu izmantošanas iespējas.

¹¹ Mazo hidroelektrostaciju darbības izvērtējums, Vides projekti

¹² Atjaunojamo energoresursu izmantošanas pamatnostādnes 2006. – 2010. gadam

4.3. Piemērs: „Plāviņu Hidroelektrostacija”

Ņemot vērā uzstādītu hidroelektrostacijas jaudu Plāviņu HES ir visjaudīgākā hidroelektrostacija ne tikai Latvijā, bet arī Baltijā. Plāviņu hidroelektrostacija arī ierindojas starp lielākajām hidroelektrostacijām Ziemeļeiropā.



Att. Nr.15

Plāviņu HES tika uzcelta – piecu gadu laikā, no 1961.gada līdz 1966. gadam. Plāviņu HES celtnes

būvēšanas apstākļus var uzskatīt par samērā nelabvēlīgiem, jo atrašanās vieta bija sarežģītos ģeoloģiskos un hidroģeoloģiskos apstākļos. Runājot par ģeoloģiskajiem apstākļiem Plāviņu HES atrašanās vietā bija nelabvēlīga gultne – mālsmiltī. Neskatoties uz sarežģījumiem to tika panākts samērā augsts kritums, kas nodrošina lielāku hidroelektrostacijas jaudu.

Plāviņu HES ir lielākais elektroenerģijas ražotājs Latvijā, savukārt Baltijas reģionā tai ir nozīmīga loma energosistēmas stabilitātes nodrošināšanai - elektrostacija kalpo kā viena no rezerves jaudām, kas avārijas gadījumā dažu minūšu laikā spēj uzsākt ražošanu un operatīvi kompensēt Baltijas reģiona lielākās ģenerēšanas jaudas.

Plāviņu HES tika konstruēta kā maksimumslodžu elektrostacija, kas tiek iedarbināta tikai diennakts stundās, kad patērētas elektroenerģijas daudzums tuvojas maksimumam. Savukārt pavasara palu periodā aptuveni 4 - 6 nedēļas ūdens pieplūdums Daugavā ir pietiekami liels, lai nodrošinātu Plāviņu HES un pārējo Daugavas hidroelektrostaciju darbību bāzes režīmā. Potenciālie palu sezonā Daugavas hidroelektrostaciju izstrādes apjomi ir pietiekami, lai Latvijai ļautu elektroenerģiju arī eksportēt¹³.

Elektrostacija ir būtiski atšķirīga no lielākās daļas līdzīgas jaudas elektrostaciju ar to, ka tās ēka, ņemot vērā elektrostacijas lielo jaudu, ir ļoti kompakta un tās ūdens pārgāznes un ražošanas telpas apvienotas

¹³ www.wikipedia.org

vienotā blokā, kurā ir ierīkots arī autotransportam paredzēts tunelis. No 1991. - 1996. gadam tika veikta Pļaviņu HES četru hidroagregātu rekonstrukcija, no 1999. - 2001. gadam vēl divu, kas ļāva paaugstināt stacijas jaudu un efektivitāti. 35 gadu laikā kopš nodošanas ekspluatācijā Pļaviņu HES kopumā izstrādāja vairāk nekā 50 teravatstundas elektroenerģijas.

Pļaviņu hidroelektrostacijas tehniskie dati:

- Jauda: 868,5 MW;
- Kopējais hidroagregātu skaits: 10;
- Hidroagregātu tips: "Francis" turbīnas;
- Maksimālais kritums: 40 metri;
- Ražošanas apjoms (2004.gads): 1,733 TWh;
- Ūdenskrātuves tilpums: 500 miljoni kubikmetru.

Ka redzams hidroenerģijas pielietojumam mājokļu sektora ir tīri relatīvs raksturs. Hidroelektrostacijas nodod saražoto enerģiju kopējās elektrotīklos, tikai pēc tam caur sadales sistēmu saražota enerģija nokļūš mājtsaimniecībā. Nevar izslēgt iespēju kad attālinātas no elektrības tīkliem mājtsaimniecības tiešajā veidā no mazas hidroelektrostacijas saņem saražoto un pārveidoto ūdens enerģiju.

5. Biokurināmais - biomasas

Biokurināmais ir organiskas izcelsmes izejviela enerģijas iegūšanai. Atšķirībā no fosilā kurināmā (akmeņogles, nafta, dabasgāze), biomasas kurināmais ir uzskatāms par atjaunojamu energoresursu, jo tā veidošanās cikls, akumulējot saules enerģiju, ir daudzkārt īsāks. Plašāk pazīstamie biokurināmā veidi ir koksne, lauksaimnieciskās izcelsmes biomasas (salmi, biogāze, biodīzelis), arī kūdra. Vairākās valstīs kūdra tiek uzskatīta par atjaunojamu energoresursu, ja tās ieguves apjomi nepārsniedz veidošanās daudzumu.

Šobrīd biomasas izmantošana dod 14% kopējā pasaules energoresursu bilanci (50 EJ/gadā no kopējā 406 EJ/gadā). Biomasas ieguve balstās uz mežsaimniecības pārpalikumiem vai malku. Nākotne tiek saistīta ar agro-biomasas audzēšanu. Daudz tiek veikts tehnoloģiju attīstības jomā, lai izveidotu videi draudzīgus inženiertehniski un ekonomiski pamatotus risinājumus biokurināmā izmantošanai.

ILGTERMIŅA ATTĪSTĪBAS POTENCIĀLS EIROPĀ

Sakarā ar to, ka bioenerģija var tikt efektīvi izmantota mazā, vidējā un lielā mērogā, tā ir lietojama dažādos variantos un shēmās.

Galvenie biomasas resursu veidi:

- Mežsaimniecībās (vītols, papīrs, eikalipts) ;
- Labības un citu augu valsts pārslas (piemēram, skābenes) ;
- Cukuru saturošie augi ;
- Cieti saturošie augi ;
- Eļļu saturošie augi ;
- Meža atlikumi ;
- Atkritumi un pārslas no lauksaimniecības sektora (dzīvnieku mēsli, salmi u.c.) ;
- Organiskā cietā frakcija no sadzīves atkritumiem ;
- Notekūdeņu dūnas ;
- Rūpnieciskie atkritumi (no pārtikas un papīra ražošanas uzņēmumiem).

Koksne ir uzskatāma par Latvijā visplašāk izmantojamo biomasas kurināmā veidu, jo Latvija ir viena no mežainākajām Eiropas valstīm - aptuveni 47 % no valsts teritorijas aizņem meži. Visvairāk pazīstamie koksnes kurināmā veidi ir šķelda, mežsaimniecības atlikumi, zāģu skaidas, miza, koksnes briķetes un granulas.

5.1. Cietais biokurināmais Latvijā.

Šķeldas katlu mājas ražo siltumu Balvos, Brocēnos, Daugavgrīvē, Jūrmalā, Alūksnē, Jāņmuižā, Raunā, Mālpilī, Liepā, Limbažos u.c.

Granulu katli uzstādīti Rīgā, Jaunpiebalgā, Ainažos u.c.

Malkas katli ir uzstādīti visā Latvijā.

Salmu pilotprojekts realizēts katlu mājā Saulainē. Tā ir Dānijas Enerģētikas aģentūras finansiāli atbalstīta katlu māja. Tajā tiek saražoti 20 TJ siltumenerģijas gadā, izmantojot 1300 t salmu.

