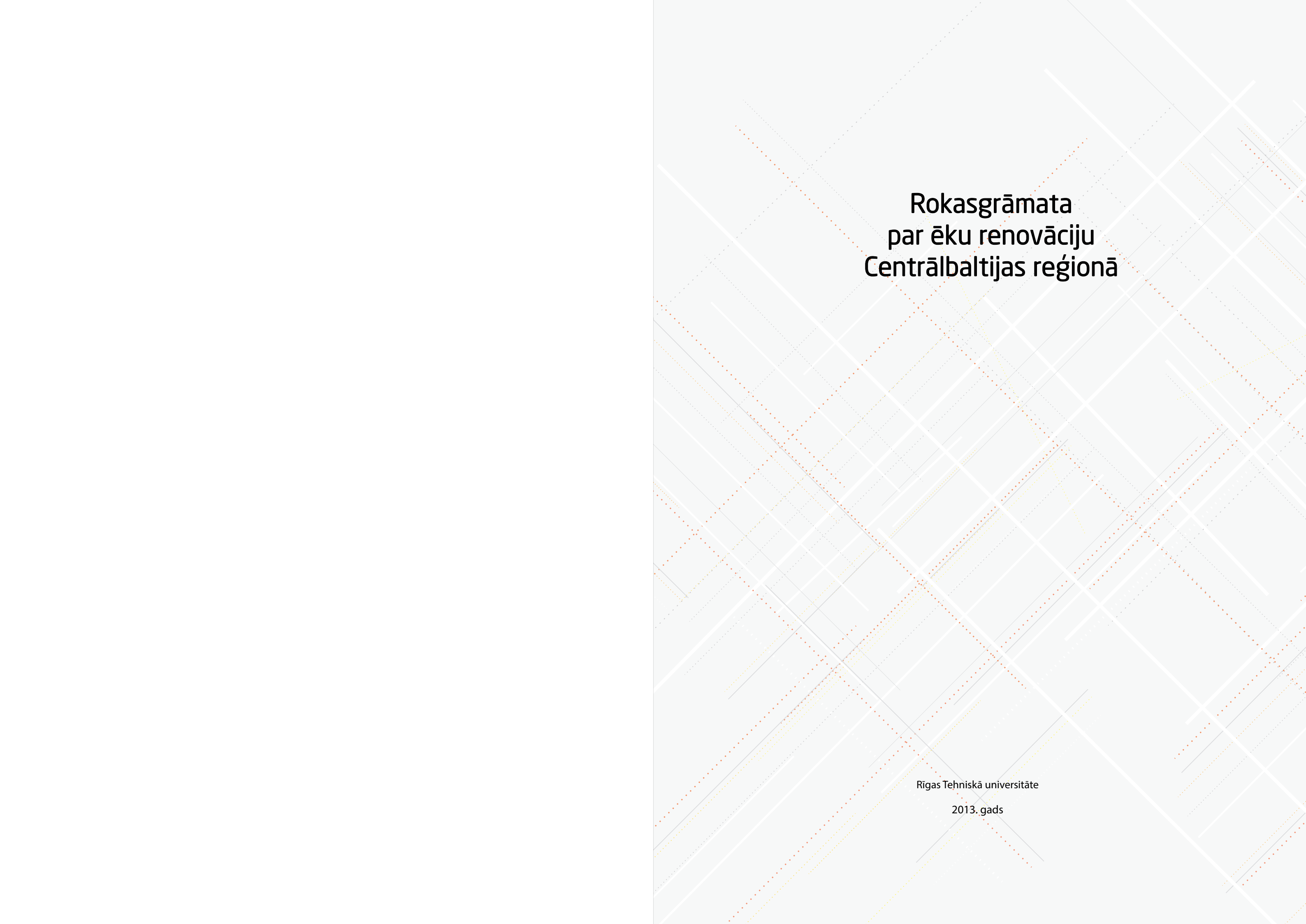


Rokasgrāmata par ēku renovāciju Centrālā Baltijā





Rokasgrāmata par ēku renovāciju Centrālbaltijas reģionā

Rīgas Tehniskā universitāte

2013. gads

Redaktori

Dr. sc. ing. Anatolijs Borodiņecs

M. Sc. Arch. Ana Rodriguesa-Gavrjela (Ana Rodriguez-Gabriel)

Autori

Dr. sc. ing. Anatolijs Borodiņecs, Būvniecības fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte

Mg. sc. ing. Jurgis Zemītis, Būvniecības fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte

M. Sc. Arch. Ana Rodriguesa-Gavrjela (Ana Rodriguez-Gabriel), Profesionālās attīstības nodaļa, Ālto Universitāte

M. Sc. Tech. Venkata Bandi, doktorantūras students, Ālto Universitāte

Dr. Eng. Arto Nuorkivi, Energy-an Oy

Ph. D. Hendriks Vols (Hendrik Voll), Būvniecības fakultāte, Tallinas Tehnoloģiju universitāte

M. Sc. Eng. Martins Talfelts (Martin Thalfeldt), doktorantūras students, Tallinas Tehnoloģiju universitāte

M. Sc. Eng. Teniss Kläss (Tõnis Klaas), inteliVENT OÜ inženieris

Ms. C. Olga Petrova, Tallinas Tehnoloģiju universitāte

M. Sc. Olēna Tatarčenko (Olena Tatarchenko), Industriālās ekoloģijas nodaļa, Karaliskais tehnoloģiju institūts

Asoc. prof. Nilss Brants (Nils Brandt), Industriālās ekoloģijas nodaļa, Karaliskais tehnoloģiju institūts

Dr. Olga Kordasa (Olga Kordas), Industriālās ekoloģijas nodaļa, Karaliskais tehnoloģiju institūts

M. Sc. Mari Apelgrēna (Mari Appelgren), doktorantūras studente, Industriālās ekoloģijas nodaļa, Karaliskais tehnoloģiju institūts

Katrs no projektā iesaistītajiem starptautiskajiem partneriem ir sniedzis informāciju par pārstāvēto dalībvalsti. Īpaša pateicība Venkatam Bandi un Anai Rodriguesai-Gavrjelai par lielo ieguldījumu 4. nodaļas “Simulācijas programmatūra” sagatavošanā.

Izdevējs

Rīgas Tehniskā universitāte

Dizains

SIA “E Forma”

ISBN 978-9934-507-38-0

Faktu lapa	4
------------------	---

Ievads	5
--------------	---

1. Termini	6
------------------	---

2. Projekta dalībvalstis	8
--------------------------------	---

2.1. Latvija	8
--------------------	---

2.2. Igaunija	11
---------------------	----

2.3. Somija	13
-------------------	----

2.4. Zviedrija	18
----------------------	----

3. Ēku energoefektivitātes raksturojums	25
---	----

3.1. Latvijas piemēri	25
-----------------------------	----

3.2. Igaunijas piemēri	33
------------------------------	----

3.2.1. Dzīvojamā māja	33
-----------------------------	----

3.2.2. Pamatskola	35
-------------------------	----

3.2.3. Vidusskola	38
-------------------------	----

3.3. Somijas piemēri	41
----------------------------	----

3.3.1. Renovācijas projekta mērķi	42
---	----

3.3.2. Ēku grupas renovācija energoefektivitātes uzlabošanai	49
--	----

3.3.3. Īstenotie pasākumi un paredzjamie rezultāti	51
--	----

3.4. Zviedrijas piemēri	52
-------------------------------	----

3.4.1. Projekts “Ilgtspējīgā Jerva”	52
---	----

3.4.2. Projekts “Ilgtspējīgā Olidhema”	56
--	----

3.4.3. Projekts “Ilgtspējīgā Hilda”	61
---	----

4. Simulācijas programmatūra	67
------------------------------------	----

4.1. Dinamiskās aprēķinu un simulācijas programmas	69
--	----

4.2. Aprēķinu programmas	69
--------------------------------	----

Pielikumi	74
-----------------	----

1. pielikums	74
--------------------	----

2. pielikums	76
--------------------	----

3. pielikums	78
--------------------	----

4. pielikums	80
--------------------	----

5. pielikums	81
--------------------	----

6. pielikums	83
--------------------	----

7. pielikums	84
--------------------	----

8. pielikums	85
--------------------	----

9. pielikums	86
--------------------	----

10. pielikums	87
---------------------	----



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTING IN YOUR FUTURE



CENTRAL BALTIC
INTERREG IV A
PROGRAMME
2007–2013

Projekta nosaukums	Central Baltic cooperation in energy efficiency and feasibility in urban planning – ENEF (tulk. no angļu val. – Sadarbība energoefektivitātes un pilsētplānošanā Centrālbaltijas ietvaros – ENEF)
Finansējuma programma	Centrālās Baltijas INTERREG IV A programma
Projekta ilgums	2011. gada 1. janvāris–2013. gada 31. decembris
Partneri	Tallinas Tehnoloģiju universitāte (Igaunija) Rīgas Tehniskā universitāte (Latvija) Ālto Universitātes fonds (Somija) Karaliskais tehnoloģiju institūts (Zviedrija)
Galvenie mērķi	Izstrādāt praktisku labās prakses rokasgrāmatu Igaunijai, Somijai, Zviedrijai un Latvijai par ēku energoefektivitātes paaugstināšanu, ņemot vērā arī arhitektūras un kultūras vērtības. Pētījumam ir izvēlētas gan atsevišķas sabiedriskās ēkas, piemēram, skolas, pirmsskolas izglītības iestādes, gan dzīvojamās ēkas, kas celtas laikā no 1960. līdz 1980. gadam, un arī dzīvojamo ēku kvartāli un pilsētu rajoni. Attīstīt dalībvalstu savstarpējo sadarbību un informācijas apmaiņu starp reģionālajiem un pilsētu plānotājiem, arhitektiem, celtniecības uzņēmumu inženieriem utt. par novatoriskās prakses un rīku izmantošanu ēku energoefektivitātes palielināšanā. Nodrošināt pieredzes apmaiņu un informāciju par dažādu datorprogrammu lietojumu, lai plānošanas stadijā veiksmīgāk varētu aprēķināt energoefektivitātes vai dažādu arhitektonisko, tehnisko risinājumu ietekmi. 2013. gadā organizēt starptautisku konferenci un izstādi, lai apspriestu un informētu par projekta rezultātiem.
Galvenais rezultāts	Rokasgrāmata, kurā ir informācija par dalībvalstu klimatiskajiem nosacījumiem, labākie ēku modernizācijas piemēri, kā arī pārskats par biežāk izmantoto ēku enerģijas patēriņa modelēšanas un aprēķina programmatūru. Starptautiska konference ar studentu, pētnieku, arhitektu un pilsētplānotāju piedalīšanos, kurā izklāstīti šī projekta rezultāti, kā arī parādīta četru reģionu komandu radīto ēku modeļu izstāde.
Koordinatora kontaktinformācija	Tallinas Tehnoloģiju universitāte Vides inženierzinātņu nodaļa un Atvērtā universitāte Liina Henninga (Liina Henning) E-pasts: liina.henning@ttu.ee

Lielākā daļa Eiropas valstu ēku ir samērā vecas, vidēji 70 % ēku ir būvētas pirms 1980. gada. Austrumeiropā situācija ir vēl dramatiskāka, un tā uzlabojas ļoti lēni. Ēku enerģijas patēriņš ir 40 % no kopējā enerģijas patēriņa, un 75 % no apkurei izmantotās enerģijas tiek patērēta dzīvojamām mājām.

Lielākā daļa enerģijas tiek zaudēta veco, neatjaunoto ēku apkurei. Šādas ēkas patērē līdz pat četrām reizēm vairāk enerģijas nekā jaunās ēkas. Tādējādi sabiedrībā ir liela interese par ēku renovāciju, tomēr tā ir jāveic pareizi, lai pēc renovācijas ēkas kalpotu vēl vismaz 30 gadus. Īpaša uzmanība ir pievēršama ventilācijas sistēmas ierīkošanai, atbilstoša izolācijas materiāla un tā biezuma izvēlei, kā arī pareizai apkures sistēmas balansēšanai.

Šī rokasgrāmata būs padomdevējs projektētājiem, arhitektiem un pilsētplānotājiem, lai palīdzētu izvēlēties piemērotāko renovācijas risinājumu.

Rokasgrāmatā ir četras nodaļas un desmit pielikumi. Pirmajā nodaļā skaidrota rokasgrāmatā izmantotā terminoloģija. Otrajā nodaļā raksturota pašreizējo ēku situācija, konkrētās valsts klimatiskie apstākļi un sniegts pārskats par katras dalībvalsts enerģijas apgādes sistēmu. Trešajā nodaļā izklāstīti izvēlēto objektu izpētes rezultāti un renovācijas gaita, kā arī raksturoti izmantotie atjaunīgie enerģijas resursi. Ceturtajā, pēdējā, nodaļā ir ietverti piemēri un projekta dalībvalstīs biežāk lietoto ēkas enerģijas veiktspējas novērtējumam paredzēto modelēšanas programmu un aprēķinu salīdzinājums.

Rokasgrāmatā katra dalībvalsts ir sniegusi atsevišķu ēku vai ēku kopu renovācijas piemērus. Latvijas izvēlētie objekti ir divas pirmsskolas izglītības iestādes un viena daudzstāvu dzīvojamā ēka. Igaunija izvēlējusies vienu Mustamē rajona dzīvojamo ēku, pamatskolu un vidusskolu. Somija un Zviedrija raksturojušas vairāku liela mēroga dzīvojamo rajonu atjaunošanu. Somijas objekti ir no Helsinku apvidus – ģimes mājas Lājasalo, Rihimeki pilsētas dzīvojamais priekšpilsētas rajons un dzīvojamais rajons Helsinku ziemeļos. Zviedrija aprakstījusi trīs – Stokholmas, Malmes un Ūmeo – daudzdzīvokļu ēku energoefektivitātes projektus. Pirmajā gadījumā iztirzāts renovācijas projekts, kas 2011. gadā izpildīts kā projekta "Ilgtspējīgā Jerva" daļa. Pārējie divi gadījumi ir Ūmeo pilsētas Olidhemas dzīvojamā rajona un Malmes pilsētas Rosengordas dzīvojamā rajona atjaunošana.

1. Termini

Apkures katls – iekārta, kura, sadedzinot kurināmo, ražo enerģiju un nodod to siltumnesējam, kas nodrošina ēku ar siltumenerģiju.

Apkurei nepieciešamā enerģija – aprēķinātā enerģija, kas jāpiegādā apkures sistēmai, lai ēkā uzturētu vēlamo temperatūru noteiktā laikposmā, pamatojoties uz ēkas tehnisko stāvokli.

Apkures sezona – gada periods dienās, kad darbojas apkures sistēma.

Apkures grāddiena – telpas gaisa temperatūras un vidējās diennakts āra gaisa temperatūras starpība, kas aprēķināta no visām apkures sezonas dienām.

Apkurināmā platība – apkurināto telpu platība.

Apkurinātā telpa – telpa, kurā ar apkures sistēmu tiek uzturēta noteikta temperatūra.

Augstākā siltumspēja – siltuma daudzums, ko izdala kurināmā daudzuma vienība, kad to pilnībā sadedzina.

Atjaunīgie enerģijas resursi – resursi, kas papildināmi dabiskā procesā, bet to papildināšana ir ierobežota. Atjaunīgie enerģijas resursi ir vēja, saules, aerotermālā, ģeotermālā, hidrotermālā un jūras enerģija, kā arī hidroenerģija.

Ārējie siltumtīkli – siltumtīkli, kas savieno siltuma avotu ar ēkas siltumpunktu.

Energoaudits – ēkas apsekošanas un datu analīzes process, lai noteiktu enerģijas plūsmu ēkā un izvērtētu enerģijas taupīšanas iespējas.

Enerģijas avots – avots, kas rada kādu enerģijas veidu.

Ēkas aprēķina modelis – matemātiskais ēkas modelis, ko izmanto enerģijas patēriņa aprēķiniem.

Ēkas energoefektivitāte – energopatēriņa salīdzinājums starp līdzīga tipa ēkām vienā rajonā ar tādiem pašiem klimatiskajiem apstākļiem.

Ēkas energopatēriņš – enerģijas daudzums, kas raksturo konkrētās ēkas apkurei, ventilācijai, dzesēšanai, apgaismojumam un karstā ūdens apgādei nepieciešamās enerģijas patēriņu.

Ēkas energosertifikācija – process, kurā nosaka ēkas energoefektivitāti, lai saņemtu ēkas energosertifikātu.

Ēkas energosertifikāts – dokuments, kurā uzrādīts ēkas enerģijas patēriņš karstā ūdens sagatavošanai, ventilācijai, apgaismojumam, apkurei, dzesēšanai, kā arī norādīta ēkas energoefektivitāte.

Ēkā integrētie atjaunojamie enerģijas avoti – atjaunojamie enerģijas avoti, kas ir saistīti tikai ar noteiktas ēkas inženiersistēmām.

Gandrīz nulles enerģijas ēka – ēka ar ļoti augstu energoefektivitāti, kur gandrīz nulles vai ļoti maza daudzuma vajadzīgo enerģiju sedz no atjaunīgajiem enerģijas resursiem, tostarp uz vietas vai no netālu ražotās enerģijas.

Iekšējie siltumenerģijas ieguvumi – siltumenerģija, ko ēkā rada ēkas iedzīvotāji (metaboliskais siltums) un ierīces, piemēram, apgaismojuma un mājtsaimniecības ierīces, biroja iekārtas.

Jaunbūve – atbilstoši būvprojektam no jauna būvēta ēka.

Kondicionēta telpa – ēkas daļa, kurā visu gadu tiek nodrošināta vēlāmā temperatūra un relatīvais mitrums.

Neto siltumenerģija – siltumenerģijas daudzums, ko siltuma avots nodod tās izejā.

Nominālā siltuma jauda – maksimālā siltuma jauda, kuru paredzējis katlu vai koģenerācijas iekārtas ražotājs un kuru attiecīgā iekārta spēj nodrošināt ilgstošā darba režīmā, izmantojot galveno kurināmo, ar ražotāja noteikto neto lietderības koeficientu.

Nulles enerģijas ēka – ēka ar nulles neto enerģijas patēriņu un nulles oglekļa emisiju gada periodā. Nulles enerģijas ēkas var tikt ekspluatētas autonomi no enerģijas piegādes tīkla, ja enerģija pietiekamā daudzumā tiek iegūta uz vietas.

Oglekļa dioksīda (CO₂) emisijas faktors – oglekļa dioksīda (CO₂) daudzums, kas tiek izvadīts atmosfērā no katras piegādātās enerģijas vienības. Oglekļa dioksīda (CO₂) emisijas faktorā ietverta visa oglekļa dioksīda (CO₂) emisija, kas saistīta ar ēkas patērēto primāro enerģiju.

Papildu enerģija – elektroenerģija, ko izmanto apkures, karstā ūdens apgādes, gaisa kondicionēšanas, ventilācijas un apgaismošanas sistēmā, lai saražotu un pārveidotu piegādāto enerģiju lietderīgā enerģijā, piemēram, ventilatoriem, sūkņiem un elektronikai. Enerģija, kas tiek saražota, nav papildu enerģija.

Pasīvā ēka – zema enerģijas patēriņa ēka, kurai gada lielāko daļu nav nepieciešama apkures sistēma, lai nodrošinātu telpas temperatūru. Nepieciešamais siltums tiek iegūts, izmantojot esošos iekšējos siltuma avotus un saules enerģiju.

Primārā enerģija – enerģija no atjaunojamajiem un neatjaunojamiem enerģijas avotiem, tā nav pārstrādāta vai pārveidota.

Saules siltuma ieguvums – siltumenerģija, ko dod saules starojums, kas nonāk ēkā caur logiem tieši vai netieši (pēc absorbēšanas ēkas elementos) caur necaurspīdīgām sienām un jumtiem vai pasīvām saules izmantošanas izbūvēm (piemēram, ziemas dārziem, caurspīdīgu izolāciju). Aktivās saules izmantošanas ierīces (piemēram, saules kolektori) ir ēkas tehniskās sistēmas daļa.

Siltuma avota neto lietderības koeficients – siltuma avota noteiktā laika intervālā siltumtīklā nodotās siltumenerģijas daudzuma attiecība pret šajā laikā patērēto, pēc kurināmā zemākās siltumspējas noteikto enerģijas daudzumu.

Siltumsūkņis – ierīce, kas pārvieto siltumu no aukstākas vietas uz siltāku. Šis process patērē enerģiju, jo siltums patvaļīgi plūst pretējā virzienā. Atkarībā no siltuma avota izšķir zemes, gaisa vai ūdens siltumsūkņus.

Siltumsūkņa energoefektivitātes rādītājs – atdotā siltuma vai aukstuma enerģijas attiecība pret patērēto elektroenerģiju.

Siltumtīklu neto lietderības koeficients – centralizētās siltumapgādes sistēmas lietotājiem noteiktā laika intervālā piegādātā siltumenerģijas daudzuma attiecība pret šajā laikā no siltumavota saņemtās siltumenerģijas daudzumu.

Sistēmas robeža – robeža, kas ietver visus ar ēku saistītos laukumus (ēkas iekšpusē un ārpusē), kuri patērē vai ražo enerģiju.

Sistēmas siltumenerģijas zudums – siltumenerģijas zudums, ko rada ēkas tehniskā sistēma, kas nepiedalās sistēmas lietderīgajā atdevē. Sistēmas siltumenerģijas zudums var kļūt par ēkas iekšējo siltumenerģijas ieguvumu, ja tas ir atgūstams. Siltumenerģija, kas atgūta sistēmā, nav siltumenerģijas zudums, bet ir siltumenerģijas ieguvums.

Solārā enerģija – enerģija, ko iegūst no saules un pārveido izmantojamā enerģijas veidā, lietojot fotogalvaniskos elementus, lai iegūtu elektrību.

Solārais siltums – siltuma enerģija, ko iegūst no saules, izmantojot saules kolektorus.

Vēja enerģija – enerģija, ko iegūst no vēja un pārveido izmantojamā enerģijas veidā, piemēram, lietojot vēja ģeneratorus, lai iegūtu elektrību, vai dzirnavas, lai iegūtu mehānisko enerģiju.

Zemas enerģijas patēriņa ēka – ēka, kuras apkurei nepieciešamais enerģijas patēriņš ir zemāks par kādu noteikto vērtību.

2. Projekta dalībvalstis

2.1. Latvija

Dzīvojamo ēku kopuma apraksts

Dzīvojamās ēkas Latvijā ir viens no būtiskākajiem siltumenerģijas patērētājiem apkures sezonā. 2008. gadā mājokļu vajadzībām Latvijā patērēti 74 % no visas saražotās siltumenerģijas.

Latvijā vairums dzīvojamo ēku celtas no 1965. līdz 1990. gadam. Tajā laikā galvenokārt tika celtas tipveida ēkas. Vienas no izplatītākajām bija 103., 316. un 467. sērijas ēkas. Saskaņā ar padomju laika noteikumiem ēkas ārējās struktūras standarta siltumpretestība tika aprēķināta, pamatojoties uz klimatiskajiem apstākļiem un ēkas ārējās struktūras termisko inerci. Latvijas klimatiskajos apstākļos standarta īpatnējā siltumvadītspēja ārējām ķieģeļu sienām bija vidēji 1,33 W/m²K, ārējām uzpūsto mālu betona sienām – 1,18 W/m²K, kas ir vismaz trīs reizes lielāka, nekā norādīts pašreizējā Latvijas būvnormatīva (LBN) 002-01 standartā "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" [4]. Ēku ārējo struktūru uzstādīšanā bieži neievēroja pareizu darbību secību, un tehnika arī netika pienācīgi uzraudzīta. Visi šie faktori kopumā, īpaši ievērojot pašreizējās augstās enerģijas izmaksas, rada lielus ēku uzturēšanas izdevumus [10].