Lauksaimniecības darbības rezultātā iegūtie salmi Latvijā līdz šim nav tikuši uzskatīti par nozīmīgu potenciālu kurināmā veidu. Kopējais salmu pārpalikums Latvijā gadā ir robežās no 150 līdz 570 tūkstošiem tonnu, pie tam pārpalikumam ir izteikti reģionāls raksturs - vislielākais salmu pārpalikums ir Zemgalē.

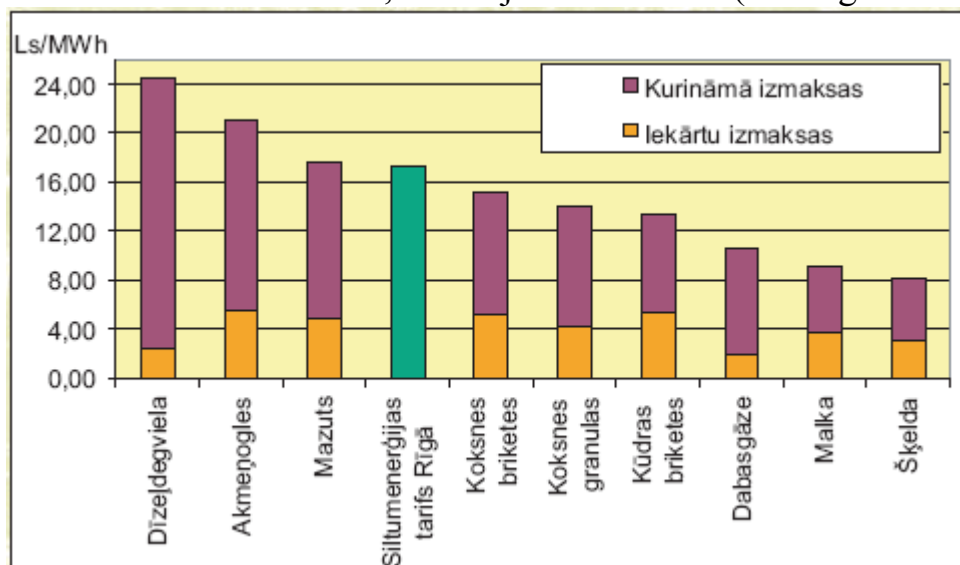
Biokurināmā izmantošanai siltumenerģijas ražošanā ir sekojošas priekšrocības:

- Kurināmā apgādes drošums, jo biomasas kurināmā resursi ir atjaunojami un Latvijā ir pietiekami to apjomi ilglaicīgai izmantošanai;
- Samazinās atkarība no importētā fosilā kurināmā;
- Izmantojot atjaunojamās energoresursus, veidojas mazāk kaitīgo izmešu, samazinās globālās sasilšanas efekts;
- Vietējā kurināmā izmantošana pozitīvi iespaido valsts un reģiona ekonomiku;
- Saražotās siltumenerģijas cena ir lētāka, salīdzinājumā ar citiem kurināmā veidiem.

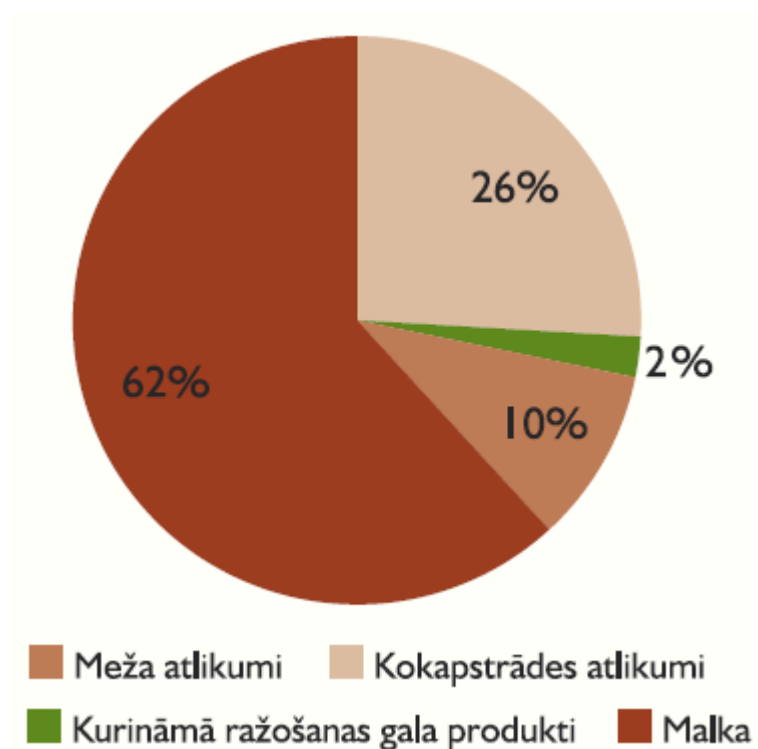
Vides aspekti:

- netiek tērēts tāds vērtīgs energoresurss kā fosilais kurināmais;
- gaisa baseinu nepiesārņo siltumnīcefekta gāzes Ekonomiskie aspekti;
- zemas izmaksas – var konkurēt ar ogļu, mazuta un dabas gāzes enerģiju;
- zemas transporta izmaksas;
- labas iespējas tehnoloģiju eksportam
- pašvaldībām lielāki ienākumi ar nodokļiem, jo biokurināmā sagatavošanā iesaistīts lielāks skaits nodarbināto;
- sekmē lauksaimniecības daudzveidību un ražību Energoapgādes sistēmas;
- samazinās energoresursu imports;
- stabilas attīstības iespējas
- droša energoapgāde, jo biokurināmais ir vietējais energoresurss un tā piegāde nav atkarīga no politiskās situācijas ārpus valsts robežām
- lēts kurināmais elektroenerģijas ražošanai

Aprēķini rāda, ka 1 MWh siltuma iegūšanai katla izejā, izmantojot dažādus kurināmā veidus, ir sekojošas izmaksas (2004. gada dati):



Att.nr. 16. Siltumenerģijas izmaksu salīdzinājums. Avots: www.rs.lv; kurināmā piegādātāju aptaujas



Att.Nr. 17. Biokurināma sastāva sadalījums. Avots: SIA „Ekodoma”



Att.Nr.18. Cietā kurināmā katli.

atšķirību dēļ ogļu katlos dedzināt malku ir nelietderīgi. Nereti vairāk par katlu tiek karsēts dūmenis. Savukārt tērauda malkas katlu ātri sabojās ogļu dūmgāzes, kurās netrūkst sēra piejaukumu.

Joprojām visizplatītākie un pieprasītākie ir vienkāršākie cietā kurināmā katli. Cietā kurināmajiem ir atšķirīgi liesmu garumi. Kūdras briķetes deg ar nelielu liesmu, tām nepieciešama maza kurtuve, kas tieši silda ūdeni. Malkas katla tilpums ir lielāks, ūdeni silda karstās gāzes, plūstot pa caurulēm cauri katlam uz dūmeni. Šo konstruktīvo

Ražotāji apgalvo, ka malkas katli ar gāzes ģeneratoriem bez papildu devas siltumu spējot nodrošināt astoņas stundas no vietas. Tas gan iespējams, tikai lietojot ideāli izžāvētu malku un tehnoloģiski precīzi ekspluatējot pašu iekārtu. Ar tradicionālo malku sekmīgi konkurē skaidu briķetes - izžāvēts un sapresēts koksnes koncentrāts, kura siltumspēja ir tikai nedaudz mazāka kā akmeņoglēm. Vienīgi degšanas process nav tik ilgs.

Klasiska malkas katla īpašniekam tomēr jāērēķinās, ka vismaz piecas reizes diennaktī būs jāiet piemest malku. Bargākā ziemas dienā vēl biežāk. Ja iekārta papildināta ar vilkmes regulatoru, kādu laiku katlā tiks noturēta noteiktā ūdens temperatūra.

Diemžēl malkas katlos degšanas procesu nav iespējams strauji apturēt. Tas ir sevišķi bīstami katliem ar cirkulācijas sūkni. Atslēdzoties elektrībai, ūdens caur katlu vairs netiek dzīts un var sākt vārīties, novedot pie vēl bēdīgākām sekām. Būtībā šādus katlus nedrīkst atstāt bez uzraudzības. Mazāk bīstami ir katli ar gāzes ģeneratoriem un katli, kuru sistēmā ūdens cirkulē pēc paštecības principa.

Cietā kurināmā katla drošību var palielināt ar akumulācijas tvertnes palīdzību. Šāds papildu tilpums (vidējai ģimenes mājai divu kubikmetru apjomā) ar cirkulācijas sūkņa palīdzību ievērojami paildzina siltuma uzturēšanu apkures sistēmā. Optimālā variantā pat pietiek, ja katlu kurina reizi diennaktī.

Sīkas skaidas vai birstošu kūdru dedzināt ir bīstami. To iemetot kurtuvē, tiek noslāpēta liesma, bet turpinās gruzdēšana, kas rada gāzi, kura vienā brīdī uzliesmo ar sprādzienu.

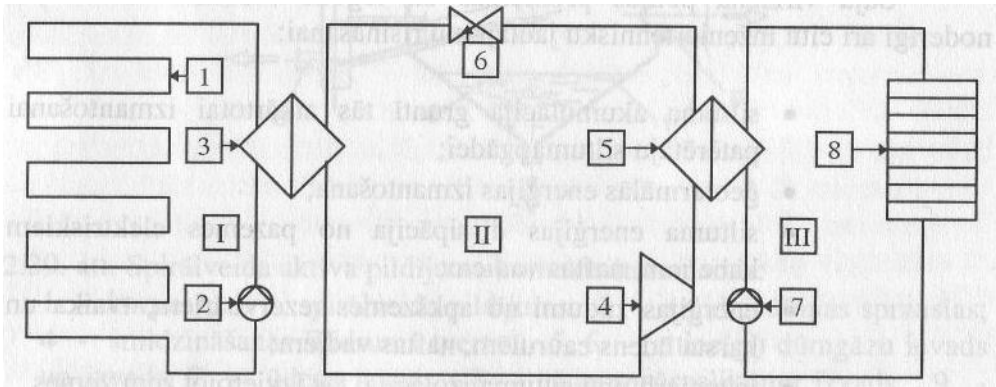
6. Siltuma sūkņis

Siltuma sūkņis ir tāda veida tehnoloģija, kas tiek izmantota jau uzbūvētām katlu mājām un kurai ir ļoti liels energoefektivitātes potenciāls. Savu priekšrocību dēļ (nav vajadzīgs kurināmais; dabai un cilvēka veselībai pilnīgi nekaitīgs ēku apkures un ūdens sasilšanas veids) siltuma sūkņus jau lieto daudzās valstīs un to pielietošana aizvien pieaug. ASV katru gadu tiek uzstādītas aptuveni 100 000 jaunas šāda veida apkures sistēmas. Latvijā siltumsūkņa pielietošana ir aktuāla privātmāju sektorā māju apkurei. Tam ir dažādi iemesli. Pirmkārt, palielinās cena par komunālajiem pakalpojumiem. Otrkārt, cilvēki sāk domāt par apkārtējo vidi, kā viņi to ietekmē un kā viņi to spēj saglabāt. Treškārt, Latvija tagad importē ļoti daudz energoresursu, tāpēc jārisina jautājums, kā samazināt importu un uzlabot Latvijas ekonomisko stāvokli. Latvijā jau darbojas ap 130 siltuma sūkņu. Lielākoties tos izmanto vienas ģimenes māju apkurē. Bet Latvijā ar tiem apsilda arī viesnīcas, autoservisus un pat lopu fermas.

Siltuma sūkņa pielietošana katlu mājās enerģijas ražošanas procesa laikā Latvijā nav tik plaši pielietota.

Siltuma sūkņi vienlaicīgi veic dzesēšanas un sildīšanas procesu. Dzesējot iztvaikotajā apkārtējās vides siltuma nesēju (grunts, gruntsūdenī vai gaiss) vai arī tehnoloģiskas dūmgāzes – kondensatorā notiek pretējais process – akumulēta siltuma izdalīšanās, t.i. sildīšana.

Mūsu valstī pirmie soļi siltuma sūkņu ieviešanā sākti 1981. gadā. [2] Latvijas starpkolhozu celtniecības organizācija nopirka somu firmas "AGA" siltuma sūkņus, kuros tika izmantots zemes siltums. Pirmās divas iekārtas uzstādīja individuālajās mājās (Salienā), kuru apsildāmo telpu platība ir 150 m². Siltuma sūkņa elektriskā jauda ir 4,2 kilovati, bet siltumapgādes apkures sezonas vidējā nepieciešamā jauda - 10,5 kilovati. [2] Tātad enerģijas pārveides koeficients ir 2,5. Siltuma sūkņa principiālā shēma parādīta 19.attēlā.



Att.Nr.19.. Principiāla siltuma sūkņa shēma:

1- zema potenciāla siltuma avots; 2 - cirkulācijas sūknis; 3 - iztvaikotājs; 4 - kompresors; 5 - kondensators; 6 - drosele; 7 - karstā ūdens cirkulācijas sūknis; 8 - apkures elementi.

Siltuma sūknis sastāv no trīs savstarpēji saistītiem kontūriem:

- I siltuma avota;
- II aukstumaģenta;
- III siltumapgādes.

Kontūru "saskares punkti" ir siltummaiņi:

- I un II kontūram - iztvaikotājs;
- II un III kontūram - kondensators.

Tiek uzskatīts, ka nākotnē siltumsūkņus telpu un ūdens sildīšanas un dzesēšanas vajadzībām varētu izmantot visu tipu mājās, kā arī daudzām ražošanas vajadzībām. Siltuma sūkņiem ir plašs pasaules mēroga potenciāls.

Izmantojot siltuma sūkni siltumapgādes sistēmā, šī koeficienta vērtība ir diapazonā 2..4.

Enerģijas pārveides koeficients rāda, cik kilovatstundu siltuma enerģijas iegūts, patērējot vienu kilovatstundu elektroenerģijas. Ja enerģijas pārveides koeficients ir $COP = 2,5$, tad tas nozīmē, ka, patērējot vienu kilovatstundu elektroenerģijas, iegūts 2,5 kWh siltuma enerģijas.

Savukārt, ja elektroenerģiju ražo termoelektrostacijā, dedzinot kurināmo, kuras darbības lietderības koeficients ir 0,4, tad tas nozīmē, ka vienas kilovatstundas elektroenerģijas ražošanai patērē aptuveni 2,5 kWh siltuma enerģijas.

Tātad no valstiskā viedokļa siltuma sūknis ir izdevīgs, ja tā enerģijas pārveides koeficients ir 2,5 un lielāks. Tomēr tas nenozīmē, ka iekārtas darbināšana nodrošinās līdzvērtīgu pozitīvo efektu no patērētāju viedokļa. Viss atkarīgs no aprēķinos izmantotās elektroenerģijas cenas, kura ir atšķirīga dažādiem patērētājiem.