Katru gadu dzīvojamo ēku platība Latvijā turpina palielināties, piemēram, 2009. gadā tā bija 61,1 milj. m². 65 % ēku atrodas pilsētā, 35 % – laukos. Lielākā daļa dzīvojamo ēku (89 %) pieder privātpersonām, 11 % pieder valstij un pašvaldībām. Dzīvojamās ēkās Latvijā galvenokārt ir vienistabas un divistabu dzīvokļi.

Gada vidējais īpatnējais siltuma patēriņš telpu apkurei dzīvojamās ēkās Latvijā ir 104,39 kWh/m², savukārt karstā ūdens padevei – 73,30 kWh/m² [1].

Centralizētā siltumapgādes sistēma ir galvenais apkures nodrošinātājs Latvijā. Aptuveni 65 % mājokļu ir pieslēgti centralizētajai siltumapgādes sistēmai.

Klimata raksturojums

Latvijas klimatam raksturīga mērena gaisa temperatūra ar augstu relatīvo mitrumu visu gadu. Visa Latvijas teritorija atrodas aukstajā klimatiskajā zonā, tādēļ energoefektivitātes uzlabošanas pasākumi ir ļoti svarīgi, jo, realizējot šos pasākumus, ir iespējams ietaupīt būtisku enerģijas daudzumu.

2.1. tabula. Mēneša vidējie klimatiskie apstākļi Latvijā saskaņā ar LBN 003-01 "Būvklimateoloģija" [3]

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vidējā temperatūra (°C)	-4,7	-4,3	-0,6	+5,1	+11,4	+15,4	+16,9	+16,2	+11,9	+7,2	+2,1	-2,3
Vidējais relatīvais mitrums (%)	85	82	79	73	69	72	76	78	81	83	86	86
Vidējais vēja ātrums (m/s)	4,9	4,4	4,5	4,2	3,9	3,9	3,6	3,7	4,3	4,8	5,2	5,1

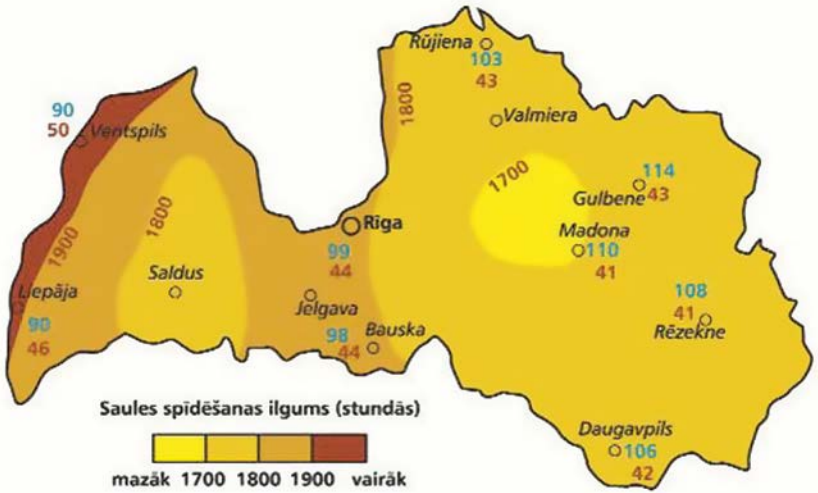
Saskaņā ar gaisa temperatūru grāddienu skaits Latvijā ir relatīvi augsts, un tikai Liepājas reģionā tas ir mazāks par 4000. Tomēr jāņem vērā, ka šim reģionam raksturīgs stiprs vējš un spēcīgas lietusgāzes. Pārējā Latvijas teritorijā grāddienu skaits ir ~4000. Piemēram, grāddienu skaits Alūksnes reģionā pārsniedz 4750.

Minimālās āra gaisa temperatūras pārmaiņas no -25 °C līdz -30 °C ziemas laikā ir 10 stundu garas, tās ir reģistrētas 10 gadu monitoringa periodā.

Globālais infrasarkanais saules starojums Latvijā mainās atkarībā no gadalaika. No maija līdz septembrim saule Latvijā nodrošina 700–740 kW/m², no oktobra līdz aprīlim – 200–240 kW/m², bet no novembra līdz februārim – 40–50 kW/m² [3]. 2.2. tabulā un 2.1. attēlā redzams vidējais saulaino stundu skaits mēnesī un gadā.

2.2. tabula. Vidējais saulaino stundu skaits mēnesī

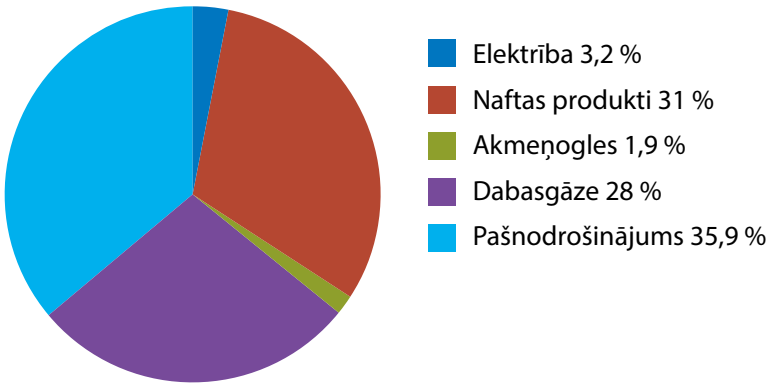
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Kopējais
Vidējais saulaino stundu skaits	36	65	133	237	280	296	296	246	186	91	31	24	1922



2.1. attēls. Saulaino stundu skaits gadā (avots: Latvijas ģeogrāfijas atlants) [13]

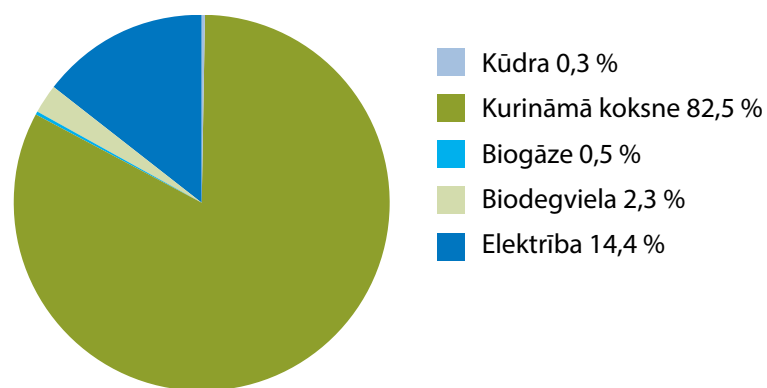
Ēku energoapgāde

Patlaban Latvijā uz vietas tiek saražoti tikai 35,9 % no nepieciešamās enerģijas. Tas nozīmē, ka Latvija ir ļoti atkarīga no importētajiem energoresursiem. Cietais kurināmais, naftas produkti un elektrība tiek importēti no vairākām valstīm un piegādes reģioniem, bet dabasgāzei ir tikai viens piegādātājs – Krievija. Kopējais primārās enerģijas patēriņš 2009. gadā bija 183,3 PJ, kas ir par 11,9 % lielāks nekā 2000. gadā. Galapatēriņš bija 166,8 PJ, kas ir par 19,6 % lielāks nekā 2000. gadā. Primāro energoavotu dalījums 2011. gadā atainots 2.2. attēlā [10].



2.2. attēls. Primārās enerģijas resursu plūsma Latvijā (avots: Latvijas enerģētika skaitļos, 2011)

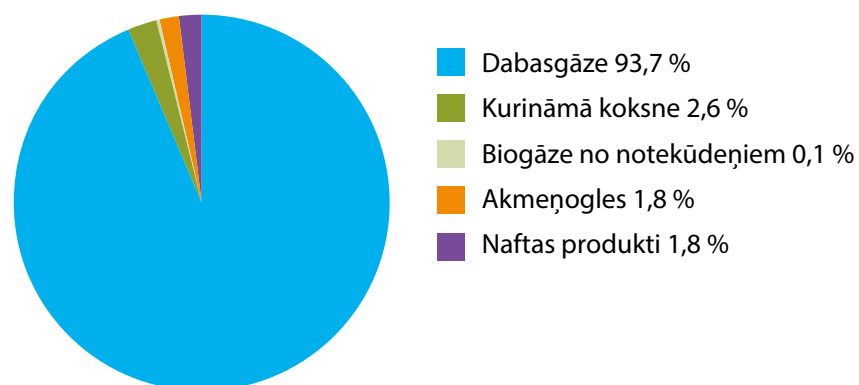
Nozīmīgākie izmantotie vietējie energoresursi ir kurināmā koksne un hidroenerģija (Daugavas HES kaskāde). Primārās enerģijas resursu ieguves sadalījums Latvijā redzams 2.3. attēlā.



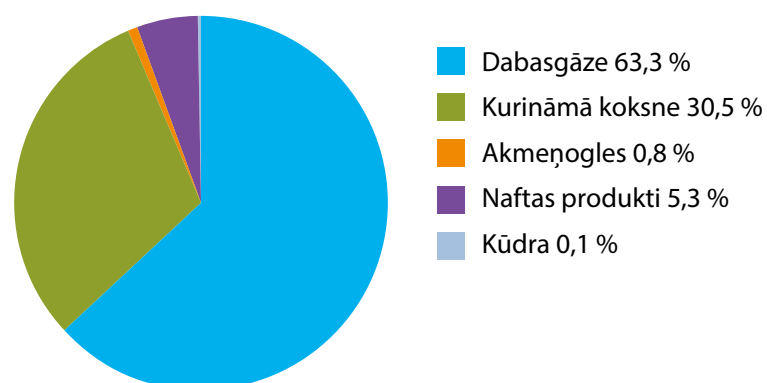
2.3. attēls. Primārās enerģijas resursu ieguve Latvijā (avots: Latvijas Republikas Centrālās statistikas pārvaldes dati) [10]

Latvijā tika izvirzīts mērķis – līdz 2010. gadam nodrošināt ne mazāk kā 49,3 % no kopējā enerģijas pieprasījuma, izmantojot atjaunīgos enerģijas resursus. 2010. gada beigās šis rādītājs bija sasniedzis gandrīz 48,5 %. Pamatojoties uz Latvijas Republikas Ekonomikas ministrijas nostāju, ir izvirzīts mērķis līdz 2020. gadam 60 % no kopējā enerģijas pieprasījuma nodrošināt, izmantojot atjaunīgos enerģijas resursus. Latvijas galvenais atjaunīgās enerģijas resurss ir hidroenerģija, un tā ir atkarīga no meteoroloģiskajiem apstākļiem un ūdens plūsmas upēs, tāpēc saražotās elektroenerģijas daudzums ir mainīgs atkarībā no šiem faktoriem.

Siltums tiek radīts katlumājās vai koģenerācijas stacijās. No 2007. līdz 2011. gadam katlumāju skaits ir samazinājies no 705 līdz 663, savukārt tajā pašā laikā koģenerācijas staciju skaits ir palielinājies no 43 līdz 83. Arī kopējais katlumājās saražotās siltumenerģijas daudzums ir samazinājies no 3792 līdz 3210 MWh, bet koģenerācijas stacijās saražotais apjoms ir palielinājies no 593 līdz 2904 MWh. Tas liecina par centralizētās siltumapgādes sistēmas modernizāciju un katlumāju aizstāšanu ar koģenerācijas stacijām. 2.4. un 2.5. attēlā redzams energoavotu izmantojums katlumājās un koģenerācijas stacijās.



2.4. attēls. Centrālās siltumapgādes struktūra koģenerācijas stacijās 2009. gadā (%)



2.5. attēls. Centrālās siltumapgādes struktūra katlumājās 2009. gadā (%)

2.2. Igaunija

Dzīvojamo ēku kopuma apraksts

Dzīvojamās ēkas Igaunijā ir viens no būtiskākajiem siltumenerģijas patērētājiem apkures sezonā. Mājokļu vajadzībām Igaunijā tiek patērēti 70 % no visas saražotās siltumenerģijas.

Igaunijā vairums dzīvojamo ēku celtas no 1960. līdz 1990. gadam. Tajā laikā galvenokārt tika celtas tipveida ēkas. Vienas no izplatītākajām ir ķieģeļu un paneļu mājas. Saskaņā ar padomju laika noteikumiem ēkas ārējās struktūras standarta siltumpretestība tika aprēķināta, pamatojoties uz klimatiskajiem apstākļiem un ēkas ārējās struktūras termisko inerci. Igaunijas klimatiskajos apstākļos standarta īpatnējā siltumvadītspēja ārējām ķieģeļu sienām bija vidēji 1,33 W/m²K, ārējām uzpūsto mālu betona sienām – 1,18 W/m²K, kas ir vismaz trīs reizes mazāka, nekā noteikts pašreizējā Igaunijas būvnormatīvu standartā. Ēku ārējo struktūru uzstādīšanā bieži neievēroja pareizu darbību secību, kā arī netika pienācīgi uzraudzīta tehnika. Visi šie faktori kopumā, īpaši ievērojot pašreizējās augstās enerģijas izmaksas, rada lielus ēku uzturēšanas izdevumus.

Dzīvojamo ēku platība Igaunijā ir 39,4 milj. m², 70 % ēku atrodas pilsētā, 30 % – laukos. Lielākā daļa dzīvojamo ēku (96 %) pieder privātpersonām.

Gada vidējais īpatnējais siltuma patēriņš telpu apkurei Igaunijas dzīvojamās ēkās ir 153 kWh/m², karstā ūdens padevei – 42 kWh/m².

Centralizētā siltumapgādes sistēma ir galvenais apkures nodrošinātājs Igaunijā. Aptuveni 60 % mājokļu ir pieslēgti centralizētajai siltumapgādes sistēmai [17].

Klimata raksturojums

Igaunijas klimatam raksturīga mērena gaisa temperatūra ar augstu relatīvo mitrumu visu gadu.

2.3. tabula. Mēneša vidējie klimatiskie apstākļi Tallinā (1971–2000) (avots: <http://emhi.ee/?ide=6,299,302>)

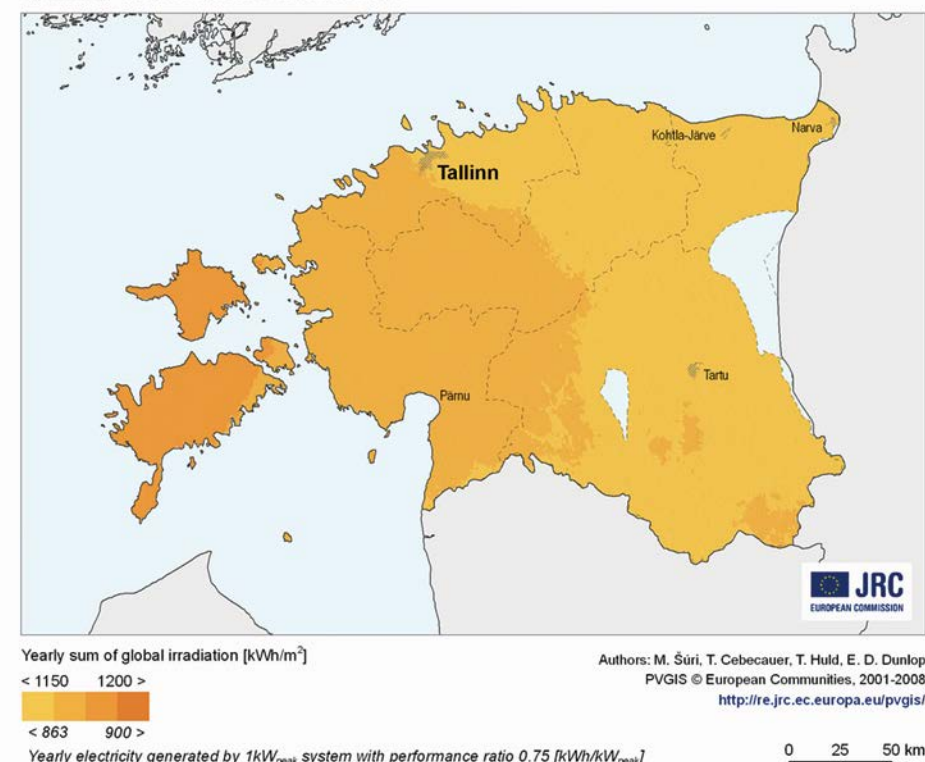
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vidējā temperatūra (°C)	-3,8	-4,6	-1,3	+3,8	+9,8	+14,3	+16,6	+15,6	+10,7	+6,1	+1,1	-2,1
Vidējais relatīvais mitrums (%)	87	85	81	75	69	73	77	80	83	84	87	88

Saskaņā ar gaisa temperatūru grāddienu skaitu 2011. gadā apkure Tallinā bija nepieciešama 3801 dienu. Piemēram, dienu skaits, kad vajadzīga apkure Jēhvi, 2011. gadā bija 4084.

Visa Igaunijas teritorija atrodas aukstajā klimatiskajā zonā, tādēļ energoefektivitātes uzlabošanas pasākumi ir ļoti svarīgi, jo, realizējot šos pasākumus, ir iespējams ietaupīt būtisku enerģijas daudzumu.

Global irradiation and solar electricity potential Optimally-inclined photovoltaic modules

Estonia



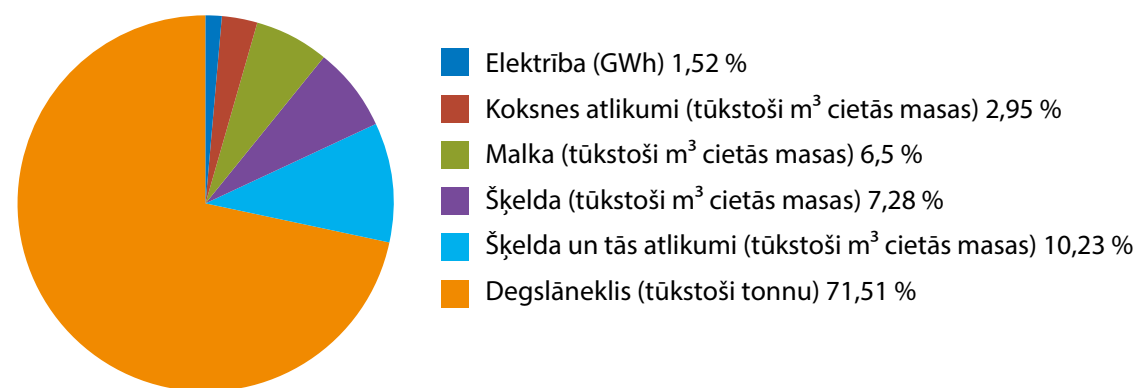
2.6. attēls. Apstarojums un saules elektroenerģija Igaunijā [12]

2.4. tabula. Vidējais saulaino stundu skaits mēnesī (2011)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Kopējais
Vidējais saulaino stundu skaits	13	124	192	241	299	344	286	274	141	119	40	23	2099

Ēku energoapgāde

Šobrīd Igaunijā uz vietas tiek saražota visa nepieciešamā enerģija. Primāro energoavotu sadalījums 2011. gadā atspoguļots 2.7. attēlā.



2.7. attēls. Primārās enerģijas resursu plūsma Igaunijā [17]

2.3. SOMIJA

Dzīvojamo ēku kopuma apskats

Somijā viens no būtiskākajiem siltumenerģijas patērētājiem ir dzīvojamās ēkas. 2011. gadā mājtsaimniecību apkure Somijā veidoja 24 % no kopējā galapatēriņa, tādējādi tas bija otrs lielākais enerģijas patērētājs pēc rūpniecības nozares.

2011. gada beigās kopējais ēku skaits Somijā bija 1 459 705, aptuveni 85 % no tām – dzīvojamās ēkas. Kopš 2010. gada dzīvojamo ēku skaits palielinājies par 13 600 ēkām. Salīdzinot ar 1990. gadu, dzīvojamo ēku skaits palielinājies par 297 000, kas ir 26 % no kopējā ēku skaita. Pirms 1921. gada būvēto ēku skaits ir apmēram 77 000, kas ir aptuveni 5 % no kopējā ēku skaita. Vienģimenes mājas veido apmēram 3/4 no visa dzīvojamo māju skaita. Savrupmāju un daudzdzīvokļu māju ir mazāk nekā 10 % no kopējā skaita, bet tās aizņem apmēram 1/3 dzīvojamo ēku platības.

No kopējā dzīvojamo ēku skaita 95 % ir vienkārtā vai divkārtā ēkas (67 % ir vienkārtā ēkas). Šajās nelielajās ēkās izmīnāti 69 % no visiem iedzīvotājiem jeb 3,6 miljoni. Četrus un vairākstāvu daudzdzīvokļu māju skaits ir 26 000, tās pāņemti sniedz 1 107 000 iedzīvotāju. Reti ir ēkas ar desmit vai vairāk stāviem.

Augstākais energopatēriņš ir ēkām, kas celtas laikā no 1950. līdz 1980. gadam. To fasādēm izmantoti saliekamo māju elementi. Vairumam šī perioda ēku, ieskaitot arī dzīvojamās ēkas, ir plakani jumti.

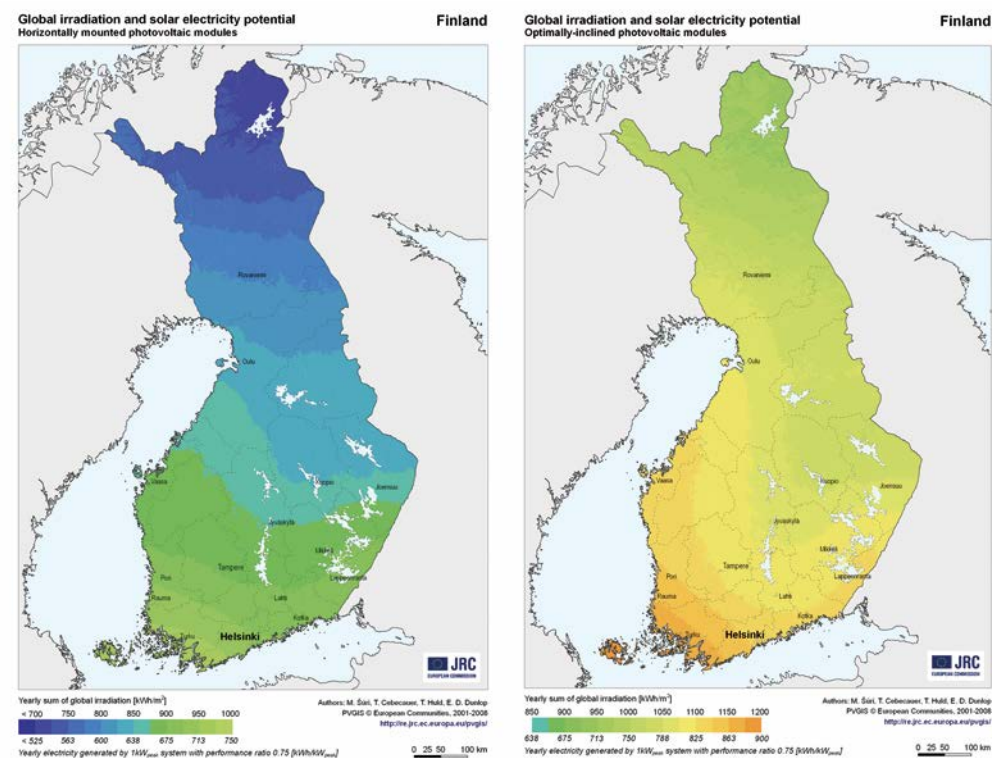
Kopš 2013. gada būvnormatīvos ēku indekss (m²K/W) tika nomainīts uz energoefektivitātes koeficientu, tādējādi mudinot izmantot tāda veida enerģiju, kas rada mazāku CO₂ emisiju.

2011. gadā vidējais īpatnējais siltuma patēriņš ēkām, kas pieslēgtas centralizētajai apkures sistēmai, kā arī telpām un mājtsaimniecībām karstā ūdens padeve sasniedza 39 kWh/m³, kas ir apmēram 120 kWh/m². Ir pieņemts, ka viena trešdaļa šī daudzuma tiek izlietota, mājtsaimniecībām nodrošinot karsto ūdeni, bet pārējās divas trešdaļas – telpu apsildei. Kopā Somijā (2011. gadā) centralizētā siltumapgāde tika nodrošināta 46 % ēku, bet pilsētās – ap 90 % no kopējā ēku skaita.

Klimata raksturojums

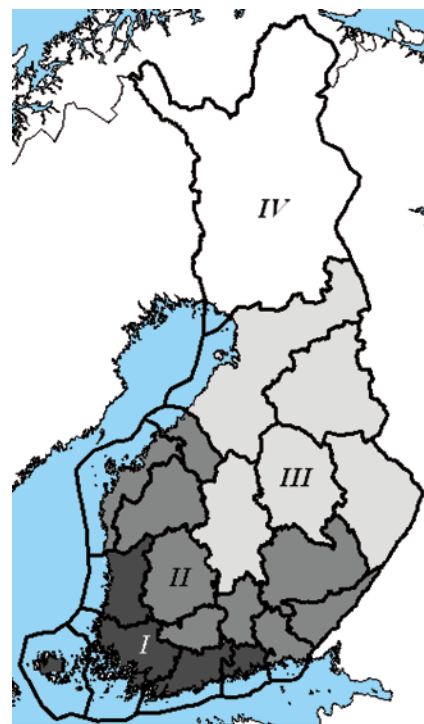
Saskaņā ar gaisa temperatūru grāddienu skaits Somijā svārstās starp 4250 dienām Helsinkos un 6240 Sodankilē, ja aprēķinam izmanto 17,5 °C temperatūru. Lielais augstums virs jūras līmeņa un izteiktās ģeogrāfiskās atšķirības rada augstas prasības siltumapgādes sistēmas uzticamībai un izmaksām. Helsinkos siltumapgādes sistēma ir konstruēta atbilstoši -25 °C temperatūrai, savukārt Lapzemē – atbilstoši -35 °C temperatūrai.

Globālā infrasarkanā saules radiācija Somijas reģionos mainās atkarībā no gadalaika, vidējie rādītāji atspoguļoti 2.8. attēlā.



2.8. attēls. Saules radiācija Somijā [12]

Somijas piekrastes zonas ir diezgan vējainas, tas palielina aukstuma izjūtu ziemā. Arī nokrišņu daudzums vējainajos apgabalos rada papildu problēmas ēku fasādēm (tā dēvētais horizontālais lietus). Lai gan Somijas centrālajā un austrumu daļā ir daudz ezeru, klimats šajos reģionos ir galvenokārt kontinentāls.



2.9. attēls. Laikapstākļu zonas Somijā (avots: Vides ministrija, Somijas Nacionālie būvnormatīvi, D5) [28]

2.5. tabula. Laikapstākļu zonu zemākās un vidējās temperatūras aprēķins

Laikapstākļu zona	Zemākā āra temperatūra, °C	Gada vidējā āra temperatūra, °C	Apkures sezonas vidējā āra temperatūra, °C
I	-26	+5	+1
II	-29	+4	0
III	-32	+2	-1
IV	-38	0	-5

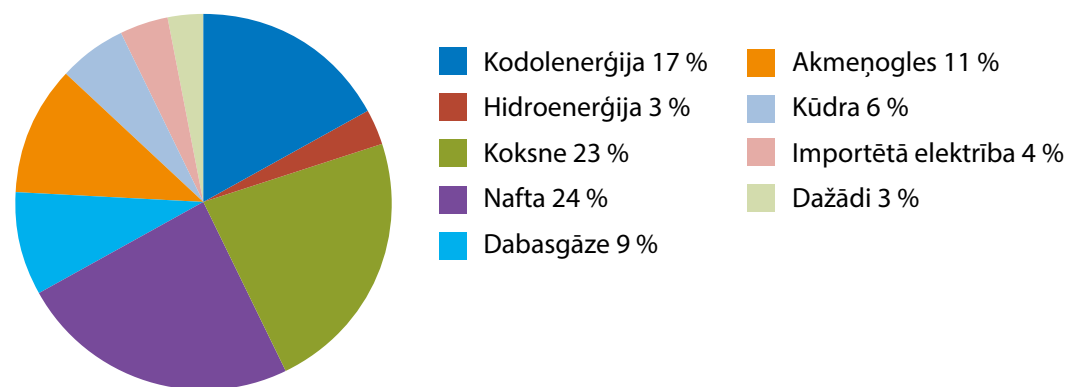
2.6. tabula. Mēneša laikapstākļu dati pirmajā laikapstākļu zonā, Helsinki–Vantā (1997)

(avots: Vides ministrija, Somijas Nacionālie būvnormatīvi, D5)

Mēnesis	Vidējā āra temperatūra, T_u °C	Kopējā saules radiācija uz horizontālas virsmas, $G_{sr,horizontāla}$, kWh/m ²	Grāddienu skaits parastiem aprēķiniem, S17, Kd
Janvāris	-8,53	7,1	791
Februāris	-9,75	27,9	749
Marts	-1,68	55,2	579
Aprīlis	+1,80	103,7	456
Maijs	+10,8	167,8	160
Jūnijs	+16,0	195,2	0
Jūlijs	+14,7	131,7	0
Augusts	+16,0	130,6	0
Septembris	+9,69	72,1	193
Oktobris	+3,95	33,2	405
Novembris	+1,42	6,9	468
Decembris	-3,85	4,7	646
Kopējais gadā	4,29	936	4447

Ēku energoapgāde

2011. gadā Somijā uz vietas tika saražoti 32–35 % nepieciešamās enerģijas. Tādējādi arī Somija ir viena no tām valstīm, kas ir ļoti atkarīga no importētajiem energoresursiem. Cietais kurināmais, naftas produkti un elektrība tiek importēta no vairākām valstīm un piegādes reģioniem, bet dabasgāzei ir tikai viens piegādātājs – Krievija. 2011. gadā kopējais primārās enerģijas patēriņš bija 1388 PJ, kas ir par 5 % mazāks nekā 2010. gadā. Galapatēriņš bija apmēram 1170 PJ, kas ir par aptuveni 6 % lielāks nekā 2000. gadā. Primāro energoavotu dalījums 2011. gadā atspoguļots 2.10. attēlā [8].

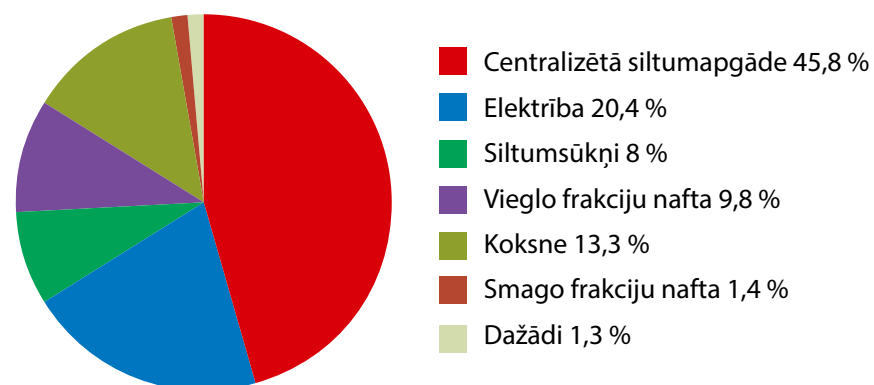


2.10. attēls. Primārās enerģijas plūsma Somijā (avots: Tilastokeskus, 2010)

Vislielāko enerģijas plūsmu vēl joprojām veido fosilie kurināmie (40 %), kodolenerģija – 17 %, bet atjaunīgie enerģijas resursi (koksne, ūdens, vējš un saule) – 28 %.

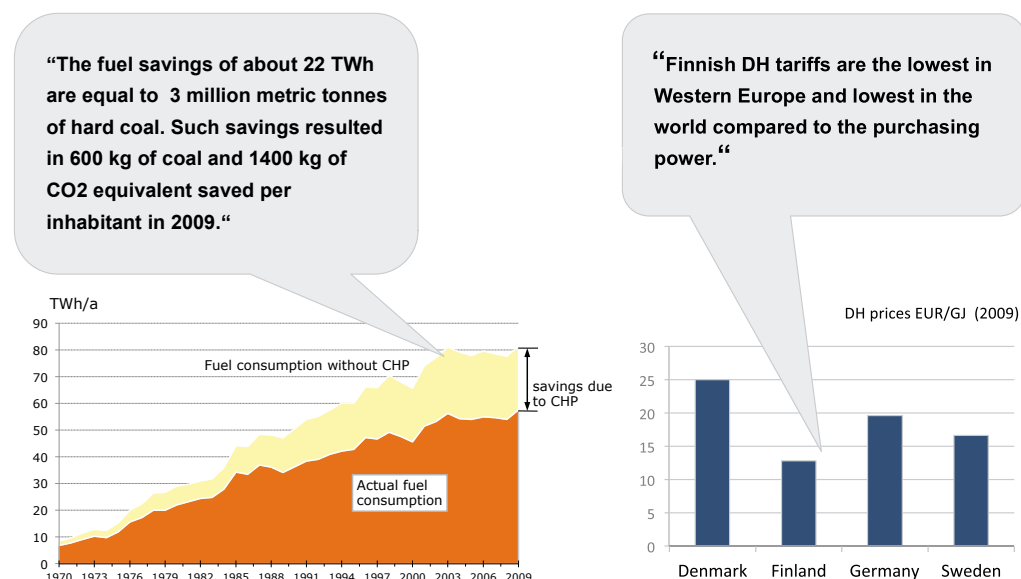
Somija ir izvirzījusi mērķi – līdz 2020. gadam ne mazāk kā 39 % no kopējā enerģijas pieprasījuma nodrošināt, izmantojot atjaunīgos enerģijas resursus. Saskaņā ar Somijas Nodarbinātības un ekonomikas ministrijas datiem 2011. gada beigās šis rādītājs bija sasniedzis gandrīz 30 %. Somijas galvenais atjaunīgās enerģijas avots ir hidroenerģija, rūpniecības atkritumi un koksne, bet ļoti maz tiek izmantots vējš un saule.

Svarīgi pieminēt, ka vēl arvien 20,4 % Somijas ēku izmanto elektroapsildi. Lai gan noteikts procents šo ēku izmanto tikai tiešo elektroenerģiju (radiatorus), daudzās vienģimenes mājās, kas celtas no 1950. līdz 1970. gadam, ir elektriski darbināma, uz ūdens bazēta apkures sistēma.

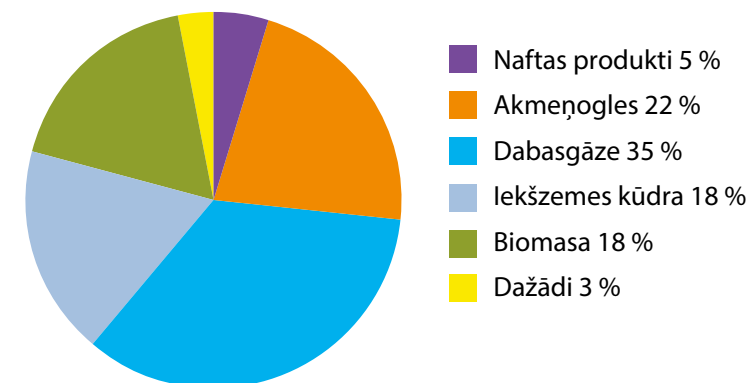


2.11. attēls. Siltumapgādes sistēmas tirgus daļa mājokļos un komerciālajās ēkās (avots: Tilastokeskus, 2010) [8]

Centralizēto siltumapgādi nodrošina siltumstacijas un koģenerācijas stacijas, siltumu iegūstot no rūpniecības atkritumiem. 3/4 no šī siltuma tiek radīts koģenerācijas stacijās, 1/4 – siltumstacijās un citos siltumavotos. 2011. gadā centralizētajai siltumapgādei kopumā tika saražots siltums 34 TWh (122 PJ), un siltums tika piegādāts 2,7 miljoniem iedzīvotāju, t. i., apmēram 50 % Somijas iedzīvotāju. Centralizētajā siltumapgādē tika pārdoti 32,4 TWh par vidējo cenu 65 €/MWh, ieskaitot visus nodokļus.



2.12. attēls. Somijas centralizētās siltumapgādes koģenerācijas staciju panākumi kurināmā taupīšanas, emisijas un cenu samazināšanas jomā (avots: www.energia.fi) [11]



2.13. attēls. Centralizētajā siltumapgādē izmantotie kurināmie (2010. gads) (avots: www.energia.fi) [5]

2.4. ZVIEDRIJA

Klimata raksturojums

Zviedrijas klimatu var iedalīt trīs atsevišķās zonās: Ziemeļzviedrija, Viduszviedrija un Dienvidzviedrija. Dienviddaļā ir silts, mitrs klimats, turpretim vidus un ziemeļu reģionos ir mitrs, sniegots klimats. Jūlijs ir siltākais gada mēnesis Zviedrijā, tad vidējā temperatūra ir no +13 līdz +17 °C, savukārt februāris ir aukstākais mēnesis, tad vidējā temperatūra ir no -3 °C līdz -22 °C, sasniedzot pat -30 °C Ziemeļzviedrijā [22].

2.7. tabula. Vidējā mēneša gaisa temperatūra Stokholmā (1961–1990) [32]

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Gadā
-2,8	-3,0	+0,1	+4,6	+10,7	+15,6	+17,2	+16,2	+11,9	+7,5	+2,6	-1,0	+6,6

Relatīvais mitrums gadā ir vidēji 77,8 %, un katru mēnesi tas mainās – no 65 % maijā līdz 88 % novembrī [21]. Saulaino stundu skaits mainās no 0,8 stundām dienā decembrī līdz 10,6 stundām dienā jūnijā [21]. Ziemeļzviedrijā daļu no vasaras ir pastāvīga dienasgaismā, turpretim Dienvidzviedrijā nekad nav nepārtrauktas dienasgaismas. Šie laikapstākļi būtiski ietekmē Zviedrijas energoapgādi un energopatēriņu, jo īpaši apkures vajadzībām.

2.8. tabula. Vidējais saulaino stundu skaits mēnesī (2006) [15]

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Kopējais
Jenšēpinga (dienvidi)	32	61	106	157	220	228	214	197	132	80	42	29	1498
Gēteborga (dienvidrietumi)	40	71	126	182	241	266	243	220	143	94	58	38	1722
Estešunda (vidusdaļa)	26	74	131	169	233	246	228	187	115	72	38	17	1536
Stokholma	40	72	135	185	276	292	260	221	154	99	54	33	1821
Haparanda (ziemeļi)	19	69	136	194	269	315	304	213	131	82	34	5	1771

Dzīvojamo ēku kopuma apraksts

Zviedrijā ir aptuveni 9,5 miljoni iedzīvotāju [19], un vairāk nekā 1,9 miljoni dzīvokļu atrodas viendzīvokļa vai divdzīvokļu ēkās, 2,5 miljoni dzīvokļu atrodas daudzdzīvokļu ēkās [16]. Daudzdzīvokļu ēku vienību kopējā apdzīvojamā platība ir 166 miljoni m² [18]. Vairumā viengīmenes māju dzīvo to īpašnieki, turpretim liela daļa daudzdzīvokļu ēku dzīvokļu pieder īres nozarei. Viengīmenes mājās visizplatītākais primārā siltuma avots ir elektroapsilde – 29 % [9] (elektrokatli, elektroapsilde vai elektroapsildes elementi gāzģenerācijas katliem), naftu un gāzi izmanto 4 % viengīmenes māju. Daudzās ēkās tiek izmantoti vairāki siltuma avoti [9]. 2010. gadā zemes enerģija tika izmantota 11,2 % no visiem jaunuzceltajiem dzīvokļiem, savrupmājās – tikai 1 % [30].

Energotaupības potenciāls

No 1965. līdz 1974. gadam vadošā Zviedrijas Sociāldemokrātiskā partija ieviesa Miljons māju programmu ar mērķi uzcelt miljons jaunu dzīvokļu 10 gados. Tajā pašā laikā tika nojaukta liela daļa novecojušo mājokļu [31]. Daudz viengīmenes māju, kurās izmanto elektroapsildi, tika uzceltas no 1965. līdz 1980. gadam. 20. gs. 80. gados sākās Miljons māju programmas uzlabošana, lai pārveidotu ēku ārvīdi un renovētu programmā iekļautos dzīvokļus [29].

2009. gadā tika apstiprināti Vienotās klimata un enerģētikas politikas mērķi, kas pamatoti ar ES "20-20-20". Saskaņā ar šo politiku līdz 2020. gadam Zviedrijas atjaunīgās enerģijas daļai no kopējās saražotās enerģijas vajadzētu būt 49 %. Zviedrija ir izvirzījusi mērķi – vismaz 50 % no kopējā energopatēriņa,

savukārt CO₂ emisiju jāsamazina par 40 % līdz 2020. gadam, salīdzinot ar 1990. gadu [25]. Zviedrijas mērķis ir panākt, ka līdz 2050. gadam tai atmosfērā nebūtu CO₂ emisijas. Šī mērķa sasniegšanu veicinās oglekļa nodoklis, konsultācijas par enerģētikas jautājumiem, energoaudits un energomarķējumi [14].

2011. gada maijā stājās spēkā atjaunotie apbūves noteikumi par energotaupību BBR18. Noteikumi tika mainīti saskaņā ar jauno Plānošanas un būvniecības aktu (PBL) un Plānošanas un būvniecības dekrētu (PBF). Tika paaugstinātas prasības jaunbūvē un nedzīvojamām telpām, kurām ir citi siltuma avoti, izņemot elektrību. Noteikumos visa nodaļa par ēku energoefektivitāti tika pārskatīta un papildināta ar apakšnodaļām par ēku energoefektivitātes klasēm un enerģijas prasībām ēku renovācijas laikā. Tajā ir noteikumi par ēkas enerģijas izmantošanas tehnisko sniegumu, kā arī vispārēji ieteikumi par energoefektivitātes pasākumiem, veicot ēku renovāciju [2].

Ēku energoapgāde

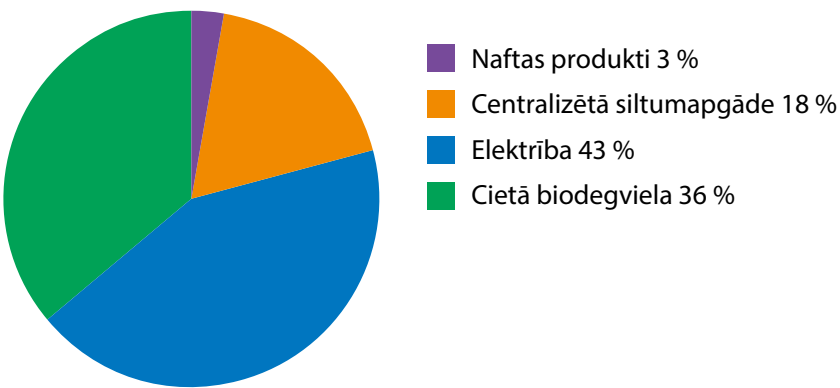
Zviedrijā primārās enerģijas patēriņš uz vienu cilvēku 1990. gadā bija par 45 % lielāks nekā vidēji ES [27]. 2010. gadā mājokļu vajadzībām tika izmantoti 40 % (166 TWh) no valsts kopējā energopatēriņa, 60 % enerģijas patērēja apkurei un karstā ūdens padevei [26]. Līdz 2010. gadam 45 % viendzīvokļa un divdzīvokļu ēkās tika uzstādīti siltumsūkņi. 2011. gadā 95 % no 713 000 siltumsūkņiem atradās viendzīvokļa un divdzīvokļu ēkās. Visizplatītākie bija ģeotermālie un ūdenssūkņi.

2.9. tabula. Energopatēriņš dzīvojamo māju un pakalpojumu nozarē (1970–2010), TWh [24]

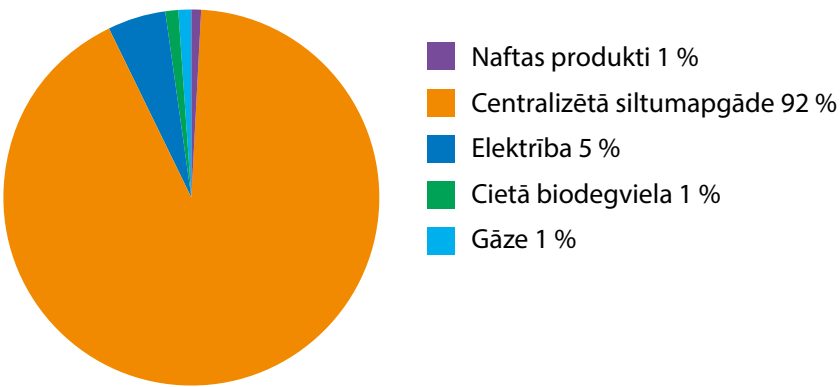
Gads	Naftas produkti	Elektroenerģija	Centralizēta siltumapgāde	Biokurināmais, kūdra	Citi kurināmie	Kopējais
2003	24,4	72,1	42,1	12,8	2,2	153,7
2005	18,0	72,3	42,5	13,5	2,2	148,5
2008	13,8	69,5	42,5	14,3	1,7	141,9
2009	13,2	71,2	42,8	16,2	2,1	145,5
2010	14,5	76,8	53,4	19,5	2,3	166,5

2011. gadā kopējā enerģija, kas tika izmantota apkurei un karstā ūdens padevei mājokļos un nedzīvojamās telpās, sasniedza 76,5 TWh. Viendzīvokļa un divdzīvokļu ēkās tika patērēts visvairāk enerģijas – 33,6 TWh. Daudzdzīvokļu ēkās iztērēti 22,9 TWh, nedzīvojamās telpās 19,9 TWh. Centralizētā apkures sistēma bija viens no izplatītākajiem daudzdzīvokļu ēku un nedzīvojamo telpu apsildes veidiem, turpretim viendzīvokļa un divdzīvokļu ēkas visbiežāk apsildīja ar elektrību vai cieto biokurināmo. Pašlaik naftas un siltā ūdens izmantošana apsildīšanā turpina samazināties. Nafta un siltais ūdens veido tikai 1 % no enerģijas daudzuma, ko piegādā daudzdzīvokļu ēkām un nedzīvojamām telpām, kā arī tikai apmēram 3 % no kopējā patērētā enerģijas daudzuma viendzīvokļa un divdzīvokļu ēkām (2.14. attēls). Viendzīvokļa un divdzīvokļu ēkās apsildei un siltajam ūdenim vidēji tiek iztērēti 117 kWh/m², daudzdzīvokļu mājās – 140 kWh/m², savukārt nedzīvojamās telpās – 130 kWh/m² [7].

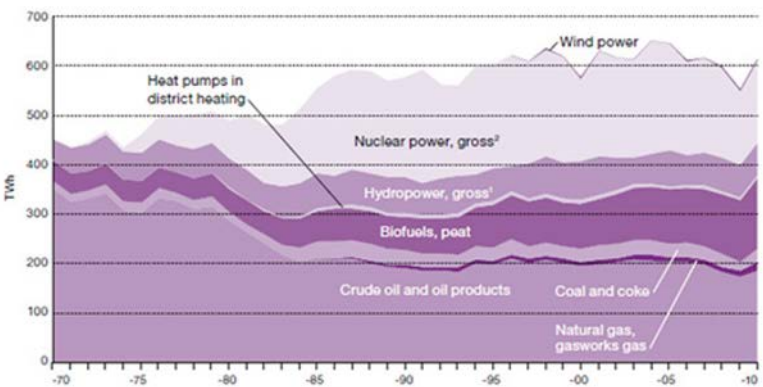
Viendzīvokļa un divdzīvokļu ēkās



Nedzīvojamās telpās 2011. gadā



2.14. attēls. Apkures un siltā ūdens sagatavošanas enerģijas avoti [7]



2.15. attēls. Kopējā energoapgāde Zviedrijā, izņemot neto elektrības eksportu (1970–2010), TWh [25]

Kopš 1970. gada valsts energoapgādē notikušas ļoti nozīmīgas pārmaiņas. Attīstoties kodolenerģijai un hidroenerģijai, elektroenerģijas ražošana palielinājusies par 131 % (2.15. attēls). 20. gs. 80. gados publiskie enerģētikas uzņēmumi uztādīja lielus siltumsūkņus, lai radītu centralizētu siltumapgādi, arī pilsētās sāka izmantot dabasgāzi, un 90. gados sākās vēja elektrostaciju būvniecība. Centralizētajā siltumapgādē izmantotais kurināmais sasniedza 68 TWh, no tiem lielāko daļu jeb 47 TWh veidoja kūdra un atkritumi.