Siltuma sūkņa lietojuma siltumapgādē lietderības novērtēšanā ir divi aspekti:

- patērētāja puses intereses;
- valsts ekonomiskās intereses.

Tās var arī nesakrist. Patērētājs vienmēr centīsies izmantot vislētāko energoapgādi, un tas ir dabiski. Turpretī valsts interesēm vajadzētu saistīties ar visaugstāko energoefektivitāti. Lai sakristu valsts un patērētāju intereses, samazinot energoresursu patēriņu ar siltuma sūkņu palīdzību, nepieciešams šos jautājumus iekļaut valsts enerģētikas attīstības politikā. Šeit varētu būt vairāki risinājuma varianti, kas saistīti ar energopieprasījuma vadības stratēģiju.

Vērtējot Salienā uzstādītā siltuma sūkņa darbināšanas izmaksas individuālas mājas siltumapgādē ar citiem energoresursiem, iespējams iegūt priekšstatu par šāda energoapgādes veida priekšrocībām un trūkumiem salīdzinājumā ar citiem. Šāda veida mājās kā alternatīvu siltuma avotu var izmantot karstā ūdens katlu, darbināmu ar šķidro kurināmo vai malku.

Ir arī citi jautājumi, kas ietekmē siltuma sūkņu energoefektīvu izmantošanu. Tie ir saistīti ar siltuma sūkņu darbināšanu un to darbības apstākļiem.

Kā redzams, būtisks siltuma sūkņa energoefektivitātes rādītājs ir enerģijas pārveides koeficients COP. Jo lielāka koeficienta vērtība, jo mazākas siltumenerģijas cenas gadījumā patērētājam būs izdevīgi izmantot siltuma sūkņa iekārtu siltuma apgādē. Grunts kā siltuma sūkņa zema potenciāla siltuma avota pētījumi rāda, ka tās mitruma saturs palielināšana paaugstina enerģijas pārveides koeficientu COP. Tas skaidrojams ar to, ka, pieaugot mitruma saturam, pieaug grunts siltuma vadīšanas koeficients un veidojas labāka grunts un siltuma sūkņa kolektora cauruļu saskares virsma.

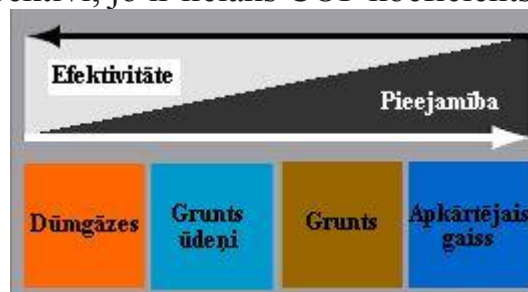
Augstāk minētais Salienas ciemats atrodas teritorijā, kur ir augsts gruntsūdens līmenis (polderis). Ar to izskaidrojams, ka caurules ielikta sekli, jo augsne ir ļoti mitra un līdz ar to arī siltumvadītspējas koeficients ir lielāks, un siltuma sūkņa darbības rādītāji labāki nekā sausā gruntī. Ja gruntsūdens līmenis ir zems, caurules jāiegulda dziļāk un to aizņemtā teritorija jāpaplašina (pieaug cauruļu kopējais garums), samazinās siltuma plūsma no grunts uz cauruli. Tādos gadījumos rodas nepieciešamība mākslīgi saglabāt maksimāli augstu mitruma saturu augsnē.

Siltuma sūknis var izmantot sekojošus energoresursus (skat. 20.att.):

- * Apkārtējais gaiss;
- * Grunts;
- * Grunts ūdeņi;

* Dūmgāzes.

Starp enerģijas resursu un siltumapgādes sistēmu pastāv sekojošā sakarība: jo mazāka ir starpība starp siltuma avota temperatūru un siltumapgādes temperatūru, jo mazāk ir nepieciešams elektroenerģijas kompresoram, respektīvi, jo ir lielāks COP koeficients.



Att.Nr.20. Enerģijas resursi siltuma sūkņim

6.1. Gaisa izmantošana

Ēkas apsildīšanai der āra gaiss, kura temperatūra nav zemāka par $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Šis apstāklis ir izšķirošais, kas cilvēkiem Latvijā liks padomāt, vai vērts izvēlēties šo siltuma iegūšanas veidu ēkas apkurē un ūdens sasildīšanā. Latvijā mēdz būt arī bargas ziemas, kad termometra stabiņš noslīd zem $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ iedaļas. Iespējams, šā iemesla dēļ Latvijā vēl šis paņēmiens nav izmantots.

Gaisu, kas no iekštelpām izplūst pa vēdināšanas kanāliem, ar siltuma sūkņa iekārtas palīdzību var sasildīt līdz apmēram $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bet šajā gadījumā ar tā saukto dabisko telpu vēdināšanu gan nepietiek. Ēka jāaprīko ar vēdināšanas iekārtu.

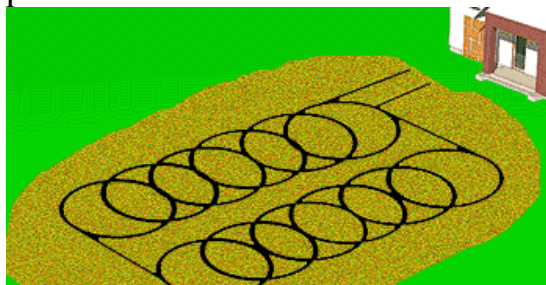
Vecās katlu mājās šis paņēmiens prasa lielāku pārbūvi. Pēc lietpratēju atzinuma, sevišķi izdevīgs tas ir būvējot jaunās katlu mājas. Būvējot vēdināšanas lūkas un kanālus, vienlaikus iebūvē arī "nostrādātā" gaisa siltuma sūkni.

Ar siltuma sūkņiem, kuru darbībā izmanto āra gaisu vai telpā jau izmantoto gaisu, var gan apsildīt telpas, gan sasildīt ūdeni. Bet ir arī tā sauktie komforta siltuma sūkņi, kurus var izmantot tikai ēku apkurē. Siltais ūdens tad jāiegūst citā veidā, visbiežāk ar atsevišķu elektrības sildītāju.

Šis siltuma iegūšanas veids ir piemērots ģimenes mājām, nelieliem veikaliem un darbnīcām.

6.2. Zemes siltuma izmantošana

Zemes siltums tiek pārnest uz siltumsūkni ar plastikāta cauruļu kolektora palīdzību, kas ierakts zemē. Ekoloģiski tīrs sala izturīgs šķidrums cirkulē kolektorā un „pārnes” zemes siltumu uz siltumsūkni, kā parādīts 21.attēlā.



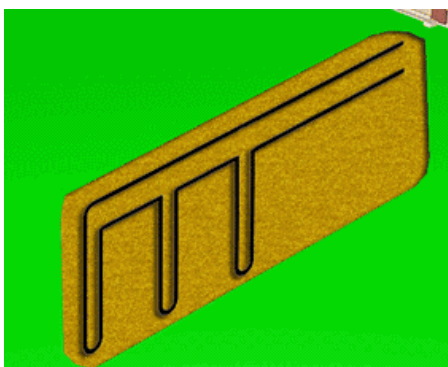
Att. Nr.21. Cauruļu kolektora izvietojums
zemes siltuma izmantošanai

Lai uzstādītu kolektoru, attiecībā no telpu platības būs nepieciešams 300-600 m plastikāta cauruļu, kas veidos kolektoru. Kolektors parasti tiek ieraksts zemē 1 m dziļumā. Iepriekšēja grunts sagatavošana nav nepieciešama. Aptuvenā siltuma jauda, kas pienākas uz 1m kolektora ir 20-30 W attiecībā no zemes īpašībām. Tādējādi, ja siltumsūkņa jauda ir 10kW, būs nepieciešams kolektors ar kopējo garumu 350-450 m. Lai uzstādītu šādu kolektoru, būs nepieciešams 400 m² liels zemes gabals (20x20 m).

6.3. Zemes dziļu siltuma izmantošana

Lai izmantotu zemas dziļu siltumu tiek izmantots U-veida kolektors (parādīts 22.attēlā), kas tiek ievietots zemes urbumā. Parasti zemes urbuma diametrs ir 4,5; 5,5 vai 6,5 collas. Urbuma dziļumu nosaka telpu siltuma zudumi.

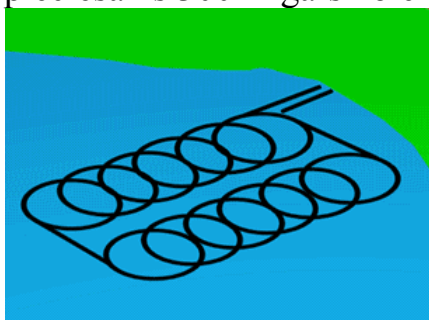
Lai uzstādītu kolektoru nav obligāti jābūt vienam dziļam urbumam, var izlīdzēties ar vairākiem sekliem urbumiem, kas palīdzēs ietaupīt līdzekļus. Galvenais lai kopējais kolektora garums atbilstu kopējai siltumsūkņa jaudai. Izmantojot šo kolektora uzstādīšanas metodi, aptuvenā siltuma jauda, kas pienākas uz 1 m kolektora ir 50-60 W, tādējādi, ja siltumsūkņa jauda ir 10 kW, būs nepieciešams 170 m dziļš urbums.



Att.Nr.22. U-veida kolektora izvietojums zemes dziļu siltuma izmantošanai

6.4. Ūdens siltuma izmantošana

Kolektoru var uzstādīt arī zem ūdens. Izmantot šo metodi var, ja tuvumā atrodas kāda ūdenstilpne (jūra, ezers, upe). Kolektors tiek iegremdēts uz ūdenstilpnes grunti un tiek nofiksēts ar atsvaru palīdzību (parādīts 23.attēlā). Parasti uz vienu metru kolektora piestiprina 5 kg atsvaru. Izmantojot šo kolektora uzstādīšanas metodi, aptuvenā siltuma jauda, kas pienākas uz 1m kolektora ir 30 W, tādējādi, ja siltumsūkņa jauda ir 10 kW, būs nepieciešams 300 m garš kolektors.



23.att. Kolektoru izvietojums ūdens siltuma izmantošanai

7.Pasīvas ēkas.

Runājot par zemas enerģijas patēriņa ēkām, ēkas var sadalīt trīs kategorijās:

- 1- Zema enerģijas patēriņa ēkas – ēkas, kuras patērē apkures enerģijas vajadzībām no 30 līdz 20 kWh/m² gadā;
- 2- Pasīvas ēkas – ēkas kuras patērē apkure vajadzībām enerģijas daudzumu no 15 līdz 20 kWh/m² gadā;
- 3- Nulles enerģijas ēkas – ēkas kam apkures enerģijas vajadzībām tiek izmantota alternatīva enerģija ar nulles izmaksām vai citiem vārdiem sakot, nulles enerģijas ēkas patērē tik daudz siltumenerģijas cik pašas saražo.

Šajā sadaļā tiks izskatītas pasīvo ēku būvniecības un izmantošanas pamāt principi.

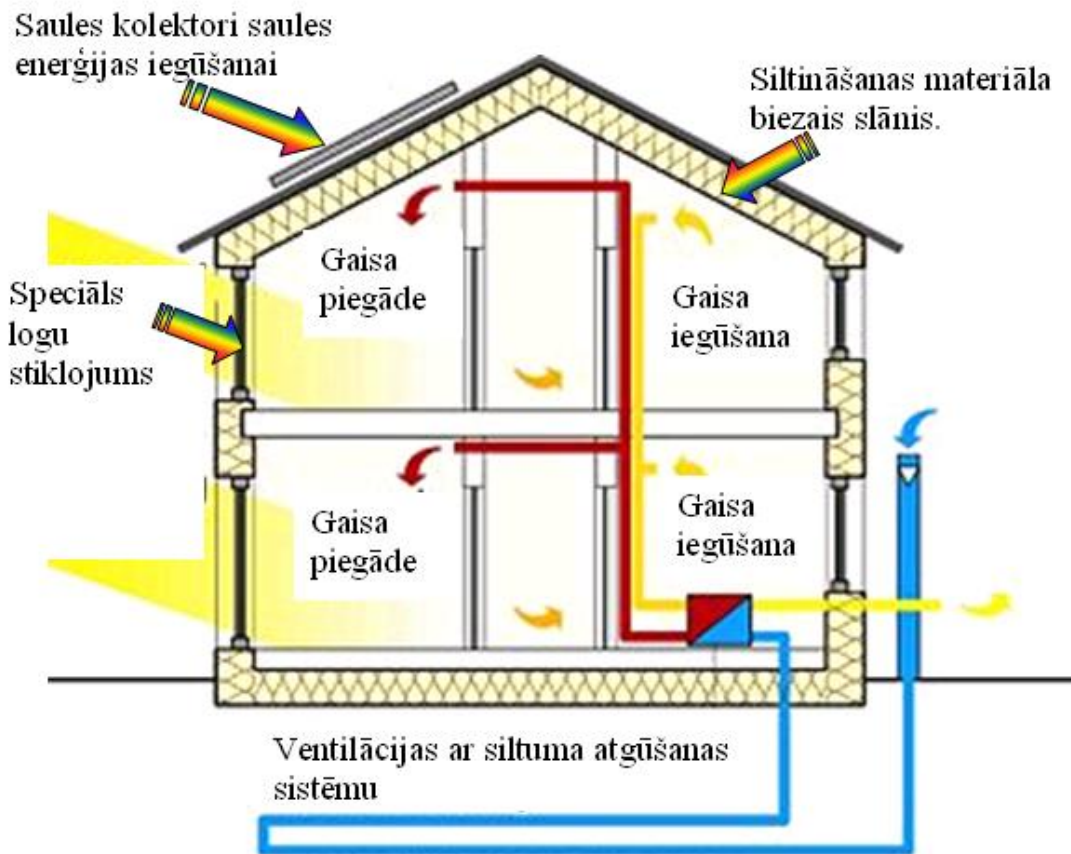
Jēdziens pasīva ēka pēdējā laikā ir bieži izmantots būvniecībā. Pēc būtības pasīvai ēkai ir minimāla vajadzība pēc apkures enerģijas, tātad pasīvai ēkai/mājai ir ultrazems apkures enerģijas patēriņš. Pasīvas ēkas specifikācija nav domāta tikai dzīvojamām mājām, par pasīvo ēku var kļūt skola, bērnu dārzs vai supermārkets, galvenais nosacījums ir apmierināt pasīvas mājas prasības.