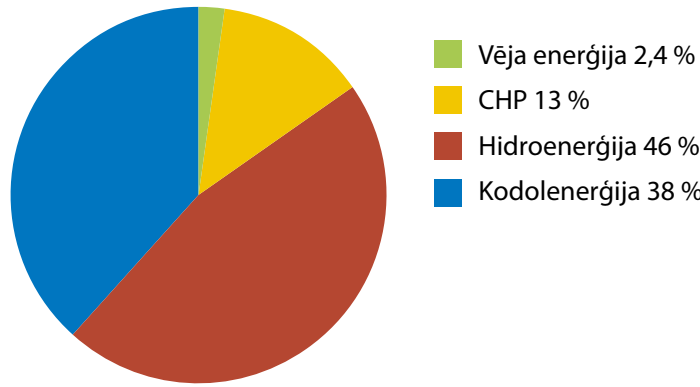
Būtiskas pārmaiņas energoavotu sadalījumā Zviedrijā notika no 1977. līdz 2010. gadam, kad naftas izmantošana tika samazināta no 71 % līdz 25 % un palielināta kodolenerģijas izmantošana no 1 % līdz vairāk nekā 35 % (2.15. attēls) [20]. Kopš 1970. gada ir notikusi pāreja no naftas izmantošanas uz atjaunīgajiem enerģijas resursiem, to ietekmējušas atkritumu zemās izmaksas un ierobežotā atkritumu likvidēšana pildizgāztuvēs, kā arī sēra un oglekļa dioksīda nodokļi [6]. Elektroenerģijas ražošanā Zviedrijā

dominē hidroenerģija un kodolenerģija bez CO₂ emisijas. Vēja enerģijas attīstības temps pēdējos gados ir palielinājies, sasniedzot 2,5 % no Zviedrijas kopējās elektroenerģijas ražošanas. Termoenerģija, kas saražota ar biomasas kurināmo, 2010. gadā veidoja 9 %, bet fosilais kurināmais – aptuveni 5 % no kopējās saražotās elektroenerģijas. Zviedrijas vietējais saražotās elektroenerģijas daudzums 2010. gadā sasniedza 145,0 TWh (133,7 TWh 2009. gadā) – tāpat vairāk par 8 %, salīdzinot ar iepriekšējo gadu.

Pēdējos gados Zviedrijā īpaša uzmanība tiek pievērsta ēku ar ļoti mazu energopatēriņu būvniecībai – uzbūvēts vairāk nekā 100 savrupmāju un 3200 dzīvokļu, gandrīz 60 % no tiem pēdējos divos gados: Rietumzviedrijā 54 %, Smolandē 18 %, Stokholmas lielpilsētas reģionā 11 % un Dienvidzviedrijā 9 %. Pamatojoties uz “Jaunās vides programmu 2012–2015”, tika nolemts pārveidot veco industriālo rajonu par videi draudzīgu rajonu. Pirmais šīs programmas projekts bija “Hammarby Sjöstad” – modeļa projekts pilsētas attīstībai, kas vērsts uz ilgtspējību un jaunāko vides tehnoloģijas risinājumu izmantošanu, tos integrējot rajonā. Modeļa projektu sāka attīstīt 1998. gadā, to plānots pabeigt 2017. gadā. Nākamais plāns ir jauna, ilgtspējīga pilsētas kvartāla – Stokholmas Karaliskās jūras ostas – būvniecība. Pilsētas Ziemeļaustrumu daļā 236 hektāri zemes tiks pilnībā pārveidoti, pārvēršot industriālo rajonu par videi draudzīgu rajonu ar 10 000 jaunām mājaimniecībām un darbavietām (celtniecības laiks 2009.–2025. gads).

2.10. tabula. Elektroenerģijas ražošana Zviedrijā (1970–2010), TWh [23]

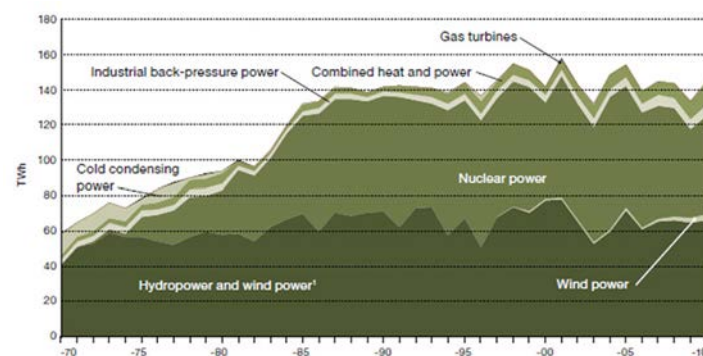
Gads	Hidro-enerģija un vēja enerģija	Vēja enerģija	Kodol-enerģija	Rūpnieciskā pret-spiešana enerģija	Koģenerācija	Aukstuma enerģija	Gāzes turbīnas	Kopējā neto produkcija
2003	53,0	0,6	65,5	4,7	7,9	0,5	0,1	132,3
2005	72,1	0,9	69,5	4,6	7,3	0,1	0,0	154,5
2008	66,3	2,0	61,3	6,1	8,0	0,1	0,0	143,8
2009	65,3	2,5	50,0	5,6	10,2	0,1	0,0	133,7
2010	66,2	3,5	55,6	6,3	12,8	0,4	0,0	144,8



2.16. attēls. Elektroenerģijas ražošana (2010)

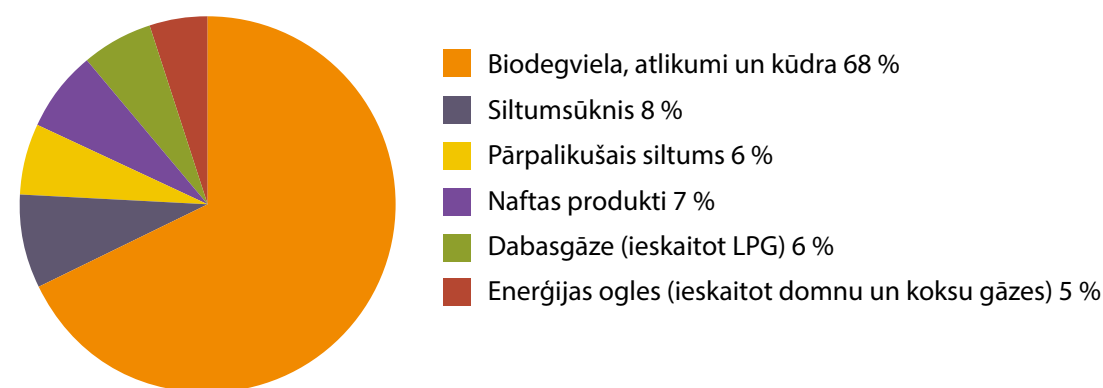
Zviedrijā elektroenerģijas ražošanā dominē kodolenerģija un hidroenerģija. 2010. gadā hidroenerģija veidoja 46 %, kodolenerģija 38 % un vēja enerģija 2,4 % no saražotās enerģijas (2.10. tabula, 2.16. attēls). 2010. gadā energopatēriņš Zviedrijā bija 146,8 TWh. Vairāk nekā 50 % jeb aptuveni 76,8 TWh tika izmantoti mājokļu apsildei un pakalpojumu sniegšanai [23].

2010. un 2011. gadā neparasti auksto ziemu dēļ ir palielinājies enerģijas patēriņš un pieprasījums pēc centralizētas siltumapgādes (2.17. attēls).



2.17. attēls. Energijas patēriņš centralizētajā siltumapgādē (1970–2010) [23]

2010. gadā centralizētajā siltumapgādē dominēja biokurināmais, atkritumi un kūdra, kam sekoja siltumsūkņi (2.18. attēls). Naftas īpatsvars ir palielinājies par 49 %, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, – no 2,4 TWh 2009. gadā līdz 4,9 TWh 2010. gadā [23].



2.18. attēls. Centralizētās siltumapgādes ražošana (2010) [23]

Centralizēta dzesēšana Zviedrijā galvenokārt tiek izmantota birojos, veikalos un rūpniecības uzņēmumos, dzīvojamās ēkās tā tiek izmantota ļoti reti. Visbiežāk lietotā metode centralizētās dzesēšanas ražošanai ir atkritumsiltuma vai ezera ūdens izmantošana [25].

Literatūra

- 1 Borodinecs, A., Dzelzītis, E., Kreslins, A. (2007). General requirements for the energy performance of buildings in Latvia. Proceeding of 9th REHVA World Congress "WellBeing Indoors - Clima 2007". Helsinki, Finland.
- 2 Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd (2011, October 2). Retrieved February 26, 2013, from BOVERKETS FÖRFATTNINGSSAMLING : <https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/BFS2011-26-BBR19.pdf>
- 3 Cabinet Regulation Nr. 376 (2001). Latvian Building Code "Building Climatology". Riga.
- 4 Cabinet Regulation Nr. 495 (2001). Latvian Building Code "Thermal performance of building envelope".
- 5 District heating year 2012 (2012, January 23). Retrieved February 26, 2013, from Finnish Energy Industries : <http://energia.fi/en/slides/energy-year-2012-district-heating>

- 6 Energimyndigheten (2010). Energy in Sweden– facts and figures 2010. Stockholm: CM Gruppen AB.
- 7 Energimyndigheten (2012). Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2011.
- 8 Energy supply and consumption (2013, January 22). Retrieved February 26, 2013, from Official Statistics of Finland: http://www.stat.fi/til/ehk/2012/03/ehk_2012_03_2013-01-22_tie_001_en.html
- 9 Hjortsberg, M. (2011). Description of the Swedish building stock using material from a Swedish Statistical Survey of 1800 buildings. Proceeding of SB11 Helsinki World Sustainable Building Conference (p. 12). Helsinki : Finnish Association of Civil engineers RIL and VTT Technical Research Centre of Finland.
- 10 Latvian Energy in Figures (2013, February). Retrieved February 26, 2013, from Central Statistical Bureau of Latvia: <http://data.csb.gov.lv/dialog/statfile16.asp>
- 11 Nuorkivi, A. (2012, August 8). Smart District Heating from Finland. Bratislava.
- 12 Photovoltaic Geographical Information System (February 10, 2012). Retrieved February 27, 2013, from European Commission: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eur_old.htm#FI
- 13 Shipkovs, P., Kashkarova, G., Lebedeva, K., Shipkovs, J. (2005). Perspectives for solar thermal energy in the baltic states. In D. Goswami (Ed.), Proceedings of the Solar World Congress 2005: Bringing Water to the World, Including Proceedings of 34th ASES Annual Conference and Proceedings of 30th National Passive Solar Conference 2. 2, pp. 1378-1383. Orlando: Curran Associates, Inc.
- 14 SIDA (2012). Advanced international training programme 2012. Retrieved February 26, 2013, from The Swedish International development cooperation Agency: [https://itp.sida.se/itp/Programcatalog.nsf/0/15F5DE4288730DE4C125780D00494087/\\$FILE/292_Efficient%20Energy%20Use%20and%20Planning%202012_web.pdf](https://itp.sida.se/itp/Programcatalog.nsf/0/15F5DE4288730DE4C125780D00494087/$FILE/292_Efficient%20Energy%20Use%20and%20Planning%202012_web.pdf)
- 15 SolarVenti (2012). Retrieved February 26, 2013, from Number of hours with sunshine per month: http://www.solarventi.com/generelt/SunModel_UK/vejir.htm
- 16 Statistic Sweden (2012). Statistic Sweden. Retrieved February 26, 2013, from Yearbook of Housing and Building Statistics 2012: www.scb.se/Pages/PublishingCalendarViewInfo___259924.aspx?PublObjId=16921
- 17 Statistics Estonia (2013). Retrieved February 26, 2013, from Statistics Estonia: <http://www.stat.ee/en>
- 18 Statistics Sweden (2011, March 24). Retrieved February 26, 2013, from Assessment of real estate 2010: http://www.scb.se/Pages/PressRelease___310663.aspx
- 19 Statistics Sweden (2012, February 20). Population statistics. Retrieved February 24, 2013, from http://www.scb.se/Pages/Product___25799.aspx
- 20 Svensk Energi (2012, September). http://www.svenskenergi.se/upload/Statistik/EI%C3%A5ret/ENG_Sv%20Energi_el%C3%A5ret2011.pdf
- 21 Sweden Climate (2012). Sweden Climate. Retrieved February 26, 2013, from <http://www.sweden.climateemps.com/>
- 22 Sweden Weather (2013). Retrieved February 26, 2013, from Sweden Climate: <http://www.sweden-weather.com/sweden-climate.html>
- 23 Swedish Energy Agency (2011). <http://www.energimyndigheten.se/Global/Engelska/Facts%20and%20figures/Energy%20in%20Sweden%20facts%20and%20figures%202011.pdf>. Retrieved from Energy in Sweden - facts and figures 2011.

- 24 Swedish Energy Agency and Statistics Sweden (n.d.). Retrieved February 2013, from <http://www.scb.se/>.
- 25 Swedish Energy Agency (2011, November Swedish Energy Agency). Statens energimyndighet ET 2011:43 November 2011. Sweden : CM Gruppen AB.
- 26 Swedish Energy Agency (2012). Energy Efficiency Policies and Measures in Sweden. Eskilstuna : ODYSSEE-MURE.
- 27 The Environmental Objectives Portal (2013, February 13). Miljömålen. Retrieved February 26, 2012, from The Environmental Objectives Portal: <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=46&pl=1>
- 28 The National Building Code of Finland (2007). D5 Calculation of power and energy needs for heating of buildings (in finish). Ministry of the Environment.
- 29 Turkington, R., van Kempen, R., Wassenberg, F. (2004). High-rise housing in Europe. Current trends and future prospects. Delft : Delft university press.
- 30 Wahlström, Å. (2011, May). A market overview of erected low-energy buildings in Sweden. REHVA Journal, 48(3), 47-52.
- 31 Wikipedia (2013, February 20). Retrieved February 26, 2013, from Million Programme: http://en.wikipedia.org/wiki/Million_ProgrammeP
- 32 <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/dataserier-med-normalv%C3%A4rden-1.7354>

3. Ēku energoefektivitātes raksturojums

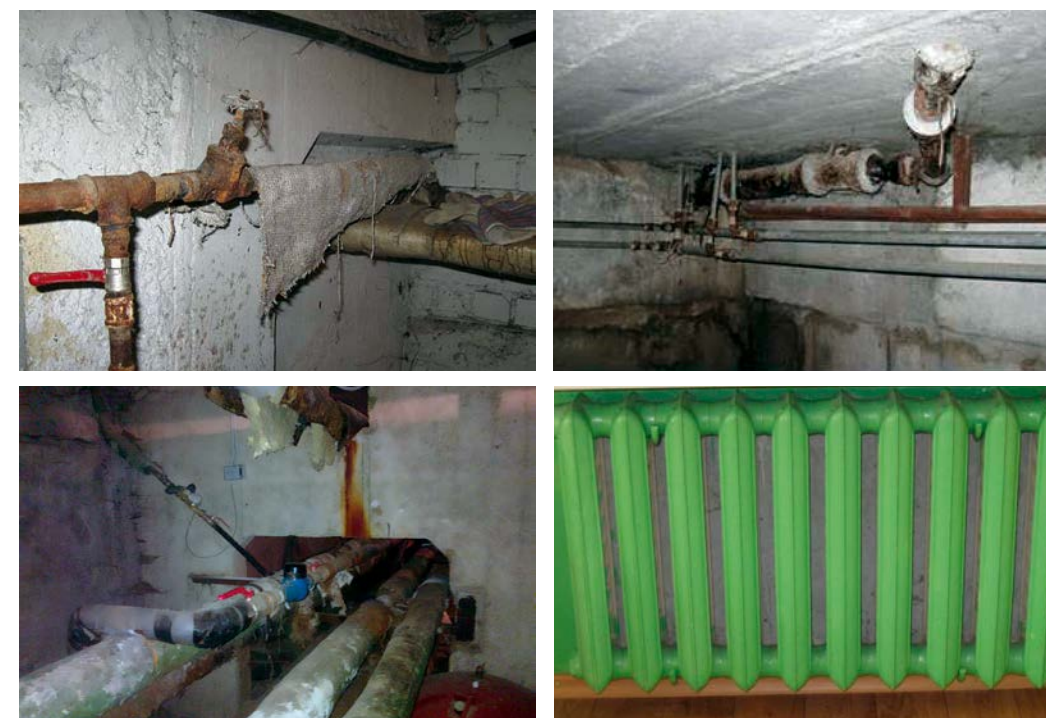
3.1. Latvijas piemēri

Pētījumam izvēlēto pirmsskolas izglītības iestāžu un dzīvojamās mājas apraksts

Pētījumam izvēlētie Latvijas objekti ir divas pirmsskolas izglītības iestādes un viena daudzstāvu dzīvojamā ēka. Detalizēti dati par katru no izvēlētajiem objektiem ir 1.–3. pielikumā.

2011. gada sākumā Latvijā bija 605 pirmsskolas izglītības iestādes. Apmēram 75 % bērnu vecumā līdz 7 gadiem pirmsskolas izglītības iestādē jeb bērnudārzā pavada aptuveni 30–60 stundas nedēļā, tādēļ ir ļoti svarīgi telpās nodrošināt veselībai drošu un ērtu vidi, ko gan bērni, gan iestādes darbinieki uzskatītu par patīkamu un kas rosinātu tajā uzturēties un darboties.

Vairumam Latvijas bērnudārzu un arī dzīvojamo ēku ir līdzīgas problēmas, jo lielākā daļa šo ēku celtas pēc vecajām padomju laika būvnormām. Raksturīgākās ēku fonda problēmas ir: neizolētas vai daļēji izolētas apkures un karstā ūdens apgādes cauruļu sistēmas, slikta ēku ierobežojošo konstrukciju termiskā kvalitāte un arī balansēšanas grūtības, jo tajās ierīkota viencaurules apkures sistēma. Turklāt apkures elementi nav atsevišķi regulējami, tādēļ ziemā, īpaši bērnudārzos, tie pārkarst, jo tur temperatūras samazināšanas iespējas, atverot logu, ir ierobežotas. 3.1. un 3.2. attēlā parādīti tipiskie ēku apstākļi pirms to renovācijas.



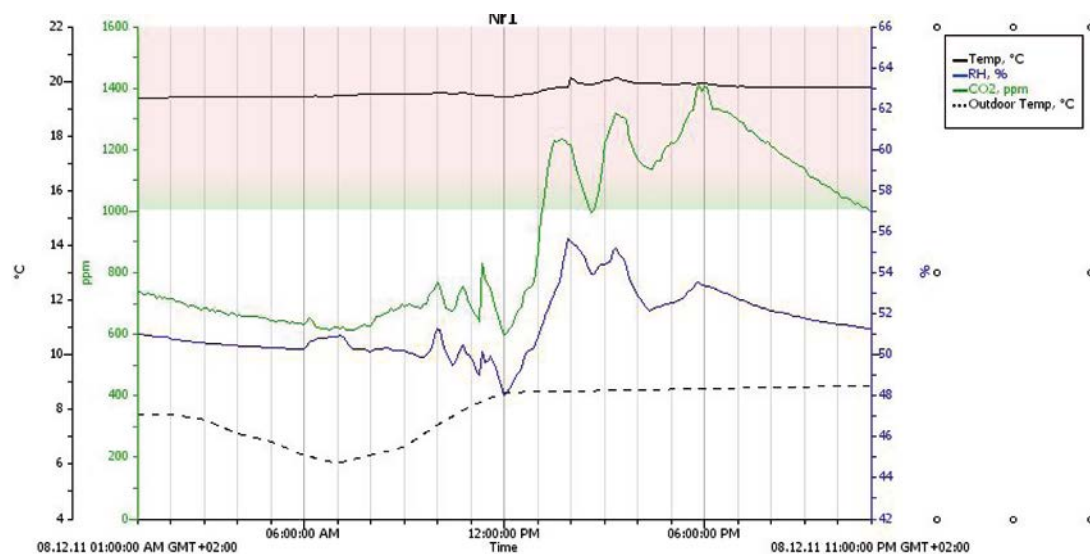
3.1. attēls. Ēku cauruļvadu tehniskais stāvoklis pirms renovācijas



3.2. attēls. Ēku ierobežojošo konstrukciju stāvoklis pirms renovācijas

Iepriekšējās būvnormās bija noteikts, ka ventilācija nodrošināma tikai dabiskiem līdzekļiem, t. i., svaigs gaiss jāpiegādā caur logu koka konstrukcijām un jāizvada caur ventilācijas ejām (dabiskā velkme). Tika uzskatīts, ka šāds risinājums nodrošinās pietiekamu gaisa apmaiņu. Saskaņā ar tā laika Latvijas celtniecības normām un noteikumiem mehāniskās ventilācijas sistēmas bija aizliegtas šo sistēmu radītā trokšņa dēļ [5].

Vairumā Latvijas pirmsskolas izglītības iestāžu pēdējo piecu gadu laikā ir veikti energoefektivitātes uzlabošanas pasākumi, tai skaitā ēku fasāžu papildu termiskā izolācija un veco koka rāmju logu nomaina pret polivinilhlorīda rāmju logiem (PVC). Tomēr, rīkojoties tikai šādi, problēmas var sagādāt iekštelpu gaisa kvalitāte, jo ēkas kļuvušas hermētiskākas, tā izraisot gaisa apmaiņas nepietiekamību. 3.3. attēlā parādīta gaisa kvalitāte bērnodrāzā ar PVC logiem. Pamatojoties uz praktiskajiem mērījumiem, ēkas ārējās ierobežojošajās konstrukcijās ir maz mitruma un CO₂ līmenis sasniedz 1400 ppm. Tas izskaidrojams ar aplūkojamās telpas mazo apdzīvotību laikā, kad tika veikti mērījumi.



3.3. attēls. Iekštelpu gaisa kvalitāte pirmsskolas izglītības iestādē ar PVC logiem

Saskaņā ar Latvijas būvnormām [9] minimālā pieļaujamā gaisa temperatūra bērnodrāzā ir vismaz +20 °C bērniem, kas jaunāki par 3 gadiem, un +18 °C bērniem, kas vecāki par 3 gadiem. Eiropas standartā [22] minētas ieteicamās bērnodrāza iekštelpu temperatūras: I un II kategorijai projektējamās vērtības attiecīgi kā +19 °C un +17,5 °C. Parasti tiek ieteikts visu gadu uzturēt 30 līdz 60 % relatīvā mitruma.

Ir noskaidrots, ka īpatnējais apkures enerģijas patēriņš Latvijas bērnodrāzos svārstās starp 196 un 285 kWh/m², kas joprojām ir daudz, salīdzinot ar situāciju citās Eiropas valstīs. Tādēļ, lai samazinātu enerģijas patēriņu un sasniegtu Latvijas pašvaldību izvirzīto mērķi – gada patēriņu 100 kWh/m², ir nepieciešama vēl turpmāka rīcība, tai skaitā, piemēram, bērnodrāza personāla izglītošana, apkures, ventilācijas un gaisa kondicionēšanas (AVGK) sistēmu modernizācija un augstas efektivitātes AVGK iekārtu izmantošana.