Parastai daudzdzīvokļu dzīvojamai mājai, lai uzturētu normālu iekštelpu temperatūru, apkures enerģijas patēriņš ir robežas no 166 – 180 kWh/m². Renovētu māju vai jauno projektu siltumenerģijas patēriņš varētu būt no 120 - 80 kWh/m² gadā.

Pēc aprēķiniem pasīvam mājām siltumenerģija ir nepieciešama līdz pat 80% mazāk nekā jaunceltnēm, kas celtas pēc pašreizējiem būvnormatīviem.

Pasīvas ēkas standarts pieprasa izpildīt sekojošus nosacījumus:

- Ēkas gada siltumenerģijas patēriņš nedrīkst pārsniegt 15 kWh/m² gadā;
- Primāras enerģijas patēriņš ieskaitot karsto ūdens un elektrības patēriņus nedrīkst pārsniegt 120 kWh/m² gadā;



Att.Nr.24. Pasīvas ēkas enerģijas un gaisa cirkulācijas shēma.
Avots: www.wikipedia.org

Lai sasniegtu pasīvas ēkas nosacījumus ir nepieciešams izmantot nestandarta apkures sistēmu, vai vispār projektēt ēku bez apkures sistēmas, izmantojot saules, elektroiekārtu siltumenerģijas starojumu un citu ēkā esošo objektu pozitīvu temperatūras potenciālu. Pirms pasīvas ēku būvniecības ir nepieciešams veikt dziļo plānošanas procesu. Pasīvas ēkas tiek būvētas izmantojot īpaši labas materiālu siltumizolācijas īpašības. Lai maksimāli labi izmantot saules enerģiju ēkai ir jābūt precīzi izvietotajos pret dienvidu pusi, lai caur speciālu stiklojumu iegūt pietiekami lielu saules enerģijas daudzumu. Pasīvajās mājas logu izvieto tā, lai maksimālais logu skaits būtu novietots arī pret dienvidu pusi. Pasīvas ēkas logu izvietošana dienvidpusē dod papildus telpas siltumu līdz pat 40%.

Ēkas siltināšanas materiāla slānim ir jābūt ļoti biežam, vismaz 30 cm, izmantojot koka konstrukcijas – 40 cm. Ēkas griestu u siltumizolācijas biezums parasti sasniedz līdz pat 50 cm. Siltuma zudumi no pagrabstāva tiek samazināti ar siltumizolāciju no 20 līdz 30 cm.

Ir svarīgi pievērst uzmanību logu siltumvadības koeficientam – patiesībā, tiem jābūt vislabākajiem logiem, kādi vien tirgū ir pieejami. Kopējai logu rāmju izolācijai ir jābūt gandrīz vai perfekta, ne mazāk par $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izvēloties logus ļoti svarīgs faktors ir cik daudz saules enerģijas logs izvada no āra uz ēkas iekštelpām.

Pasīvai ēkai ir nepieciešams būt pēc iespējas gaiss-blīvai, lai nerastos vietas caur kuriem ēka var pazaudēt gaisu ar pozitīvu enerģijas potenciālu vai iegūt negatīvas temperatūras gaisu no apkārtējās vides.

Savukārt ventilācija ar siltuma atgūšanu, ko izmanto pasīvajās mājās, nozīmē izplūdes gaisa siltumu atgūšanu apkures sistēmā, tādējādi samazinot apkures izdevumus. Veidojot šādu ventilācijas sistēmu, kas darbojas tikai uz izplūdi, svaigā gaisa ieplūdei nepieciešams izmantot logus, kuros ir ventilācijas režīms vai arī pašā mājā jāveido rekuperācijas sistēmu. Dabiskā ventilācija nozīmē nevis sūknēt gaisu ar motoru palīdzību, to mehāniski jaucot, bet gan tādas ventilācijas ejas, kurās gaiss pārvietojas pats vēja un temperatūras maiņas dēļ. Lai nodrošinātu ēkā atbilstošu komfortam gaisa apmaiņu ir jāizmanto gaisa rekuperatori. Izmantojot gaisa rekuperatorus pieplūstoša gaisa sasildīšanas ir nepieciešams mazākais enerģijas daudzums.

Pasīvajā mājā nav klasiskās apkures sistēmas – ir siltumsūkns un dabiskā ventilācija ar siltuma atgūšanu. Ka tika izskatīts pētījumā siltuma sūkņa darbībai ir nepieciešama elektroenerģija, tādēļ ir būtiski, ka patērētās elektrības un saražotā siltuma attiecības ir 1:5. Gadījuma jā ir noteikts enerģijas trūkums to kompensē ar papildus alternatīvajiem enerģijas avotiem.

Lai pasīvajā mājā minimizēt kopēju enerģijas patēriņu, tai skaitā arī elektroenerģijas patēriņu ir nepieciešams lietot gaismas ķermeņus un citas elektroiekārtas ar vislielāko efektivitātes pakāpi.

Zinot pasīvas ēkas tehniskās īpašības ir iespējams apraksīt dzīves kvalitātes īpašības pasīvajās ēkās.

- Gaiss pasīvajās ēkās ir svaigs, ļoti tīrs bet sauss, īpaši ziemās periodos;
- Pateicoties lielai siltumpretestībai pasīvajās ēkās nav tāda jēdziena, kā ārsienas, kuram parasti temperatūra ir zemāka. Šis faktors ietekme uz pasīvas ēkas iedzīvotāju komfortu;
- Pasīvajās ēkās nav radiatoru, kas palielina ēkas lietderības plātību;
- Pasīvajās ēkās istabās nav autentiskas temperatūras, ēkas temperatūra ir vienāda;
- Temperatūra ēkas mainās ļoti lēni.;
- Logu atvēršana uz īso laiku īpaši neietekmēs uz ēkas temperatūru, jo tādā veidā iegūtais gaiss tiks novadīts ventilācijas sistēmā.

Praktiski salīdzinot pasīvas un parastās māja būvniecības izmaksas var pateikt, ka pasīvo māju būvniecībai ir nepieciešams par 30% lielāki kapitālieguldījumi.

7.1. Piemērs: Pasīvas ēkas projekts Juglā.

Pasīvās ēkas termins atrodas zem stingras definīcijas. Kritēriju sasniegšana prasa gan nopietnus finanšu līdzekļus, gan papildus laiku, jo pasīvās ēkas koncepta iedzīvināšana nesāka ar ēkas būvniecībā izmantotajiem materiāliem vai inženiersistēmu tehnoloģijām, bet ar projektēšanu.

Diemžēl, uz doto brīdi pasīvo māju būvniecība Latvijā nav populāra. Latvijā uz 2007. gada beigām nav nevienas pasīvas ēkas. Tādējādi pētījuma ietvaros tiks izskatīts pasīvas ēkas būvniecības projekts.

Rīgas pilsētas pašvaldības kapitālsabiedrība «Rīgas pilsēt būvnieks» Baltezers ielā plāno realizēt pasīvas mājas projektu.



att. Nr.

25. Pasīvas ēkas projekts. Avots: www.apollo.lv

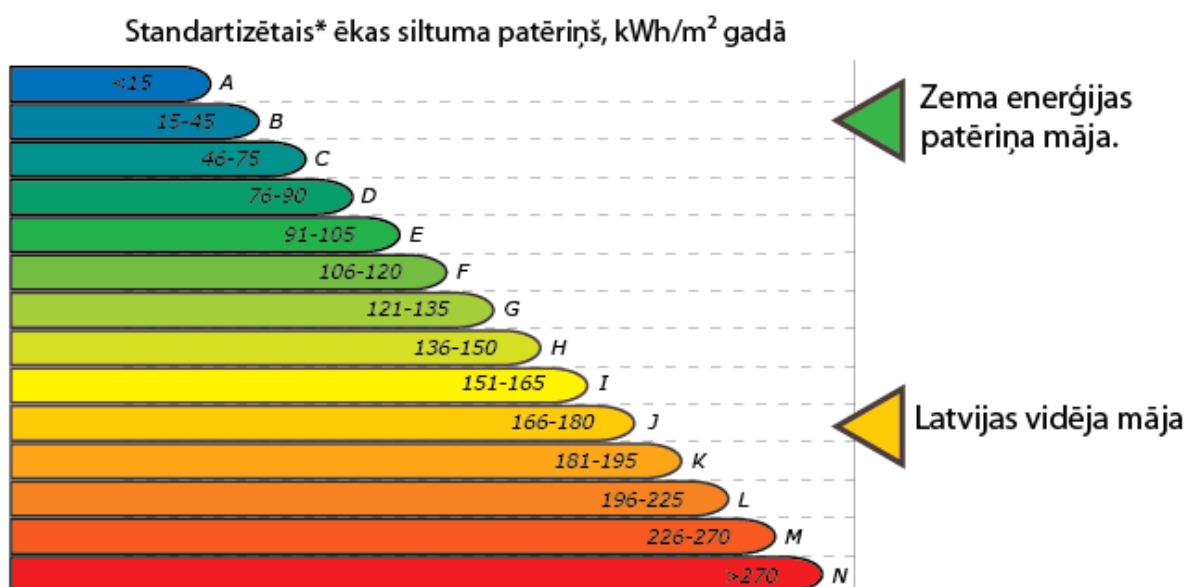
Baltezers ielā, ir plānots uzbūvēt atsevišķi stāvošas piecu stāvu mājas ar 25 dzīvokļiem katrā. Ir plānots uzbūvēt jaunus dzīvokļus ar siltumenerģijas patēriņu līdz 15 kWh/m² gadā. Šajās ēkās būs ne tikai zems siltumenerģijas patēriņš, bet arī laba skaņas izolācija un ventilācija. Reāli veidojas situācija, ka ar maksājumu, ko šobrīd par siltuma patēriņu savā mājā veic mēnesī, iedzīvotāji varētu segt gada patēriņu. Ēkas tiks

celtas no dabiskiem, videi un cilvēku veselībai draudzīgiem celtniecības materiāliem.

7.2. Piemērs: Zema enerģijas patēriņa ēkas realizācija Lielvārdē.¹⁴

Tuvākajā laikā Lielvārdē tiks pabeigta zemas enerģijas patēriņa ēka. Ēka tips ir koka karkasa stāvbūve. Ka siltināšanas materiāls tiek izmantota ekovate. Materiāla biezums ēkas sienās ir 40 cm. Ņemot vērā ēkas izmantošanas īpašības ēkas dzīvojamās istabas ir orientētas uz dienvidu pusi, guļamistaba uz ziemeļiem.

Enerģijas ēka tiks iegūta no saules, ēkā esošajiem eklektiskajam iekārtam ar pozitīvu temperatūras potenciālu un no ēkā dzīvojošiem cilvēkiem. Papildus ēkas apkures vajadzībām tiks lietots zemes siltuma sūknis.



Att. Nr. 26.

Ēkas ventilācijas vajadzībām tiks lietoti vācu firmas „Paul” gaisa rekuperatori, kuri ir speciāli sertificēti lietošanai pasīvajās mājās. Ar tāda tipa rekuperatoru no ēkas gaisa tiks sasniegta 99% siltuma atgūšana.

Ir plānots ka šī māja apkures vajadzībām patērēs no 27-35 kWh/m² gadā. Šis enerģijas patēriņa daudzums ir ārkārtīgi neliels. Zema enerģijas patēriņa mājās ir īpaši projektētas un ekspluatētas

¹⁴ Dati tika iegūti pateicoties SIA „Artiva” valdes priekšsēdētājam A.Gredzena kungam.

inženiertehniskās sistēmas (īpaši karstā ūdens apgādes, apkures un ventilācijas sistēmas), atjaunojamo enerģijas avotu izmantošana apkures vajadzībām un dažkārt arī elektrības iegūšanai.

Secinājumi:

Saules enerģijas izmantošana Latvijas apstākļos dotajā periodā nav īpaši populāra, Latvijā ir mazs saules radiācijas izmantošanas stundu skaits, tāpēc uz doto brīdi it tikai daži projekti.

Latvijas mājokļu karstā ūdens apgādei ir iespējams lietot saules kolektorus, elektroapgādei saules baterijas, kuras pie pareizas projektēšanas var pilnīgi apmierināt mājsaimniecības elektrības vajadzības. Saules enerģijas izmantošanas intensificēšanai ir nepieciešamas lētāko tehnoloģiju izmantošana un kompāniju kompetence saules enerģijas izmantošanas projektēšanā. Pie tam ir nepieciešams attīstīt Valsts dotācijas mehānismus saules enerģijas izmantošanas attīstībai.

Latvijā vēja enerģija parasti ir lietotā kopēja elektroapgādes sistēmā. Tika analizētas siltumenerģijas iegūšanas iespējas, kuras ļauj secināt ka vēja enerģijas izmantošana mājokļu sektorā siltumapgāde ir viens no apkures problēmas risinājumiem. Latvijas mājokļu sektoram ir lietderīgi izmantot vēja enerģijas potenciālu, kuru var iegūt no piejūras rajoniem vai pielietojot tehnoloģijas, kuras atļauj būvēt vēja ģeneratorus tieši jūrā.

Dotajā brīdī vēja enerģētikas attīstībai pastāv zināmie likumdošanas šķēršļi: aizsargājamas dabas teritorijas, iedzīvotāju zema maksātspēja, likumdošanas šķēršļi. Vējā enerģijas izmantošanai vislabvēlīgākās ir putnu aizsardzības nozīmīgas teritorijas, ka arī Eiropas Savienības līmeni aizsargājamas platības. Daļu no augstāk minētiem šķēršļiem ir nepieciešams nivelēt tuvākajā laikā, Tas ļaus samazināt importētas enerģijas daļu Valsts energobilancē un tādā veidā pasargāt Latvijas mājsaimniecības no paaugstinātiem komunālajiem maksājumiem.

Latvijā mājsaimniecības elektrifikācijai tiek plaši izmantota hidroenerģija. Neapšaubāmi, hidroenerģijas izmantošanai ir vairākas priekšrocības: atmosfēras emisijas trūkums, neatkarība no energoresursu cenām un attīstīts hidroelektrostaciju tīkls. Mājsaimniecības vajadzībām hidroenerģijas tiek piegādāta caur elektrotīkliem. Pastāv arī hidroenerģijas izmantošanas blakusparādības- ūdens vieds piesārņojums, floras un faunas struktūras un migrācijas ceļu maiņa. Latvijā mazo hidroelektrostaciju enerģijas izmantošana mājokļu sektora praktiski ir aprobežota dēļ spēkā esošajiem normatīvajiem aktiem. Var secināt ka turpmāka hidroenerģijas izmantošanas intensifikācijas sastaps vides aizsardzības šķēršļus. Mazo hidroelektrostaciju izmantošana mājokļu sektora elektroapgādei prasa videi draudzīgo risinājumu intensificēšanu.