Veiktās renovācijas apraksts

Renovējamajās pirmsskolas izglītības iestādēs un arī dzīvojamā ēkā bija paredzēti līdzīgi ēku fasāžu un apkures un ventilācijas sistēmu uzlabojumi. Visos gadījumos fasādes tika izolētas ar papildu 100 mm izolācijas slāni, nomainīti logi ar divkārša stikla PVC logiem, tika uzlikta papildu izolācija caurulēm, nomainīti radiatori un atkal balansēta sistēma. Veco viencaurules apkures sistēmu ar čuguna sildelementiem pilnībā nomainīja pret jaunu divcauruļu apkures sistēmu ar paneļa radiatoriem, kas aprīkoti ar termostatiskajiem vārstiem. 3.1. tabulā parādīti renovācijas darbi, kas veikti aprakstītajās ēkās, un katra pasākuma paredzamais enerģijas ietaupījums.

3.1. tabula. Objektos veiktie renovācijas pasākumi un paredzamais enerģijas ietaupījums, kas izteikts piegādātajā īpatnējā enerģijā, kWh/m²/gadā

	Apkures sistēmu cauruļu papildu izolēšana	Apkures sistēmas renovācija, esošo radiatoru un cauruļu balansēšana, nomaina	Ārējo sienu papildu izolēšana	Paneļu papildu izolēšana zemē	Pagraba griestu papildu izolēšana	Jumta papildu izolēšana	Logu nomaina pret PVC, kam U=1,8 W/(m ² K)	Kopējie enerģijas ietaupījumi, kWh/m ² /gadā
Bērnodrāzs "Zilīte" Bauskā, Plūdoņa ielā 60	7,20	10,80	45,01 (100 mm materiāls)	19,80 (100 mm materiāls)	-	-	-	82,81
Daudzstāvu dzīvojamā ēka Bauskā, Kareivju ielā 3	1,6	4,7	36,0 (100 mm fasādēm) 24,2 (75 mm gala sienām)	-	13,7 (40 mm materiāls)	3,2 (150 mm materiāls)	3,8	87,2
Bērnodrāzs "Pasaulīte", Bauskā, Saules ielā 8	-	6,33	82,72 (100 mm materiāls)	23,36 (100 mm materiāls)	-	-	-	113,69

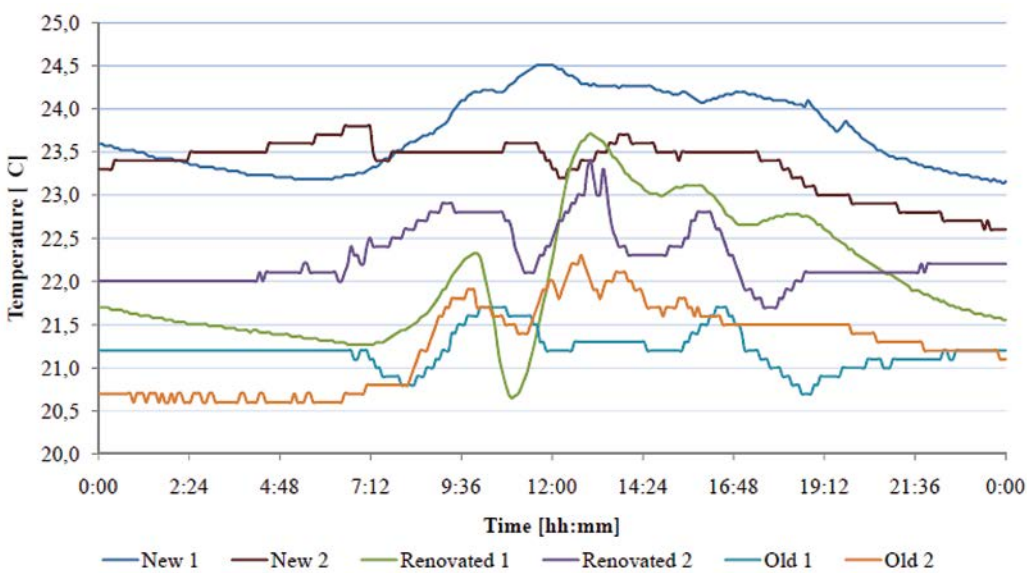
Veikto pasākumu rezultāti

Lai novērtētu renovācijas ietekmi, tika mērīta apkurei patērētā enerģija un veikts salīdzinājums ar paredzamo patēriņu. 3.2. tabulā parādīts šo rezultātu salīdzinājums.

3.2. tabula. Siltuma patēriņa salīdzinājums pirms renovācijas ar paredzamo un izmērīto siltuma patēriņu Latvijā

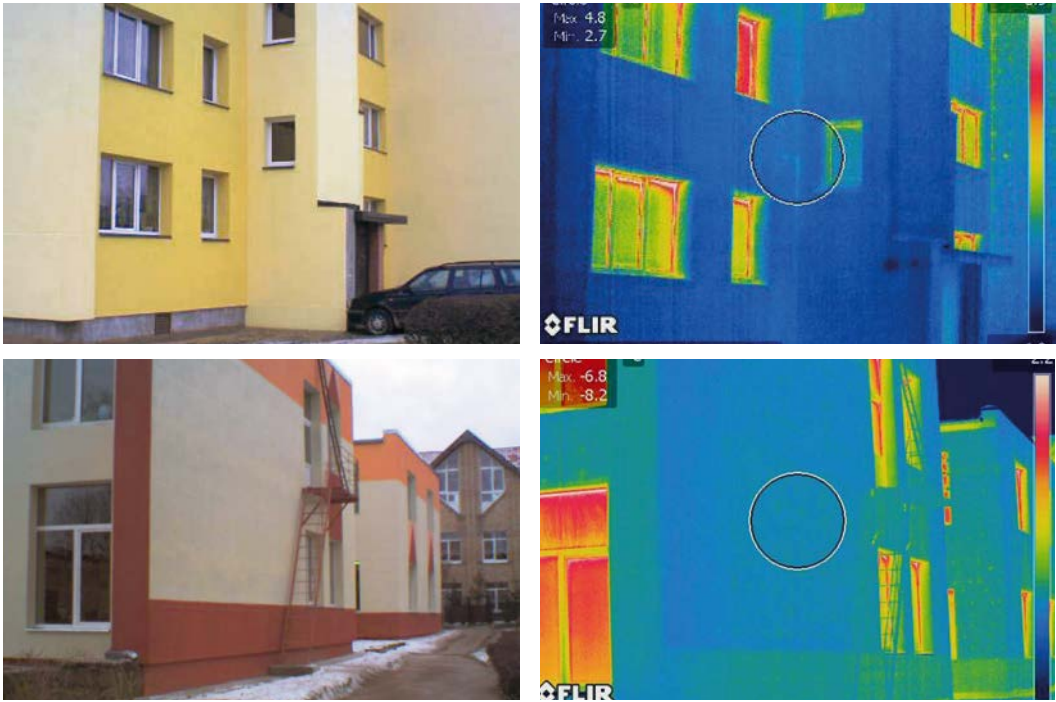
Objekti	Siltuma patēriņš pirms renovācijas (CO ₂ emisija)	Paredzamais siltuma patēriņš pēc renovācijas	Izmērītais siltuma patēriņš pēc renovācijas
 Bērnudārzs	227 kWh/m ² (30 464 kgCO ₂)	121 kWh/m ² (17 326 kgCO ₂)	150 kWh/m ² (21 765 kgCO ₂)
 Bērnudārzs	245 kWh/m ² (89 304 kgCO ₂)	117 kWh/m ² (58 258 kgCO ₂)	145 kWh/m ² (71 940 kgCO ₂)
 Piecstāvu dzīvojamā ēka	150 kWh/m ² (89 304 kgCO ₂)	78 kWh/m ² (54 450 kgCO ₂)	75 kWh/m ² (44 652 kgCO ₂)

Kā redzams tabulā, vērojamas dažas atšķirības starp paredzamo un izmērīto enerģijas patēriņu – lielākoties faktiskais izmērītais siltuma patēriņš ir lielāks par teorētiski paredzēto. Tas izskaidrojams ar iekštelpu temperatūras palielināšanos pēc renovācijas. Vairumā gadījumu to var uzskatīt par labu rezultātu, jo iekštelpu temperatūra pirms renovācijas bija pārāk zema, un, to palielinot, uzlabojās iekštelpu klimata kvalitāte. Taču, ja temperatūras palielinājums ir nevēlams, apkures sistēma ir vēlreiz jābalansē pēc apkures katla rekonstrukcijas vai automatizācijas ierīkošanas. 3.4. attēlā parādīts iekštelpu temperatūras salīdzinājums vecajos, atjaunotajos un jaunajos bērnudārzos [30].



3.4. attēls. Sešu bērnudārzu iekštelpu temperatūras salīdzinājums

Ēku fasāžu attēli un termogrammas pēc renovācijas atspoguļotas 3.5. un 3.6. attēlā.



3.5. attēls. Renovēto ēku vizuālie attēli un termogrammas



3.6. attēls. Renovētais bērnudārzs Jelgavā

Pēc renovācijas ārējo ierobežojošo konstrukciju termiskā veiktspēja ir uzlabojusies – vairs netika novērots cauri sienām plūstošs siltums. Pilnībā tika novērsti tādi termiskie pārvadi kā ārējie sienu un grīdu savienojumi, iekšējie un ārējie stūri.

Lai iegūtu objektīvu informāciju par renovācijas kvalitāti, tostarp arī ventilācijas plūsmu, tika veiktas pirmsskolas izglītības iestāžu hermētiskuma pārbaudes. 3.7. attēlā redzams hermētiskuma pārbaudei veiktais sagatavošanās darbs. Lai pārbaudītu ēkas ierobežojošo konstrukciju gaisa noplūdes apmēru, tika noblīvētas visas ventilācijas atveres un aizvērti visi logi un ārējās durvis, bet iekšējās durvis tika atvērtas, lai nebūtu slēgtu telpu. Sagatavošanās darbi tika veikti, pamatojoties uz standarta [10] metodes B prasībām.

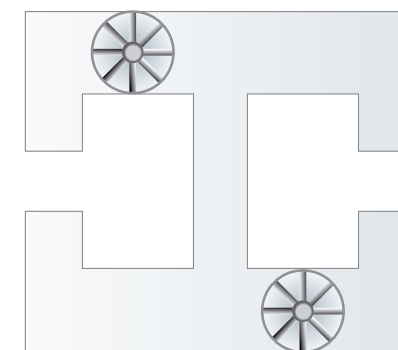


3.7. attēls. Sagatavošanās darbs pārbaudei ar kompresora durvīm

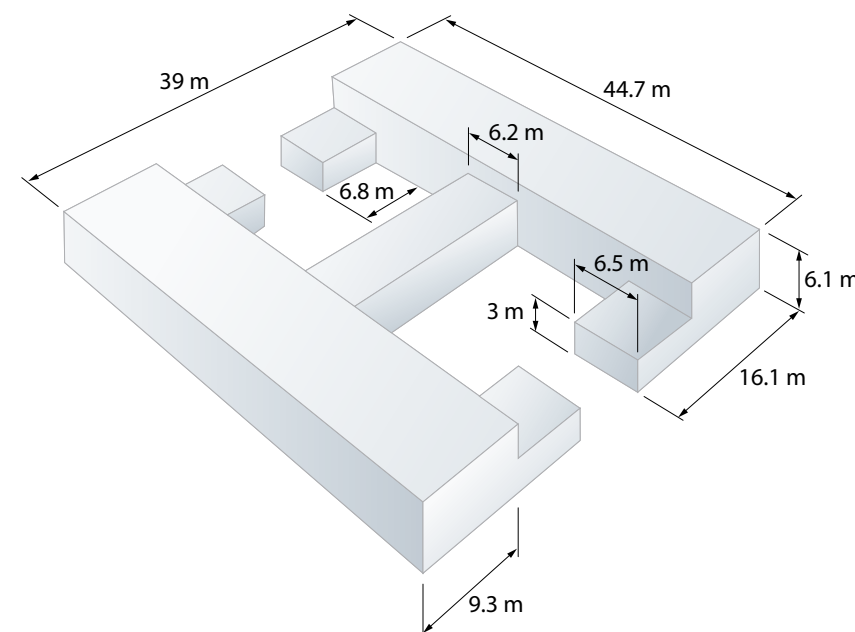
Gaisa noplūdes pārbaude tika īstenota ar diviem kompresora durvju komplektiem. Kompresora durvju komplekti tika uzstādīti pretējās fasādēs (3.8. attēls). Kopējā kompresora durvju komplektu jauda – 28 000 m³/h. Pirmsskolas izglītības iestādes 3D modelis un izmēri ir parādīti 3.9. attēlā.

Pārbaude tika veikta divos režīmos:

- radot 40 Pa līdz 70 Pa retinājumu;
- radot 25 Pa līdz 60 Pa pārspiedienu.



3.8. attēls. Kompresora durvju pārbaudes vispārīgā shēma



3.9. attēls. Renovācijai izvēlēta bērnudārza izmēri

Gaisa caurlaidības pārbaude notika saskaņā ar standartu [10] (metodes A un B). Pārbaudes rezultāti tika novērtēti, pamatojoties uz standartu LBN 002-01 [8]. Saskaņā ar Latvijas būvnormatīva LBN 002-01 prasībām pārbaudāmo ēku ierobežojošo konstrukciju gaisa caurlaidība q_{50} nedrīkst pārsniegt 3 m³/(m²·h), pastāvot spiediena starpībai 50 Pa. To var aprēķināt, izmantojot formulu:

$$q_{50} = V_{50} / A_E$$

V_{50} – izmērītā gaisa plūsma cauri konstrukcijai ar spiediena starpību 50 Pa;
 A_E – ēkas ierobežojošo konstrukciju laukums.

Papildus tika aprēķināts gaisa maiņas koeficients n_{50} (h⁻¹) ar spiediena starpību 50 Pa, izmantojot formulu:

$$n_{50} = V_{50} / V$$

V_{50} – izmērītā gaisa plūsma cauri konstrukcijai ar spiediena starpību 50 Pa;
 V – ēkas tilpums.

Kompresora durvju pārbaudes rezultāti pēc renovācijas ir atspoguļoti 3.3. tabulā. Visos gadījumos gaisa noplūde atbilst LBN 002-01 (Ministru kabineta noteikumi Nr. 495; 2001) prasībām. Gaisa noplūdes norma dzīvojamām mājām, slimnīcām un pirmsskolas izglītības iestādēm saskaņā ar šiem noteikumiem ir 3,0 m³/(m²·h).

3.3. tabula. Ēku ierobežojošo konstrukciju hermētiskums pēc renovācijas

Objekti	Tilpums, m ³	Ēkas ierobežojošo konstrukciju laukums, m ²	Gaisa noplūde, m ³ /(m ² ·h) q ₅₀	Gaisa nomaļņa, h ⁻¹ n ₅₀
Bērnudārzs “Zīlīte”	4045	5358	2,89	2,19
Daudzstāvu ēka	6375	4044	2,57	1,63
Bērnudārzs “Pasaulīte”	3895	6228	2,68	1,68

Diemžēl nav pieejami precīzi dati par bērnudārzu ēku gaisa noplūdi pirms renovācijas. Tomēr vienā daļēji atjaunotajā bērnudārzā (Rīgā) veiktie mērījumi rāda, ka gaisa noplūde bija 6,5 m³/(m²·h). Papildus ēkas ierobežojošo konstrukciju hermētiskuma novērtējumam bērnudārzā “Kamolītis” (Jelgavā) tika pārbaudītas arī ventilācijas sistēmas. Ventilācijas plūsma, spiediena starpībai esot 50 Pa, bija 4,62 h⁻¹, bet spiediena starpībai esot zem 4 Pa – 1,29 h⁻¹.

Atjaunīgās enerģijas iespējamais lietojums

Latvijā pēdējo piecu gadu laikā populārāka ir kļuvusi saules kolektoru un paneļu izmantošana. Pašlaik arvien vairāk saules kolektoru un paneļu uzstāda viengimenes mājās. Saules kolektoru izmantošana daudzdzīvokļu ēkās vēl nav ierasta. Daudzdzīvokļu ēkās ir tikai daži saules paneļu uzstādīšanas izmēģinājuma projekti [29].

Energoefektivitātes uzlabošanai un nulles enerģijas prasību sasniegšanai nozīmīga izvēle būtu saules enerģijas izmantošana gan saules siltuma, gan elektriskās strāvas ieguvei. Taču saules kolektoru faktiskā iegūtā enerģija ir atkarīga no kolektoru vērsuma, koku ēnas un arī no sistēmas efektivitātes. Dati par efektivitātes pārmaiņām atkarībā no novietojuma slīpuma un vērsuma ir parādīti 3.4. un 3.5. tabulā [28].

3.4. tabula. Saules kolektora novietojuma slīpuma leņķis

Novietojuma slīpuma leņķis pret horizontālo asi	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Apkure	0,71	0,85	0,94	1,00	1,00	0,98	0,88
Apkure un karstais ūdens	0,59	0,74	0,89	1,00	1,06	1,06	0,97

3.5. tabula. Saules kolektora vērsums

Novirze no dienvidiem	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Apkure	1,00	0,99	0,97	0,93	0,88	0,81	0,73
Apkure un karstais ūdens	1,00	0,98	0,95	0,89	0,81	0,73	0,64

Saskaņā ar pētījumu par Rīgu un tās apkaimes teritorijām iedarbīgākais saules kolektoru novietojums ir virzienā uz dienvidiem vai ar azimuta leņķi 0° (dažās ģeogrāfijas grāmatās tas varētu būt 180°, ja ziemeļi tiek uzskatīti kā 0°) un slīpuma leņķi 55°.

Apkures sezona Latvijā vidēji ilgst no oktobra līdz maijam, šajā laikā kopā saražotā saules enerģija ir 308 kWh/m². Tādēļ saules paneļu saražotā enerģija var sasniegt maksimāli 185 kWh/m².

3.2. Igaunijas piemēri

Izvēlēto objektu apraksts

Izvēlētie Igaunijas piemēri ir viena daudzstāvu dzīvojamā ēka Mustamē rajonā, viena pamatskola un viena vidusskola. Detalizēti dati par katru no izvēlētajiem piemēriem ir atrodamī 2. pielikumā.

Tallinas Mustamē rajons tika uzcelts no 1962. līdz 1973. gadam gan kara postījumu, gan pieaugošās imigrācijas dēļ. Par oficiālo plašās celtniecības sākumu uzskatāms Igaunijas Komunistiskās partijas un Ministru Padomes 1957. gadā pieņemtais nolikums, kurā minēti noteikti uzdevumi, kas vienā lakoniskā teikumā skan tā: “Nākamo 12 gadu laikā novērst dzīvokļu trūkumu”. Nepieciešamo tehnoloģisko bāzi nodrošināja rūpnīcas, kas ražoja lielus paneļus – pirmām kārtām Tallinas Būvniecības rūpnīca, kas tika atklāta 1961. gadā [40]. Rūpnīcā tika ražoti pasūtījumi standarta projektiem, kas bija pieprasīti visā Padomju Savienībā. Kā sākotnējā arhitektūras ideja, kas ir Mustamē rajona pamatā, tika izmantots Lekorbizjē brīvās plānošanas princips [21; 24].

Mustamē būvniecība 20. gs. 60. gadu sākumā saistījās ar pozitīvu noskaņojumu un cerībām. Mustamē būvniecība bija cieši saistīta ar oficiāli sociālo ticību progresam, un tā tika būvēta kā sociālisma utopiskā pilsēta – skaista, labi projektēta, pilna gaismas.

Tagad, četrdesmit gadus vēlāk, Mustamē dzīvo apmēram 65 000 cilvēku. Diemžēl Mustamē situācija ir būtiski mainījusies. Ar brūkošajām mājām – galvenokārt padomju būvniecības un būvmateriālu sliktās kvalitātes dēļ – Mustamē ir kļuvusi par savas idejas parodiju. Lielākajai daļai Mustamē rajona māju steidzami nepieciešama pilnīga ēku renovācija.

2012. sākumā tika pabeigta plaša Mustamē dzīvokļu ēkas, kas atrodas Sõpruse 244, renovācija. Šī tipiskā padomju stila 60 dzīvokļu ēka tika uzcelta 1966. gadā, un tā tika atjaunota ar Swedbank ierosināto Veselīgas un taupīgas mājas projektu.

Igaunijā ir aptuveni 550 vidusskolas un 220 pamatskolas. Rahumē pamatskola tika uzcelta 1935. gadā. Ēka tika pilnīgi iznīcināta ugunsgrēkā 1985. gadā, taču to atkal uzbūvēja 1986. gadā.

Tallinas Paes vidusskolu sāka projektēt 1955. gadā, ēkas celtniecība tika pabeigta desmitgades beigās. Ēkas piebūve ar ēdnīcu un vairākām klasēm tika uzcelta 20. gs. 60. gados.

3.2.1. Dzīvojamā māja

Dzīvojamās mājas apraksts

Piecpastāvu ēkā ar 2968 m² apkurināmu platību ir 60 dzīvokļi. Ēkā dzīvo aptuveni 180 iedzīvotāju. 3.10. attēlā redzama ēka pirms un pēc renovācijas.

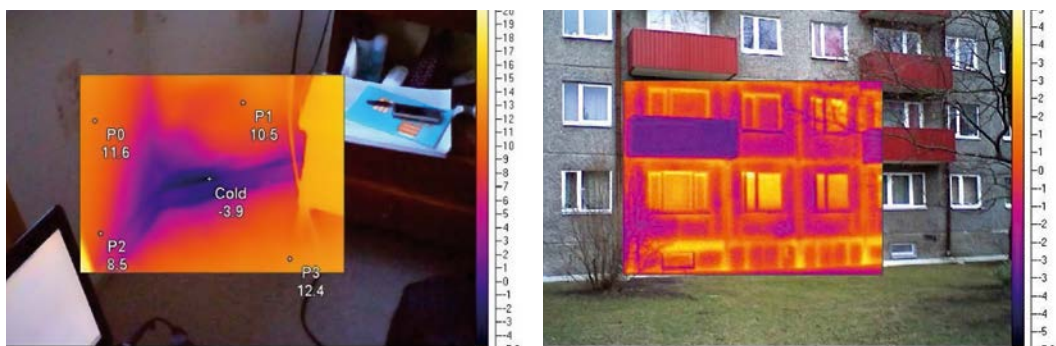


3.10. attēls. Ēka Mustamē, Sõpruse 244, pirms (attēls pa kreisi) un pēc (attēls pa labi) renovācijas

Pirms renovācijas ēka bija diezgan sliktā stāvoklī (3.11. un 3.12. attēls).



3.11. attēls. Mustamē, Sōpruse 244, ēkas apkures sistēma (pa kreisi) un ūdens caurules (pa labi) pirms renovācijas



3.12. attēls. Ēkas termogrammas pirms renovācijas

Veiktās renovācijas apraksts

Renovācijā ietilpa visas fasādes un jumta izolēšanas darbi. Ierobežojošajās konstrukcijās tika veikta papildu izolācija, piemēram, apmetuma (2 mm graudu lieluma minerālu apmetums) izolācija ar putu polistirolu. Fasādes izolācijai tika izmantots putu polistirols EPS 150. Lai nodrošinātu ugunsdrošības prasības, no iedobuma līdz pirmā stāva logam kā izolācijas materiāls tika izmantota akmensvate. Lai novērstu uguns izplatīšanos starp dzīvokļiem, fasāde ir sadalīta 200 mm platās akmensvates joslās. Iedobums ir izolēts ar 100 mm putu polistirolu EPS 120, kas ir ielikts piesūcināta koka rāmī un apsegts ar šķiedru cementa plāksni. Jumta papildu izolācijai tika izmantots 250 mm putu polistirols EPS 50. Pamatizolācijai tika uzlikti cieti 50 mm vilnas paneļi. Atjaunojot ēku, vecie koka logi tika nomainīti pret jauniem PVC logiem, kuriem $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, tika nomainīti arī balkona paneļi un uzstādītas jaunas balkona stikla margas.

Viencaurules apkures sistēma tika nomainīta pret divcauruļu apkures sistēmu. Sildītājus aprīkoja ar termostatiskajiem vārstiem un iekārtu siltuma sadali dzīvoklī. Tika izmantoti *Purmo Air* tērauda paneļu radiatori. Novatorisks risinājums bija trīs paralēli darbināmu ūdens-ūdens siltumsūkņu pieslēgšana jau pastāvošajai sildierīcei. Siltumsūkņu siltuma avots ir mehāniskās ventilācijas izplūdes gaiss. No dzīvokļiem un kāpņutelpām izplūstošā gaisa siltums tiek izmantots karstā ūdens padeves nodrošināšanai un radiatoru siltumnesēja uzsildīšanai. Dabiskās ventilācijas vadi tika izmantoti mehāniskās ventilācijas izplūdei. Dažos no tiem tika uzstādīti jauni, apaļi galvanizēta tērauda vēdes kanāli. Atlikušie vecie vēdināmie vadi netika mainīti, jo nebija iespējams uzstādīt jaunus kanālus celtniecības sliktās kvalitātes dēļ. Lai atgrieztu izvadīto gaisu, viesistabās, guļamistabās un virtuvēs tika uzstādīti ar radiatoriem savienoti gaisa atdeves moduļi. Āra gaiss, izejot cauri filtram, pirms nokļūšanas istabā tiek uzsildīts.

Lielākā daļa darbu bija paredzēti energoefektivitātes, labāka iekštelpu klimata un ēkas lietderīgā lietojuma laika paildzinājuma nodrošināšanai.

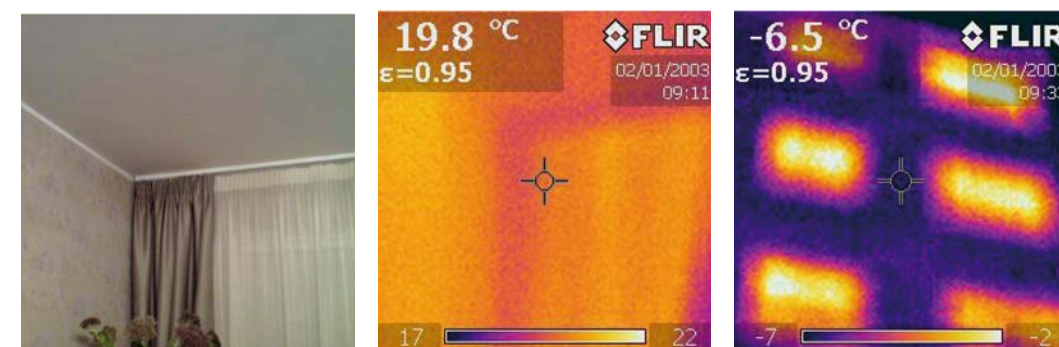
Renovācijas ietekme

Ēkas enerģijas patēriņš tiek labi pārraudzīts. Enerģijas taupības pasākumu rezultātā ēkas apkurei nepieciešamās enerģijas daudzums samazinājās par 50,6 %. Siltuma enerģijas patēriņš samazinājās no 150 līdz 75,9 kWh/m². Taču izmērītais elektroenerģijas patēriņš palielinājās par 72,9 % – no 2,4 līdz 17,5 kWh/m², jo tika uzstādīti izplūdes gaisa siltumsūkņi. Tomēr ēkas izmērītais enerģijas patēriņš, ieskaitot apkuri, elektroenerģiju un karsto ūdeni, ir 93,4 kWh/m² gadā, kas ir par 38,8 % mazāk, salīdzinot ar situāciju pirms renovācijas.

3.13. un 3.14. attēlā atspoguļoti paveiktie renovācijas darbi.



3.13. attēls. Ēka Mustamē, Sōpruse 244, pēc renovācijas. Vēdes kanāli pie jumta (pa kreisi), uzstādītie siltumsūkņi (pa labi)



3.14. attēls. Termogrammas pēc renovācijas

3.2.2. Pamatskola

Pamatskolas apraksts

Rahumē pamatskola ar 650 skolēniem un 51 skolotāju ir Igaunijas lielākā pamatskola. Ēkai ir trīs stāvi un 5486 m² apkurināma platība. Ēka tika pilnībā renovēta 2005. gadā. 3.15. attēlā redzama Rahumē pamatskola 2006. gadā – pēc renovācijas.



3.15. attēls. Rahumē pamatskola pēc renovācijas

Veiktās renovācijas apraksts

Renovācijā ietilpa visas fasādes un jumta izolēšanas darbi. Izolējot Kolumbijas ķieģeļu flīžu sienas, tās tika pārklātas ar 200 mm biezām akmensvates plāksnēm. Jumta izolācijai tika uzklāti trīs stikla šķiedras slāņi, kopā 230 mm. Grīdas izolēšanai tika uzlikta 100 mm bieza putu polistirola plāksne. Pilnībā tika atjaunota arī apkures sistēma, ierīkojot divcauruļu apkures sistēmu ar tērauda paneļu radiatoriem un termostatiskajiem vārstiem katrā istabā.

Dabisko ventilācijas sistēmu pilnībā nomainīja pret mehānisko ventilācijas sistēmu. Kopumā tika uzstādītas piecas atsevišķas ventilācijas vienības. Trīs vienības aprīkoja ar rotora siltummaiņiem, bet divas vienības – ar plākušņu siltummaiņiem. Ventilācija darbadienās tiek darbināta no plkst. 7.30 līdz 19.30, savukārt nedēļas nogalē – no plkst. 12.00 līdz 15.00. 3.16. attēlā parādīti daži veiktie renovācijas darbi.

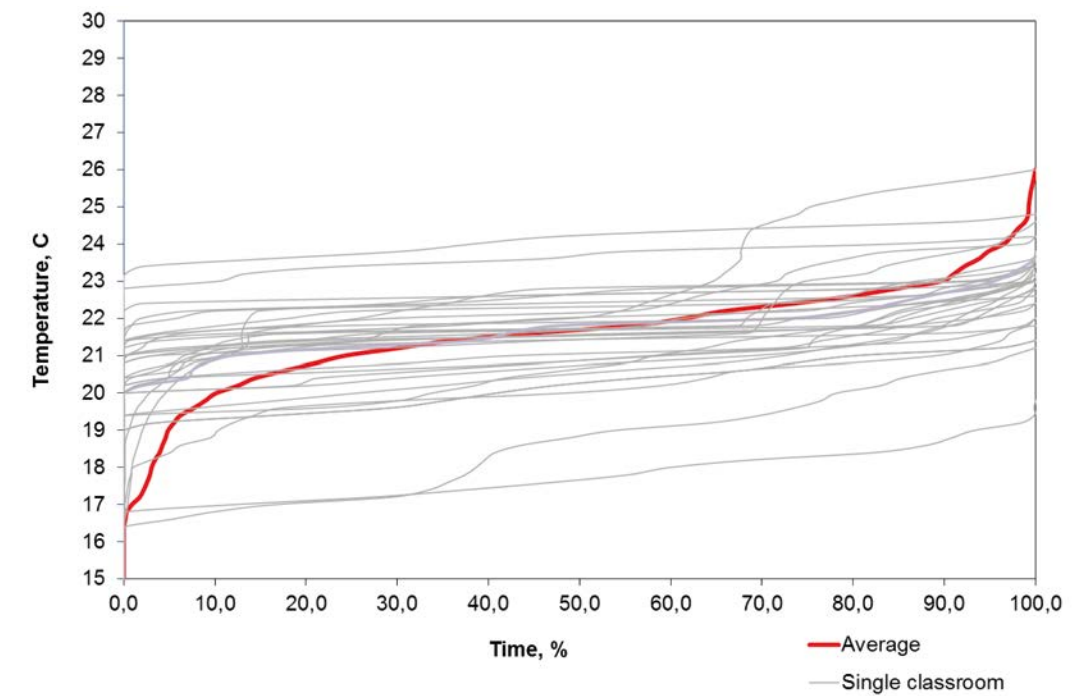


3.16. attēls. Uzstādītie termostatiskie vārsti (pa kreisi) un moderna apkures apakšstacija (pa labi)

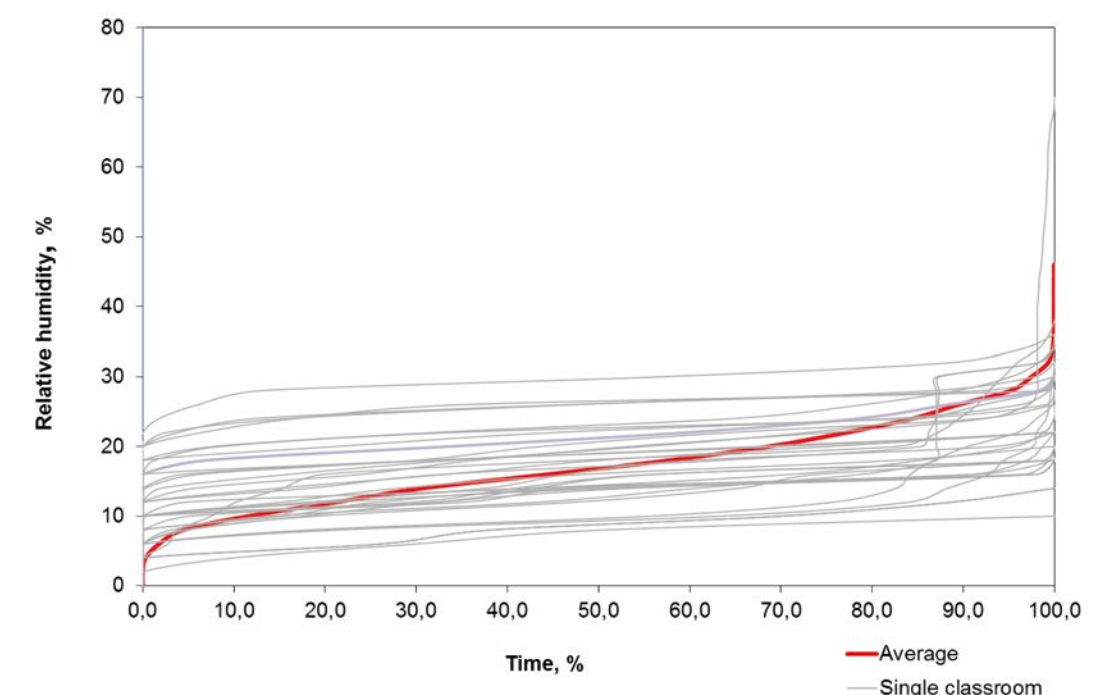
Renovācijas ietekme

Vidējais piegādātās siltumenerģijas ietaupījums pēc renovācijas ir aptuveni 30 kWh/m² gadā. Tomēr kopš mehāniskās ventilācijas sistēmas ierīkošanas elektroenerģijas patēriņš ir palielinājies aptuveni par 12 kWh/m² gadā. Ēkas izmērītā energoefektivitāte pēc renovācijas ir 125 kWh/m².

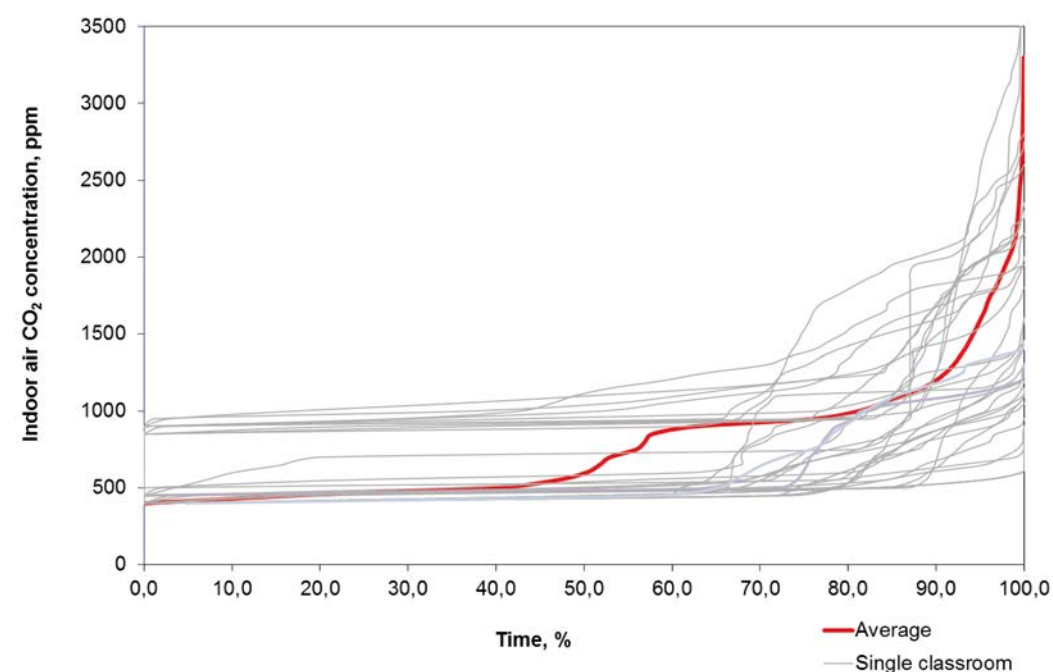
2013. gadā tika veikta ēkas enerģijas patēriņa kontrole, kā arī pilna iekštelpu temperatūras, relatīvā mitruma un CO₂ pārraudzība (rezultātus sk. 3.17.–3.19. attēlā). Mērījumi parādīja samērā labus iekštelpu temperatūras un CO₂ līmeņa rezultātus. Raizes sagādāja tikai pārāk mazs relatīvais mitrums. Saskaņā ar Igaunijas standartu EVS-EN 15251 "Iekštelpu vides sākotnējie parametri ēku projektēšanai un enerģijas veiktspējas novērtējumam, kas norāda gaisa kvalitāti iekšējās, termisko vidi, apgaismojumu un akustiku" pieņemams ir 25–60 % liels relatīvais mitrums. Tomēr mērījumi parādīja, ka relatīvais mitrums samazinājies līdz pat 5 %.



3.17. attēls. Izmērītās iekštelpu temperatūras kumulatīvā diagramma



3.18. attēls. Izmērītā relatīvā mitruma kumulatīvā diagramma



3.19. attēls. Izmēritās iekštelpu gaisa CO₂ koncentrācijas kumulatīvā diagramma

Enerģijas patēriņa kontrolē tika secināts, ka 2005. gadā veiktā renovācija ir ievērojami uzlabojusi iekštelpu klimatu un ēkas energoefektivitāti. Vienīgais ieteicamais enerģijas taupības papildpasākums ir ventilācijas ieplūdes gaisa temperatūras samazināšana no +25 °C līdz +21 °C. Tā tiktu ietaupīti vēl aptuveni 4 kWh/m² apkures enerģijas gadā.

3.2.3. Vidusskola

Vidusskolas un veiktās renovācijas apraksts

Ēkai ir četri stāvi un 4662 m² liela apkurināmā platība. Ēka tika pilnībā renovēta 2005. gadā. 3.20. attēlā redzama Paes vidusskola pēc renovācijas.



3.20. attēls. Paes vidusskola pēc renovācijas

Rekonstrukcijā ietilpa visas fasādes un jumta izolēšanas darbi. Smilšu kaļķu ķieģeļu flīžu sienas izolējot tika pārklātas ar 150 mm biezām akmensvates plāksnēm. Izolējot jumtu, tika uzklātas trīs kārtas stikla šķiedras – kopā 300 mm. Pilnībā tika atjaunota arī apkures sistēma, ierīkojot divcauruļu apkures sistēmu ar tērauda paneļu radiatoriem ar termostatiskajiem vārstiem katrā istabā.

Dabiskās ventilācijas sistēmu pilnībā nomainīja pret mehāniskās ventilācijas sistēmu. Kopumā tika uzstādītas piecas atsevišķas ventilācijas vienības ar siltuma utilizācijas iespējām. Turklāt izplūdes ventilatori tiek izmantoti virtuves, tuales, ķīmijas klases un dažu citu telpu ventilācijai. Četras vienības aprīkotas ar rotora siltummaiņiem, viena vienība – ar plāksņu siltummaiņiem. Ventilācija tiek darbināta darbdienās no plkst. 6.00 līdz 14.00. 3.21. attēlā parādīti daži veiktie renovācijas darbi.

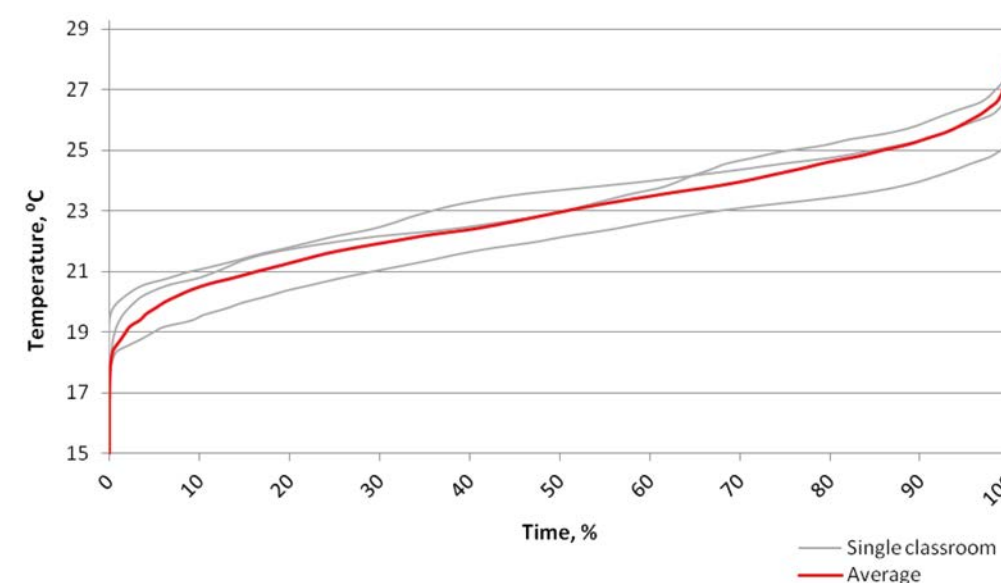


3.21. attēls. Moderna apkures apakšstacija (pa kreisi) un gaisa apstrādes vienība ar gaisa utilizācijas iespējām (pa labi)

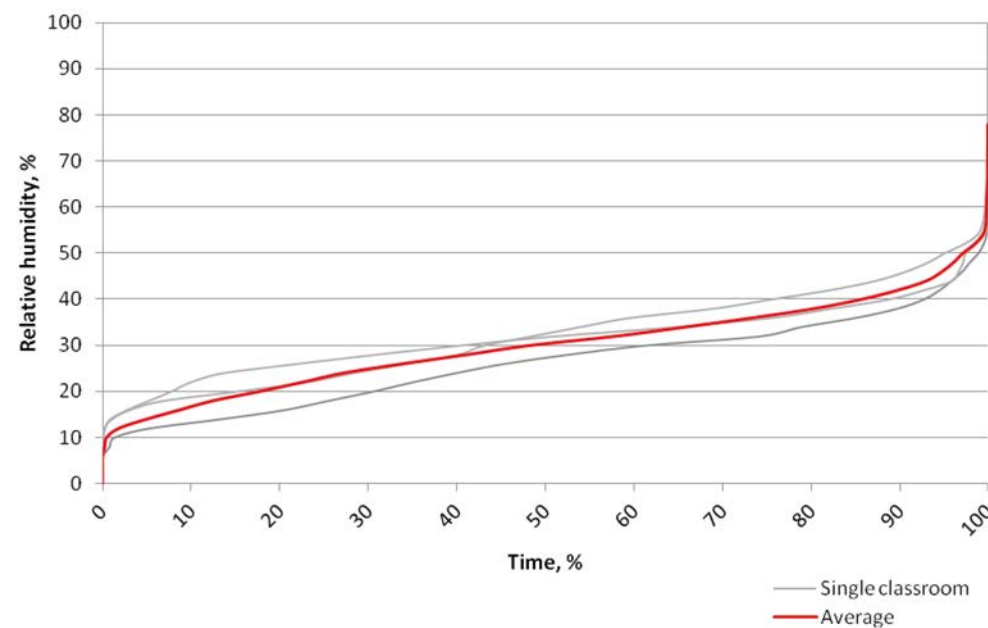
Renovācijas ietekme

Vidējais piegādātās siltumenerģijas ietaupījums pēc renovācijas ir aptuveni 120 kWh/m² gadā. Tomēr kopš mehāniskās ventilācijas sistēmas uzstādīšanas elektroenerģijas patēriņš ir palielinājies par aptuveni 1 kWh/m² gadā. Ēkas izmērītā energoefektivitāte pēc renovācijas ir 139 kWh/m².

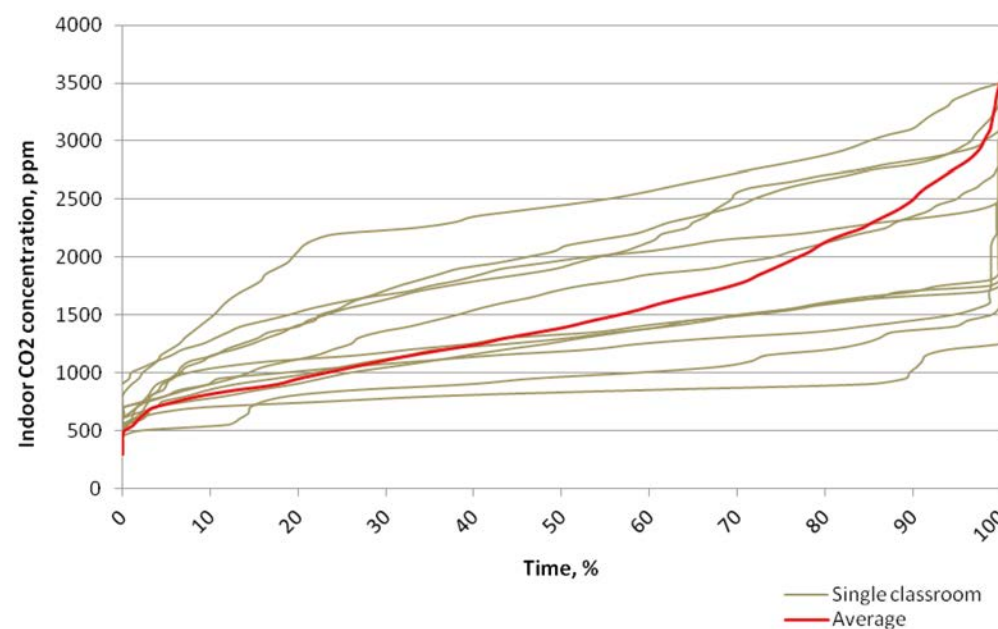
2013. gadā tika veikta ēkas enerģijas patēriņa kontrole, kā arī pilna iekštelpu temperatūras, relatīvā mitruma un CO₂ pārraudzība (rezultātus sk. 3.22. un 3.24. attēlā). Mērījumi rādīja relatīvi labus iekštelpas temperatūras un relatīvā mitruma apstākļus, tomēr vairākās klasēs CO₂ līmenis ilgāku laiku pārsniedza 1000 ppm, kas ir nepieņemami. Tādēļ viens no enerģijas patēriņa uzlabošanas ieteikumiem bija ventilācijas caurplūdes palielināšana, kas ir iespējama, izmantojot pašreizējās ventilācijas vienības, jo tiek izmantota tikai puse to ātruma. Šis pasākums palielina enerģijas patēriņu, taču būtiski ir nodrošināt labu iekštelpu gaisa kvalitāti. Saskaņā ar Igaunijas standartu EVS-EN 15251 "Iekštelpu vides sākotnējie parametri ēku projektēšanai un enerģijas veiktspējas novērtējumam, kas norāda gaisa kvalitāti iekšējās, termisko vidi, apgaismojumu un akustiku" pieņemams ir 25–60 % liels relatīvais mitrums. Tomēr mērījumi parādīja, ka relatīvais mitrums samazinās līdz pat 5 %.