Biokurināma lietošana Latvijas mājsaimniecību vajadzībām ir samērā populāra. Daudzdzīvokļu dzīvojamās mājās nav ieteicams lietot

biokurināmu ka decentralizētas apkures avotu, jo pirmkārt tas negatīvi ietekme esošo rajonu dēļ negatīvu vielu emisijas un smakas, otrkārt ir nepieciešams cilvēks kurš vienmēr vēros katlā iekārtas darbību. Biokurināma izmantošana ir ieteicama privātam mājām. Lietojot biokurināmu lielu uzmanību ir jāpievērš izmantošanas tehnoloģijai un biokurināma kvalitātei, no ka ir atkarīga ēkas ugunsdrošība un iegūtas siltumenerģijas daudzums.

Siltuma sūkņu izmantošana Latvijas privātajās mājās pēdējā laikā ir populārs pasākums, jo siltuma sūkņiem ir augsta enerģijas efektivitāte, kas tiek sasniegta, pateicoties tam, ka siltumsūkņi izmanto atjaunojamus dabas resursus. Nav noslēpums ka siltuma sūkņu uzstādīšana īpaši esošajās ēkās ir dārgs pasākums. Siltuma sūkņu izmantošanai potenciāls ir milzīgs, bet lai to sasniegt vajag atrisināt finansiālu un instalācijas problēmas.

Dotajā brīdī pasīvo māju būvniecība Latvijā gandrīz vai nenotiek. Ir daži projektēšanas stadijā esošie piemēri. Projektēšanās līmenī apkopojot alternatīvas enerģijas izmantošanas iespējas var sakārtot dzīves vīdi līdz pasīvas mājas līmenim. Pasīvās mājas siltumenerģijas patēriņš ir aptuveni 10 reizēs mazāks nekā vidējai daudzdzīvokļu dzīvojamai mājai. Tas nozīmē ka pasīvo mājokļu būvniecība un attīstība ir viens no galveniem jautājumiem valsts mājokļu un enerģētikas sektoru attīstībai.

Alternatīvas enerģijas izmantošana dotajā ekonomikas attīstības stadijā ir viens no svarīgākiem un sarežģītākiem uzdevumiem Latvijas tautas saimniecībai. Tirgū tiek piedāvāts plašs klāsts iekāru kuro ir iespējams pielāgot mājasaimecības vajadzībām, bet šeit viens no noteicošajiem faktoriem ir iedzīvotāju maksātspēja. Viennozīmīgi var pateikt, ka Latvijas apstākļiem nevar ar vienādiem panākumiem pielietot Eiropas Savienībā populārus alternatīvas enerģijas risinājumus ar Eiropas Savienības cenām, jo iedzīvotāju maksātspēja ir 3-4 reizes mazāka.

Ir nepieciešams izstrādāt detalizētu, pieskaņotu „Alternatīvas enerģijas izmantošanas pamatnostādņēm 2007-2010” alternatīvas enerģijas izmantošanas stratēģiju, kuras galvenais mērķis ir piedāvāt pieņemamus alternatīvas enerģijas risinājumus Latvijas tautas saimniecībai, tai skaitā arī mājokļu sektoram.

Ka rāda pētījuma dati Latvijas mājokļus potenciāli ir iespējams pieslēgt plašai alternatīvo enerģijas avotu grupai, bet šeit gala patērētājam ir nepieciešams dziļi izanalizēt klimatiskus apstākļus rēķināties ar iekārtu instalācijas un ekspluatācijas izmaksām, prognozēt iekārtu atmaksāšanas periodus.

Literatūras saraksts:

1. Ūdens sildīšana ar saules kolektoriem. Imants Ziemelis, LLU profesors.
2. Latvijas vēja enerģijas rokasgrāmata.
3. Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2006.-2013. gads. Latvijas republikas „Vides ministrija”.
4. HES inventarizācija un negatīvo zivsaimniecisko seku novērtēšanas metožu analīze.
5. Mazo hidroelektrostaciju darbības izvērtējums, SIA „Vides projekti”;
6. Baltijas valstu enerģētikas stratēģija (Projekts 19.12.2006).
7. Ziņojums par sasniegumiem atjaunojamās elektroenerģijas jomā, „Zaļa grāmata”, Eiropas kopienu komisija.
8. Fakti par siltumsūkņiem un iekārtām, Zviedru siltumsūkņu biedrība, 1997;
9. „Siltumapgādē izmantosim vietējo kurināmo – koksnes un citu biomasu” Rokasgrāmata pašvaldību vadībai un darbiniekiem, SIA „Vides projekti”, 2003.
10. Atjaunojamo energoresursu izmantošanas pamatnostādnes 2006.-2013.gadam. SIA „Vides pārskats”. 2006.
11. Urban environmental aspects on transport and energy resources use in municipalities at the Baltic States.Survey Report. . Baltic environmental forum. 2006;
12. Enerģētikas koksnes tirgus izpēte, SIA „Vides projekti”.SIA „Datakom” 2004.
13. Energy for the future: renewable source of energy. White Paper for a Community Strategy and Action Plan. European Comission. 2007.
14. Atjaunojamo enerģijas resursu izmantošana Latvijas reģionos un vides ekonomisko un sociālo ieguvumu novērtējums nacionālajā un reģionālajā līmenī, Noslēguma atskaite. Fizikālās enerģētikas institūts 2006.
15. No atjaunojamiem resursiem iegūstama kurināmā (ARIK) izmantošanas intensifikācija Latvijā. E&IC. Rīga, 2006.
16. Pētījums „A-enerģija”, SIA „Vides projekti” 2005.
17. Latvijas vēja enerģijas rokasgrāmata.
18. Raksts „Ļauj vējam strādāt”, Anitra Tooma.
19. Ūdens sildīšana ar saules kolektoriem. LLU profesors I.Ziemelis.
20. Saules starojums –ekoloģiski tīrs enerģijas avots ūdens sildīšanai. I.Ziemelis,. prezentācija.
21. Fraunhofer ISE - Letzte Aktualisierung: 03.06.2004.
22. Darwin Adilaide – „World solar chalenged”.
23. Straupes pagasta padomes informatīvais izdevums Nr. 1512007. gada oktobris.
24. International conference materiāls Eco-Balt ‘2006, May 11-12, 2006, Riga, Latvia.
25. Ministru kabineta noteikumi Nr.27 „Noteikumi par upēm (upju posmiem), uz kurām zivju resursu aizsardzības nolūkā aizliegts būvēt un atjaunot hidroelektrostaciju aizsprostus un veidot jebkārus mehāniskus šķēršļus
26. Mazo hidroelektrostaciju darbības izvērtējums. Valsts SIA “Vides projekti”. 2004.
27. Mazās hidroelektrostacijas to ietekme uz vidi. Valsts vieds dienests. Prezentācija.

28. HES inventarizācija un negatīvo zivsaimniecisko seku novērtēšanas metožu analīze. Latvijas Zivsaimniecības pētniecības institūts (LZPI) .2003.
29. Katlu māju konversija uz vietējo kurināmo – koksnes un citu biomasu. SIA „Vieds projekti. 2003”.

Interneta avoti:

1. www.building.lv
2. www.db.lv
3. www.latinzenieris.lv
4. www.baltenergy.com
5. www.panoramio.com
6. www.vestnesis.lv
7. www.windenergy.lv
8. www.wikipedia.org
9. www.rs.lv
10. www.apollo.lv
11. www.ekodoma.lv
12. www.artiva.lv
13. www.google.com