3.22. attēls. Izmēritās iekštelpu temperatūras kumulatīvā diagramma



3.23. attēls. Izmērītā relatīvā mitruma kumulatīvā diagramma



3.24. attēls. Izmērītās iekštelpu gaisa CO₂ koncentrācijas kumulatīvā diagramma

Kontrolējot enerģijas patēriņu, tika secināts, ka 2005. gadā veiktā renovācija ir ļoti būtiski uzlabojusi iekštelpu klimatu un ēkas energoefektivitāti. Tika arī ierosināti enerģijas taupīšanas papildu pasākumi: iekštelpu temperatūras samazināšana naktīs un nedēļas nogalēs, logu nomaiņa ($U \geq 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$) pret energoefektīvākiem logiem un arī ventilācijas siltummaiņu nomaiņa ar efektīvākiem. Kopējais enerģijas ietaupījums varētu būt līdz pat 64 %, lielāko daļu veidotu temperatūras samazināšana naktī un nedēļas nogalēs, kā arī jaunu logu ielikšana.

Atjaunīgās enerģijas iespējama lietojums

Visās ēkās teorētiski ir iespējama saules termisko, kā arī fotoelektrisko paneļu uzstādīšana. Tomēr, tā kā vasarā šī ēka gandrīz netiek izmantota, saules enerģijas izmantošana netika apsvērta.

3.3. Somijas piemēri

Projekta rajonu apraksts, priekšvēsture

Lai izmitinātu cilvēkus, kas 20. gs. 60. un 70. gados pārcēlās no Somijas laukiem uz pilsētām, tika būvēti lieli dzīvojamie rajoni, izmantojot gatavas betona konstrukcijas. Izmantotā tehnoloģija, t. i., rūpnieciski izgatavoti betona slāņu elementi, padarīja iespējamu mājokļu būvi simtiem tūkstošiem ģimeņu īsā laikā.

Lai celtniecība noritētu ātri un ekonomiski pamatoti, visos jaunajos dzīvojamajos rajonos tika izmantoti standarta risinājumi (izkārtojums, stāvu plāni). Problēmas, kas raksturīgas šīm mājām pēc 30–40 gadiem, ir ļoti līdzīgas. Pēdējo gadu laikā Somijā ir palielinājies dzīvošanai paredzēto nekustamo īpašumu skaits, kam nepieciešama vispārēja renovācija.

Raksturīgas šo ēku iezīmes bija:

- līnijveida daudzģimeņu kvartāli ar 3–4 dzīvokļiem vienā kāpņutelpā,
- trīsstāvu ēkas bez lifta vai 5–8 stāvu ēkas ar liftu,
- koplietošanas telpas un kopējie pakalpojumi pirmajā stāvā un/vai pagrabā,
- fasādes, kas veidotas no moduļiem (parasti atkārtotās),
- divkārtšie logi ar trīs stikliem (2+1),
- balkonu moduļi visiem dzīvokļiem ar vairāk nekā vienu istabu (šādu ēku iepriekšējām versijām vispār nebija balkonu),
- plakans jumts (nepieejams),
- kopēja veļas mazgāšanas un žāvēšanas telpa,
- kopēja sauna (elektriskā) ar dušām un pārgēršanās telpu,
- dušas telpas, kas aprīkotas ar dušas plāksni (grīdas slīpums virzienā uz noteku),
- vannasistabas ar vannu tika būvētas pēc tādiem pašiem principiem kā dušas telpas,
- grīdas notekas katrā vannasistabā.

Šajās dzīvojamās ēkās biežāk izmantotās tehnoloģijas:

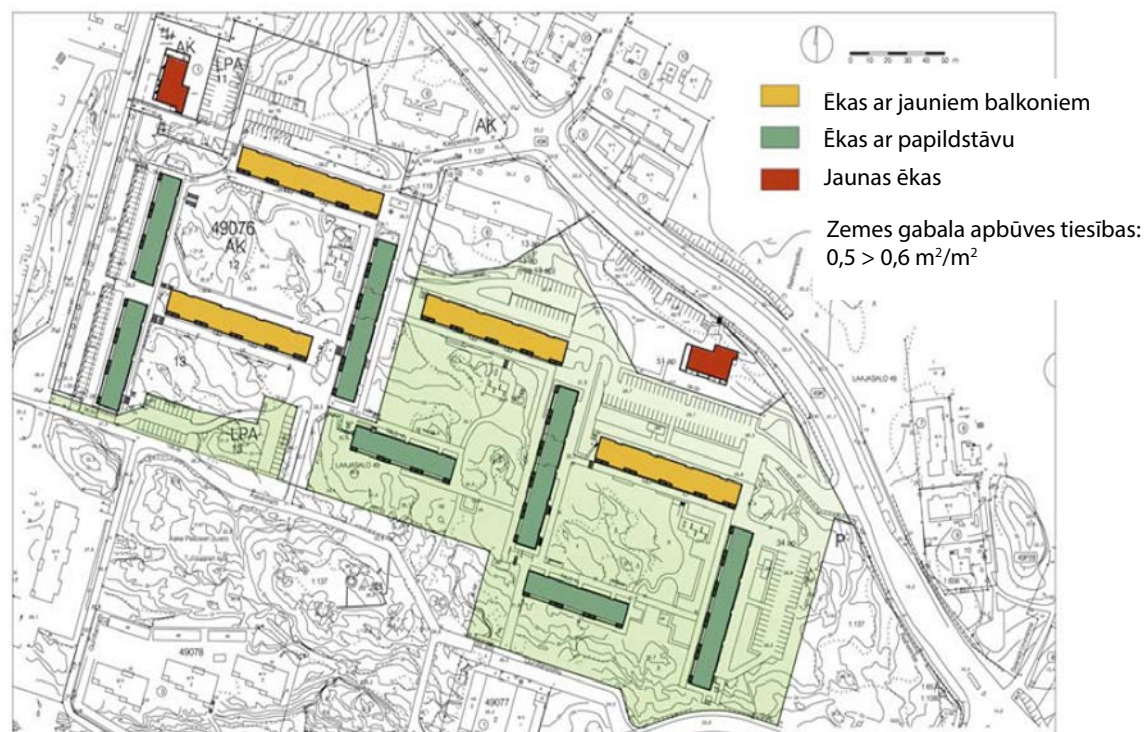
- centrālā apkure un karstais ūdens,
- apkure tiek nodrošināta no rajona apkures tīkla caur ēku siltummaiņiem,
- dažos gadījumos viss īpašums tika apgādāts ar siltumu no pašu apkures katla (degviela – nafta),
- ūdens radiatori visās istabās un koplietošanas telpās,
- izplūdes gaisa mehāniska izvade,
- svaiga gaisa ievade caur logu rāmjiem vai fasādes atverēm,
- netiek atgūts siltums,
- elektriskā plīts virtuvē,
- virtuvē nav ventilatora velkmes.

Jaunās energoefektivitātes prasības liek ēku īpašniekiem uzlabot ēku enerģētisko veiktspēju. To ir plānots paveikt kopā ar citiem nepieciešamiem atjaunošanas pasākumiem. Ēku elementi, kam visvairāk nepieciešama atjaunošana, ir caurules (auksts un karsts ūdens, kanalizācija), apkures sistēma, ieskaitot termostātisko regulēšanu, kā arī logi un balkonu durvis, un ventilācijas sistēma. Lai atbilstu pašreizējiem noteikumiem, vispārējā renovācijā var iekļaut arī energoefektivitātes pasākumus.

Šajā rokasgrāmatā tiks sniegti vairāki dzīvojamo rajonu renovācijas piemēri. Tālāk aprakstītie rajoni atrodas Helsinku apvidū: ģimenes mājas Helsinku austrumu daļā, Rihimeki pilsētas dzīvojamā priekšpilsētā un jaukts dzīvojamais rajons (Maunula) Helsinku ziemeļu daļā. Visi šie īpašumi ir iepriekš aprakstīti perioda māju fonds, un tādēļ līdzīgus risinājumus var izmantot arī citās valstīs daļās, kur ir daudz šāda tipa ēku.

3.3.1. Renovācijas projekta mērķi

Īres mājas Lājasalo, Helsinkos (456 dzīvokļi)



3.25. attēls. Īres mājas Lājasalo, Helsinkos

Helsinku īpašumā esošās īres mājas *Reiherintie* 7, 8, 9 un blakus ielās Lājasalo (3.25. attēls) ir spilgts 20. gs. 60. gadu beigu dzīvojamo ēku būves piemērs. To vispārīgais izkārtojams ir tipisks tā laika periodam: līnijveida kvartāliem ir dažāds augstums rajona topogrāfisko īpatnību dēļ. Ēkas ir novietotas perpendikulārā režģī, un tām ir lieli brīvdabas pagalmi, kas tiek izmantoti kā spēļu laukumi un zaļā teritorija. Saskaņā ar daudziem Eiropas standartiem šī dzīvojamā rajona blīvums ir mazs, jo tur ir daudz brīvu laukumu.

Mājām ir vairākas kāpņutelpas ar piekļuvi no austrumu un ziemeļu puses, kā arī balkoni dienvidu un rietumu fasādēs (3.26. attēls). Mājām ir plakans jumts, betona kapitālsiena, un to fasādes ir būvētas no gataviem slāņotiem elementiem ar mazgāta betona izskatu. Citādi tām raksturīgas tādas pašas iezīmes, kā iepriekš aprakstīts.

Galvenie iemesli, kuru dēļ 2007. gadā tika sākta renovācija:

- apkures un ūdens cauruļu sliktais stāvoklis – tās bija jānomaina;
- fasādes elementu problēmas, kas ir kopējas šāda veida ēkām: nepietiekama sienu un logu izolācija, elementu savienojumu sabrukums un laikapstākļu izraisīta slāņoto elementu ārējās virsmas bojāšanās;
- jumta izolācijas un laikapstākļu radītās pārklājumu problēmas – jumtam bija nepieciešams steidzams remonts;
- daļā ēku nebija ierīkots lifts, tādējādi radot nopietnas pārvietošanās problēmas gados vecākiem iedzīvotājiem.



3.26. attēls. Skats uz kāpņutelpu un balkonu no ēkas vienas puses

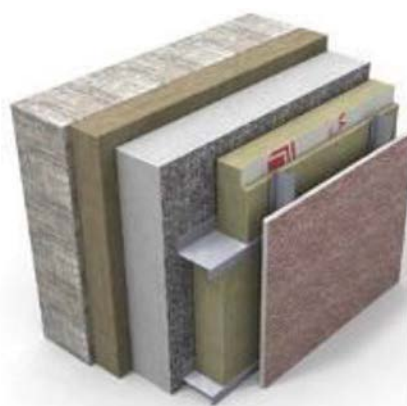
Šo elementu atjaunošanai bija nepieciešama daļēja armatūras un flīzējuma nojaukšana vannasistabās un virtuvēs. Tādēļ tika rekonstruētas un jauninātas vannasistabas un virtuves, tika nomainīti logi un balkonu durvis, tika uzlabota fasāžu un jumtu izolācija un remontētas balkonu nesošās struktūras.

Tika renovētas visu ēku ventilācijas sistēmas, ierīkojot mehāniskās ventilācijas vienības ar siltuma atguvi (3.27. attēls; 55–75 % efektivitāte). Apkuri un karsto ūdeni nodrošina rajona centralizētā apkure un karstā ūdens tīkls ar efektīvu centrālās apkures apakšstaciju, no kuras siltums pa vietējām caurulēm tiek sadalīts ēkām. Visi ūdens radiatori aprīkoti ar termostatiem, ko apkalpojošais personāls regulē divreiz gadā.



3.27. attēls. Ventilācijas siltuma atguves sistēma ar 55–75 % efektivitāti

Tā kā slāņoto elementu ārējais slānis un izolācija nebija sliktā stāvoklī, fasāde tika pārklāta ar vēdināmu ārējo izolāciju un apmetumu (3.28. attēls). Tas uzlaboja visu fasāžu U vērtību (no 0,40 līdz 0,17). Arī jumti tika papildus izolēti, mainot U vērtību no 0,35 līdz 0,09. Jauno logu U vērtība ir 1,00.



3.28. attēls. Izolācijas piemērs

Svarīga stratēģija, kas ir atkārtojama arī daudzos līdzīgos dzīvojamajos rajonos, bija rajona apdzīvotības blīvuma palielināšana, lai subsidētu daļu vispārējās renovācijas projekta un uzlabotu dzīvokļu pieejamību. Izmantotais risinājums bija viena papildstāva piebūve zemāko ēku kvartāliem (bez lifta) un divu atsevišķu kvartālu būve vienā grunts gabalā. Piebūvējot vienu stāvu (kopā 54 jaunus dzīvokļus), bija iespējams ierīkot jaunus liftus zemāko ēku kvartālos, turklāt papildēkas (51 dzīvoklis) palielināja īres ienākumus.

Papildstāva konstrukcija ir ļoti viegla, lai pārlietu nenoslogotu jau pašreizējo konstrukciju, bet nodrošinātu redzamu atšķirību no esošajiem stāviem. Tika renovētas arī koplietošanas telpas (veļas mazgātava, saunas), vienlaicīgi atjaunoti arī dārzi un spēļu laukumi. Jāuzsver, ka šī projekta īstenošana bija iespējama, pateicoties rūpīgam tehniski ekonomiskajam pamatojumam un drosmīgai visa īpašuma pārbūvei. Rezultāts ir vērtējams kā pozitīvs, un rajona kvalitāte ir ievērojami uzlabojusies. 3.29. attēlā parādīta ēku kopaina.



3.29. attēls. Jauno dzīvokļu kopaina (avots: arhitekts Ulpu Tiuri (2012. g. oktobris))

Sociālā dzīvojamā māja Rihimeki piepilsētā

Projektam izvēlētais pilsētas īpašumā esošais sociālais dzīvojamais kvartāls (3.30. attēls) atrodas Dienvidsomijas pilsētas Rihimeki piepilsētā Peltosārī. Šīs ēkas gadu gaitā ir stipri novecojušas, tādējādi samazinot to tirgus vērtību un radot sociālas problēmas, tāpēc tām bija nepieciešama steidzama renovācija.



3.30. attēls. Sociālais dzīvojamais kvartāls Rihimeki piepilsētā

Līdzīgi kā iepriekšējam objektam, arī šim ēkām fasāde ir būvēta no slāņotiem betona elementiem. Ēku izolācijas un slāņoto elementu ārējā slāņa sliktā stāvokļa dēļ bija nepieciešama to nojaukšana un aizvietošana. Tika pieņemts lēmums ierīkot TES fasādi ar koka rāmi (3.31. attēls), kas ietver ne tikai izolāciju un logus, bet arī vēdes kanālus un fasādes pirmā slāņa uzlikšanu.

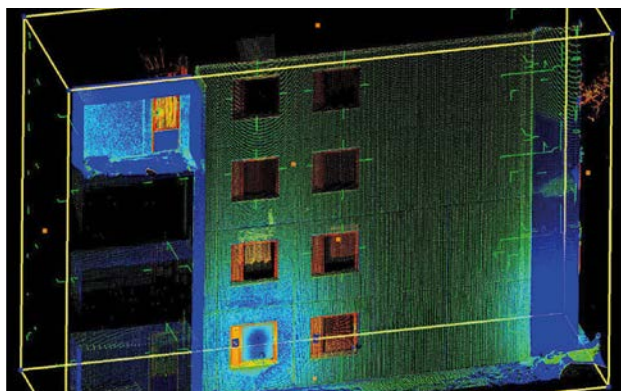


3.31. attēls. TES fasāde ar koka rāmi

Izvēlētais risinājums uzvarēja konkursā (Innova atjaunošana). Piedāvātajā risinājumā tika uzsvērti pilnībā rūpnieciski izgatavotas jau gatavas jaunas fasādes izmantošana, kam būtu saprātīgas (pieļaujamas) izmaksas. Projektu finansēja Sitra – Somijas Attīstības fonds, un to pārraudzīja VTT – Somijas Tehnisko pētījumu centrs.

33 dzīvokļu daudzstāvu ēka un dienas aprūpes centrs, kas uzcelti 1975. gadā, tika atjaunoti, izmantojot pasīvās mājas prasības, kur enerģijas patēriņš ir 25 kWh/m²a. Rekonstrukcijā ietilpa jaunas durvis un logi, balkoni, papildu termiskā izolācija un jauna mehāniskā ventilācija ar efektīvu siltuma atgūšanu (rotējošais siltummainis). Labu iekštelpu gaisa kvalitāti nodrošina ventilācijas vienību filtri.

Lai noteiktu siltuma zudumu, ēkas ierobežojošās konstrukcijas tika skenētas ar termogrāfu (3.32. attēls). Lai noteiktu jauno ražojamo fasādes elementu izmērus, ēkas tika arī mērītas, izmantojot lāzerskenēšanu. Gatavie elementi bija jāpārvieta uz būvlaukumu un vertikāli jāpacel, jo katrs elements bija četru stāvu augstumā (12 m). Izmantojot lāzerskenēšanu, būvdarbu laiks samazinājās par 5 mēnešiem, kas ir puse no laika, kāds nepieciešams līdzīgu ēku renovācijai Peltosārī priekšpilsētā.



3.32. attēls. Termogramma

Lai ēkas plakana jumts atbilstu energoefektivitātes standartiem, tam bija nepieciešams remonts un papildu izolācija. Plakanā jumta pārveide par slīpo jumtu ar koka rāmi un dzegu bija izaicinājums, jo konstrukcijas bija jāargā no laikapstākļu (lietus, salnas, sniega) ietekmes. Telpa zem jaunā jumta tika izmantota vēdes kanālu un ventilācijas vienību tehnisko iekārtu ierīkošanai.

Jaunie logi tika aprīkoti ar diviem divkārša stiklojuma paneļiem, argona pildījumu un selektīvo plēvi, un to U vērtība ir $0,66 \text{ W/m}^2\text{a}$. Balkonu durvīm pašlaik ir trīskāršs stiklojums, argona pildījums un selektīvā plēve. Vecie dzelzsbetona balkoni tika nojaukti un nomainīti pret tērauda rāmja balkoniem. 3.33. un 3.34. attēlā atainota vecās izolācijas noņemšana.



3.33. attēls. Vecās izolācijas noņemšana un fasādes ārējā paneļa nojaukšana



3.34. attēls. Vecās izolācijas noņemšana un fasādes ārējā paneļa nojaukšana

Jaunā mehāniskās ventilācijas sistēma ir centralizēta, tādējādi tiek nodrošināta vieglāka tās apkope un garantēta labāka iekštelpu gaisa kvalitāte, jo filtri jāmaina divas trīs reizes gadā, kas būtu gandrīz neiespējami, ja katrā dzīvoklī būtu atsevišķa ventilācijas vienība.

Pirms atjaunošanas apkure un karstā ūdens apgādes sistēma tika nodrošināta, izmantojot elektroenerģiju. Lai renovācijas laikā ēku apgādātu ar karsto ūdeni, to pievienoja centralizētajam apkures un karstā ūdens tīklam. Sākotnēji telpu apkuri nodrošināja ar elektriskajiem radiatoriem, jo tiem nav nepieciešami cauruļvadi. Tādēļ, lai izvairītos no nopietnas iejaukšanās ēkas betona struktūrā, elektriskie radiatoru netika mainīti.

Ēkas ierobežojošo konstrukciju nojaukšanas un jauno strukturālo elementu uzstādīšanas laikā tika rūpīgi plānota aizsardzība pret laikapstākļiem. Šim aspektam nojaukšanas un uzstādīšanas laikā ir ļoti būtiska nozīme, jo lietus un ūdens, kas sakrājas šo darbu laikā, rada mitruma bojājumus un izraisa pelējuma parādīšanos. Tādēļ jumta aizsardzībai tika sagatavota pagaidu aizsargājoša struktūra, kas veidota no caurulēm (3.35. attēls) un pārklāta ar brezentu. Tikai pēc tam tika veikta ūdens izolācijas un siltumizolācijas noņemšana.

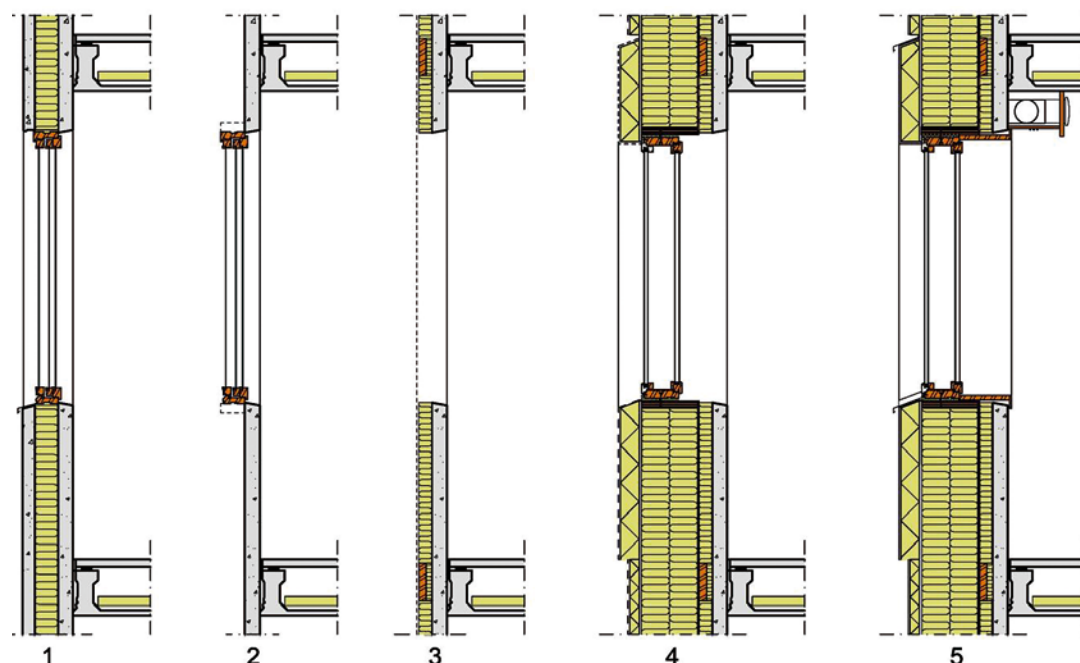


3.35. attēls. Ar cauruļu pagaidstruktūru aizsargāts jumts

Jaunie jumta elementi – koka kopnes un koka jumta paneļi – tika pacelti ar celtni un samontēti uz sausas jumta pamatnes, kur uz jauno bēniņu grīdas (iepriekšējā jumta) pirms tam tika uzlikta jaunā izolācija un ierīkoti vēdes kanāli. Jaunie jumta elementi nodrošināja tūlītēju aizsardzību pret laikapstākļiem un paātrināja darbu pabeigšanu (3.36. attēls).



3.36. attēls. Jaunie jumta elementi un vēdes kanāli



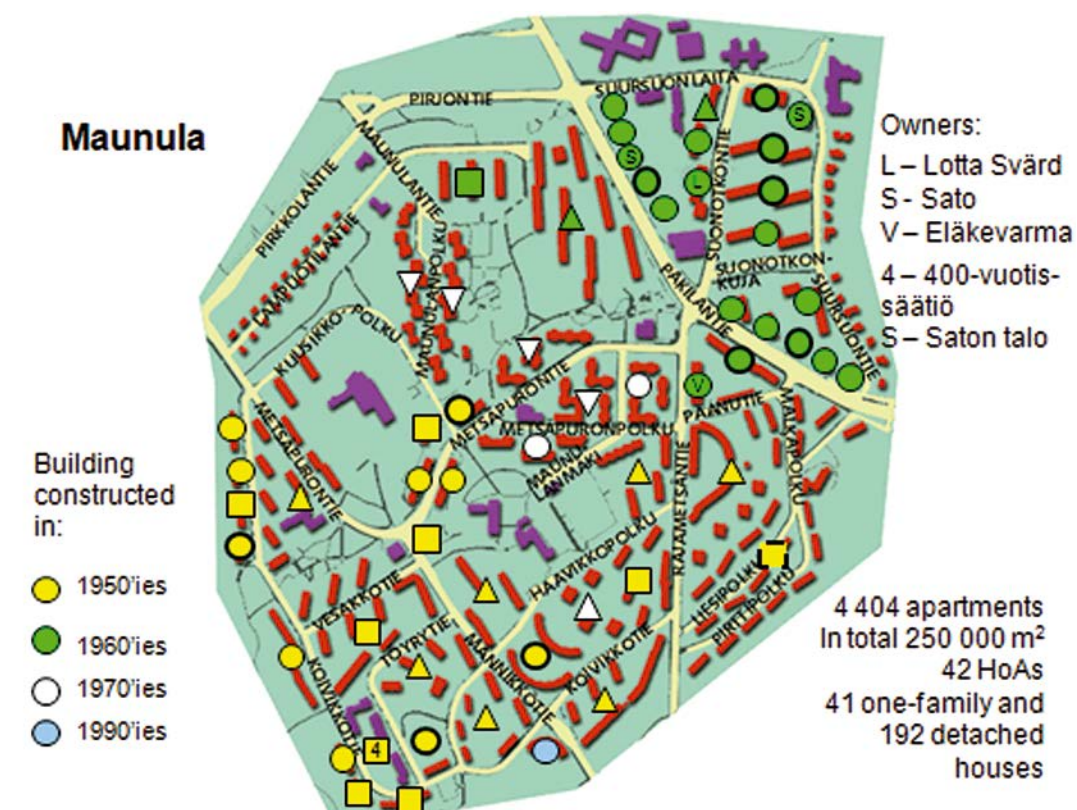
3.37. attēls. Pilnas renovācijas fāzes, izmantojot koka elementu fasādes detaļas (avots: K. Lilikangass)



3.38. attēls. Ēka pēc pilnas renovācijas ar koka elementu fasādi, jauniem balkoniem un jaunu slīpo jumtu (avots: K. Lilikangass)

3.3.2. Ēku grupas renovācija energoefektivitātes uzlabošanai

Dzīvojamām ēkām novecojot, to cauruļu sistēmām nepieciešama renovācija. Tas attiecas uz vannasistabām, virtuvēm un apkures sistēmu, kur tiek izmantota siltā ūdens cirkulācija. Var atjaunot gan atsevišķas ēkas, gan arī to grupas. Otrā risinājuma apraksts sniegts 3.39. attēlā.



3.39. attēls. Ēku grupas renovācijas shematiskā karte Maunulai, Helsinkos, ar dažādos periodos būvētām ēkām un to īpašniekiem (avots: Eino Rantala, Ekosto)

Kādēļ ēku grupas renovācija?

Apzinot viena veida un vecuma ēku ar atjaunošanu saistītās vajadzības un šīs ēkas sagrupējot, tiktu samazinātas kopējās izmaksas. Grupēšanu varētu izmantot, pērkot enerģijas patēriņa kontroli, projekta vadības pakalpojumus, skiču projektu, celtniecības un projekta ieviešanas un pārraudzības pakalpojumus.

Apvienojoties tiek stiprināta iedzīvotāju pozīcija pret piedāvājuma izteicējiem. Grupai ir vairāk resursu nekā individuālam, lai organizētu pētījumus, izsolītu piedāvājumu, veidotu projektu un pārraudzītu to. Parasti grupēšanu veic, lai atjaunotu šādus ēku objektus: dzīvokļu iekštelpas (virtuves, vannasistabas), koplietošanas telpas (veļas mazgātavas, aukstās uzglabāšanas telpas, velosipēdu novietnes, saunas, āra zālienus un stāvvietas). Energoefektivitātes uzlabošanas pasākumus var iekļaut iepriekšminētajās kategorijās, jo tos var veikt vienlaikus.

Ar renovāciju saistītajās vajadzībās var iekļaut arī ēkas ierobežojošās konstrukcijas (logus, jumtus, ārsienas, ārdurvis) un komunālos pakalpojumus (ūdeni, apkuri, kanalizāciju, elektroenerģiju, ventilāciju).

Helsinki rajons Maunula pārsvarā tika būvēts 20. gs. 50.–60. gados. Šī rajona ēku celtniecībā piedalījās tikai daži uzņēmumi, tāpēc pēc uzņēmuma, kas cēlis ēku, var noteikt tās standarta veidu.

Šāda viena veida un vecuma ēku grupēšana ir izdevīga. Tā kā izolīto atjaunošanas darbu apmērs ir liels, iespējams piesaistīt lielākus "spēlētājus" un savstarpēji rosināt konkurenci, kā arī samazināt renovācijas izmaksas, salīdzinot ar izmaksām atsevišķām ēkām. Piemēram, Maunulā, atjaunojot vienu ēku grupu, tika ietaupīts aptuveni 10 % izmaksu salīdzinājumā ar atsevišķām ēkām veiktajām izsolēm.

Salīdzinot ar individuālo pieeju, ēku grupas renovācijas iegūtais ietaupījums bija 10 %, un to veidoja:

- remontdarbi: 2,5–3,0 %;
- dzīvokļu atbrīvošana: 2 %;
- līgumu slēgšana: 3,5 %;
- sākotnēji noteiktās galīgās cenas samazināšana – ietaupījumi tika sadalīti starp izpildītāju un iedzīvotājiem attiecībā 50/50.

Plānojot ēku grupas renovācijas projektu, visi izvēlētais ēku grupas iedzīvotāji tika uzaicināti uz tikšanos, lai vienotos par dažādiem izstrādājumiem paredzētajiem atjaunošanas pasākumiem. Dalībnieku kontaktinformācija, iespējamo izmaksu novērtējums un dažādo atjaunošanas pasākumu grafiks tika saskaņots ar visiem dalībniekiem.



3.40. attēls. Viena no 20. gs. 60. gados celtajām ēkām Maunulā, Helsinkos, grupas atjaunošanas beigu fāzē (avots: A. Nuorkivi)

Energoefektivitātes uzlabošanas šķēršļi

Virtuvju un vannasistabu atjaunošana ir diezgan viegli kontrolējama, jo šīs telpas ietilpst iedzīvotāju tiešo interešu lokā.

Tomēr daudzi energoefektivitātes uzlabošanas pasākumi ir grūti īstenojami to ilgās neatmaksāšanās dēļ. Dārgie energoefektivitātes pasākumi netiek īstenoti, jo nepietiek finanšu tik plašai renovācijai, kas skartu gan cauruļvadus, gan energoefektivitāti.

Māju īpašnieku biedrībām ir atšķirīgas intereses, jo māju iedzīvotāji ir dažāda vecuma cilvēki: vecākie iedzīvotāji nav ieinteresēti ilgtermiņa investīcijās, bet jaunākajiem parasti ir finansiāli šķēršļi.

Tomēr ekonomiskuma ziņā energoefektivitātes pasākumi būtu pētāmi un īstenojami kopā ar citiem lieliem atjaunošanas projektiem, piemēram, cauruļvadu atjaunošanu.

Maunulas piemērā tika veikta enerģijas patēriņa kontrole, un rezultāti liecināja par daudzu energoefektivitātes pasākumu īstenošanas nepieciešamību. Tomēr finansiālu iemeslu dēļ tie lielākoties netika veikti; cauruļvadu rekonstrukcijas izmaksas vien sasniedza daudziem iedzīvotājiem pieļaujamo apjomu. Ieguldījumi energoefektivitātes pasākumos ievērojami palielinātu finanšu vajadzības, un iedzīvotāji tam nepiekrīt, neņemot vērā nekādu atmaksāšanās laika novērtējumu, kas saistīts ar šādiem ieguldījumiem.

Risks un riska samazināšana

Ja izolē uzvarējis ir pretendents ar daudz mazāku izmaksu piedāvājumu nekā sāncenši, mājas īpašnieku biedrība pieprasa papildu informāciju par iemesliem, lai varētu nodrošināt sabiedriski nepieciešamos maksājumus (nodokļus, pensiju iemaksas utt.) un materiālu sagādi.

Ģenerāluzņēmējs pilnībā ir atbildīgs par darbu nodošanu apakšuzņēmējiem. Apakšuzņēmēju ķēdes nedrīkst būt garas, lai nepārtrauktu atbildības ķēdi.

Ēku grupu renovācijas iespējas Somijā

Somijā ir aptuveni 90 000 ēku kvartālu un atsevišķu ēku, kurās ir kopā aptuveni 1,1 miljons dzīvokļu.

Šīs mājas pieder aptuveni 77 000 māju īpašnieku biedrībām. Lai varētu veikt ēku grupu renovāciju, būtu nepieciešams izveidot 500 līdz 1000 grupas ar aptuveni 5–8 ēkām katrā, tā aptverot apmēram pusi dzīvojamā fonda. Tādēļ ir apsveramas šāda risinājuma pārņemšanas iespējas.

Informācijas avots: Eino Rantala: *Energiatohokkuuden kasvattaminen ryhmäkorjausmallilla, Energia yhdyskunta-suunnittelussa* – lekcija par enerģiju pilsētplānošanas kursā, ko Ālto PRO organizēja 22.11.2011. programmas “Intelligent Energy Europe” finansētā projekta UP-RES laikā.

3.3.3. Īstenotie pasākumi un paredzamie rezultāti

Īres mājas Lājasalo, Helsinkos

Īstenotie pasākumi tika aprakstīti 3.3.1. apakšnodaļā, un tie visi nozīmīgi ietekmē atjaunoto māju enerģētisko veiktspēju. Gaidāmais enerģijas patēriņa samazinājums var mainīties atkarībā no īrnieku uzvedības (tās ietekme – +/- 30 %), taču labs sākums ir arī ierobežojošo konstrukciju izolācija, logu un jumta uzlabošana (vidēji 40 %) un efektīvākas mehāniskās ventilācijas ar siltuma atgūšanu (individuālās sistēmas, viena gaisa apstrādes vienība katram dzīvoklim) ierīkošana.

Renovācijas projekts tika pabeigts 2011. gadā, un vēl nav pārraudzības rezultātu, taču visu ēku apkures, elektroenerģijas (tiek izmantota pakalpojumu sniegšanai un koplietošanas telpās) un ūdens patēriņa dati par gadu ir pieejami namu apsaimniekošanas uzņēmumā. Īrnieku patērētā elektroenerģija netiek centralizēti fiksēta, tādēļ šo enerģijas daļu nevar pārbaudīt.

Sociālais dzīvojamais kvartāls Rihimeki

Labāka visas mājas enerģētiskā veiktspēja, kas paredzēta, lai panāktu atbilstību pasīvās mājas standartiem, tiek sasniegta, uzlabojot ierobežojošo konstrukciju izolāciju (ārējās sienas = 0,1, jumts = 0,08) un nodrošinot ļoti efektīvu siltuma atgūšanu ventilācijas sistēmā (75 %). Ļoti efektīvu logu (U = 0,66) izmantošana sniedz ieguldījumu ierobežojošo konstrukciju enerģētiskajā efektivitātē.

Ēkas enerģijas modelēšanu veica Somijas Tehnisko pētījumu centrs (VTT), izmantojot IDA-ICE programmatūru. Saskaņā ar modelēšanas datiem ēkā enerģijas pieprasījums ir samazinājies par 75 %. Pēc ēkas renovācijas VTT pārrauga arī jaunās sienas struktūras veiktspēju. Hermētiskuma vēlamais līmenis ir 0,6 l/h vai mazāks.

Lielais visu jauno strukturālo elementu apstrādes īpatsvars nodrošina ēku būvēšanu daudz īsākā laikā, tādējādi samazinot laika patēriņu līdzīgiem projektiem līdz pat 50 % no Somijā apstiprinātās standarta vērtības. Izmantojot rūpniecisko celtniecību, tās laikā ir mazāk atkritumu, kļūmīgi saliktu konstrukciju, ir iespējams novērst mitruma radītos bojājumus uzstādīšanas laikā, kā arī nodrošināt labāku kvalitātes pārbaudi.

Atjaunīgās enerģijas iespējama lietojums

Šajos projektos nav izmantoti atjaunīgās enerģijas resursi, taču varētu būt iespējama vēlāka saules paneļu uzstādīšana uz austrumu un rietumu virzienā uzbūvētajiem Lājasalo rajona kvartāla jumtiem. Rihimeki ēkas vēsums nenodrošina jumta virsmu, kas būtu atbilstoša saules paneļu uzstādīšanai. Turklāt nav saprātīgi izmantot saules siltuma sistēmu, jo rajona apkure, kas balstīta uz apvienoto apkures un karstā ūdens tīklu, jau tiek darbināta ar 90 % efektivitāti.

3.4. Zviedrijas piemēri

Zviedrija izvēlējās aprakstīt trīs – Stokholmas, Malmes un Ūmeo – daudzdzīvokļu mājām energoefektivitātes uzlabošanas gaitā veikto renovāciju. Pirmais piemērs ir 2011. gadā Stokholmas vides administrācijas projektā “Ilgtspējīgā Jerva” veiktā renovācija. Divi pārējie piemēri ir Olidhemas un Rosengordas – Ūmeo dzīvojamo rajonu – renovācija.

Zviedrijas Miljons māju programmā (saukta arī par Miljonu programmu) no 1965. līdz 1974. gadam tika celti mājokļi trīs pilsētu rajonos. Lai apmierinātu pieprasījumu pēc dzīvesvietas par saprātīgu cenu, programmas mērķis bija desmit gadu laikā uzcelt 100 000 mājokļu gadā [4]. Programmai beidzoties, bija uzcelts aptuveni 1 006 000 jaunu mājokļu. Šis ēkas veido 25 % no visu Zviedrijas ēku kopskaita [38]. 20. gs. 60.–70. gados līdzīgās Eiropā uzceltās ēkās dzīvo vairāk nekā 200 miljoni cilvēku [26]. Miljons māju programmas ēkām, it īpaši tām, kas uzceltas 60. gados, ir augsts enerģijas patēriņš – 220 kWh/m², kas ir par 30 % lielāks nekā jaunajām ēkām [18]. Turklāt šīs ēkas ir arī novecojušas, un tām steidzami nepieciešama renovācija.

Zviedrijas valdības ieceltā Deleģācija par ilgtspējīgām pilsētām finansiāli ir atbalstījusi trīs energoefektivitātes projektus pilsētu mikrorajonu un dzīvojamo rajonu attīstībai [37]. Deleģācijai tika piešķirti 340 miljoni galvenokārt māju klimata un energoefektivitātes uzlabošanas pasākumiem [39].

Māju energoefektivitātes uzlabošanas pieprasījuma pieaugumu Zviedrijā noteica Zviedrijas parlamenta mērķis līdz 2050. gadam divkārt samazināt māju enerģijas patēriņu [27]. Turklāt, izmantojot iepriekšējo projektu pieredzi un ieguldot enerģētiski efektīvās konstrukcijās, lai noskaidrotu veiksmīgākos tehniskos risinājumus, valdības mērķis ir nākamo 20 gadu laikā padarīt Miljons māju programmas ēkas par enerģētiski “gudrākajām” ēkām.

3.4.1. Projekts “Ilgtspējīgā Jerva”

Projektam izvēlēta rajona apraksts

Piecu gadu projekts “Ilgtspējīgā Jerva” ir Jervas pilsētas rajonu atjaunošanas darbu daļa. Šis projekts ir “Järvalyftet” daļa. Ar šo projektu tiek pievērsta uzmanība tēmai “Labi dzīves apstākļi un dažāda pilsētvide”, un tajā tiek akcentēti trīs galvenie aspekti: vide, klimats un enerģija.

Jerva, kas atrodas Stokholmas ziemeļaustrumu nomalē, ir viens no piepilsētas rajoniem, kas, īstenojot Zviedrijas Miljons māju programmu, tika uzcelts laikā no 1966. līdz 1980. gadam. Rajona ziemeļu daļā atrodas mikrorajoni Akalla, Husby un Kista, bet dienviddaļā – mikrorajoni Julsta, Tensta un Rinkebi (3.41. attēls). Rajona 25 400 dzīvokļos, 700 vienģimenes mājās un 221 terases mājās dzīvo 60 000 iedzīvotāju [34].



3.41. attēls. Piepilsētas rajons Jerva ar sešiem mikrorajoniem aptver lielu, zaļu apvidu, ko dēvē par Jervafältetu [35]

Pašlaik aptuveni 80 % Jervas iedzīvotāju ir imigranti, 50 % no viņiem ir bezdarbnieki [34], tāpēc šajā rajonā ļoti būtiskas ir sociālās programmas, taču papildus tam ļoti vajadzīga ir arī apkārtējās vides

uzlabošana [31; 14]. Nepieciešamā mājokļu fonda atjaunošana ietver tvaika katlu nomaiņu, balkonu, fasāžu un kāpņutelpu atjaunošanu, pagalmu un celiņu labiekārtošanu [20].

Vienlaikus ar modernizācijas plānošanu Stokholmas pilsētas vadība, izveidojot “Järvalyftet”, ierosināja sadarboties varas iestādēm, valdības aģentūru pārstāvjiem un iedzīvotājiem, lai varētu atrisināt rajona apkārtējās vides un sociālās problēmas. Par “Järvalyftet” apspriežamiem jautājumiem pilsētas dome lēma 2007. gada septembrī, bet oktobrī politiskās vadības grupa noteica mērķi. Iniciatīvas centrā bija plaša sadarbība starp dažādām iesaistītajām pusēm. 2008. gada rudenī tika organizētas daudzas tikšanās un pārrunas ar politiķiem, uzņēmējiem, biedrībām, valdības aģentūrām, bet visvairāk – ar iedzīvotājiem. Lai precizētu projekta mērķi un vienkopu fiksētu nākotnē veicamos darbus, pilsētas dome 2009. gada aprīlī pieņēma Jervas rajona redzējumu 2030. gadam “Vision Järva 2030”, kurā atspoguļotas arī diskusiju laikā radušās idejas [41]. Jervas redzējums 2030. gadam ir ilgtermiņa ieguldījums, lai attīstītu un uzlabotu Jervas piepilsētas sešu rajonu sociālos, ekonomiskos un sadzīves apstākļus. Šajā darbā uzmanība pievērsta četrām galvenajām jomām: labiekārtotiem mājokļiem un dažādai pilsētvidei, mikrorajonu drošībai, pilnveidotai izglītības sistēmai un valodu apguvei, lielākai saimnieciskajai rosībai un darba iespējām. Jervas redzējumu 2030. gadam saskaņoja pilsētas dome. Darbu vada divas vadības grupas – politiskās vadības komiteja, kas darbojas kā projekta darba informācijas un stabilizēšanas forums, un operatīvā vadības grupa, kas nodrošina pilsētas domes lēmumu izpildi. Ir vēl arī zemāku amatpersonu darba grupa, kas daļēji darbojas kā operatīvās vadības speciālistu grupa. Šo komisiju un darba grupu dalībnieki papildus Jervas projekta pārvaldīšanai pārstāv arī pilsētas attīstības, vides, transporta un plānošanas administrāciju. Modelis, kad projekts tiek saskaņots divās vadības komitejās, politiskā līmenī ir neparasts, tāpēc tas tika pasludināts par ierosmes priekšrocību [20].

Renovācijas projekta mērķi

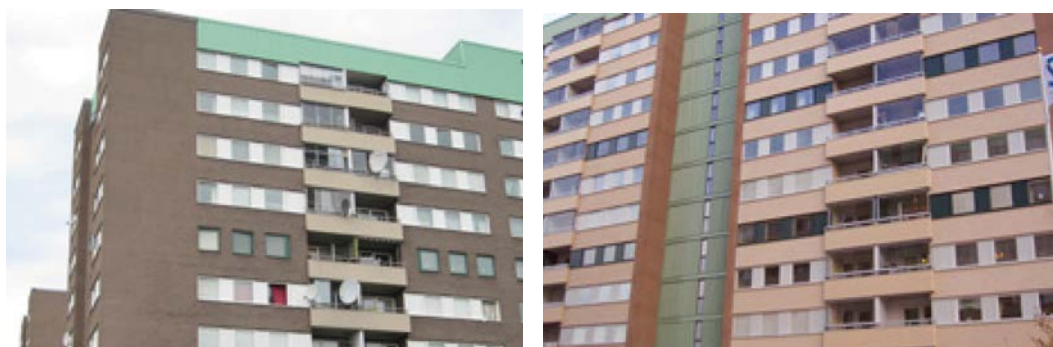
Projekts “Ilgtspējīgā Jerva” papildina Jervas redzējumu ar vides jautājumiem, kas aptver piecas jomas: energoefektivitāti, atjaunīgo enerģiju, ilgtspējīgu transportu, informāciju un līdzdalību, pārraudzību un novērtējumu. Šo projektu vada Stokholmas Vides administrācija, un tam ir vairāki sadarbības partneri. Uzņēmums “Svenska Bostäder”, kas ir lielākais Stokholmas pašvaldības īpašumu pārvaldes uzņēmums un kam pieder aptuveni 5500 dzīvokļu Jervas rajonā [36], līdz projekta beigām 2014. gadā uzlabos 350 Jervas rajona ēku energoefektivitāti. Šajā projektā gūtā pieredze noderēs līdz 2022. gadam paredzēto nākamo 5000 Jervas rajona mājokļu atjaunošanā. Mērķis ir enerģijas patēriņa samazinājums par 50 % – no 180 līdz 88 kWh/m² – un atjaunīgās enerģijas resursu izmantošana šajā rajonā. Citi projekta “Ilgtspējīgā Jerva” sadarbības partneri ir pilsētas satiksmes un atkritumu pārvaldības administrācija, Rinkebi–Kistas mikrorajona administrācija, Spongass–Tenstas mikrorajona administrācija un Stokholmas pilsētas muzejs.

3.42. attēlā redzams projektā “Ilgtspējīgā Jerva” iekļauto dzīvojamo ēku kvartālu izvietojums.



3.42. attēls. Projekta “Ilgtspējīgā Jerva” renovācijai paredzētie dzīvojamo ēku kvartāli (avots: Mijöförvaltningen, Stockholms stad)

Šajā rajonā par plašāk izplatītajām tika atzītas triju veidu mājas (avots: *Mijöförvaltningen, Stockholms stad*): no blokiem būvētas 11–12 stāvu augstceltnes Akalā (3.43. attēls); no blokiem būvētas 5–6 stāvu ēkas ar balkoniem Husbijā (3.44. attēls) un trīs stāvu dzīvojamo māju kvartālā Rinkebijā (3.45. attēls).



3.43. attēls. Ēka Akalā, *Sibeliussgongen 2*, pirms un pēc renovācijas, pabeigta 2012. gada rudenī (avots: *Mijöförvaltningen, Stockholms stad*)



3.44. attēls. Ēka Husbijā, *Trondheimgatan 28*, pirms un pēc renovācijas, pabeigta 2011. gadā (avots: *Mijöförvaltningen, Stockholms stad*)



3.45. attēls. Ēka Rinkebijā, *Gerdebiplan 16*, pirms un pēc renovācijas, kas veikta līdz 2012. gada pavasarim (avots: *Mijöförvaltningen, Stockholms stad*)

Lai varētu divkārt samazināt enerģijas patēriņu, nepieciešamie pasākumi ir apkures, karstā ūdens enerģijas un ēku elektroenerģijas pieprasījuma samazināšana ar tehniskiem līdzekļiem. Turklāt projekta mērķis ir mājtsaimniecību elektroenerģijas patēriņa samazināšana par 10 %. Projekta laikā uzņēmums “Svenska Bostäder” izmēģināja divus dažādus atjaunošanas paņēmienus: tradicionālo renovāciju “uz vietas” un gatavu fasādes elementu uzstādīšanu. Pēc projekta pabeigšanas 2014. gadā abas metodes tiks novērtētas no vides, ekonomiskā un estētiskā aspekta, lai noskaidrotu labāko risinājumu turpmākajām

renovācijām [26]. Ja metodes izrādīsies efektīvas gan enerģijas patēriņa, gan izmaksu ziņā, tās varētu tālāk izmantot Miljons māju programmas ēku atjaunošanai gan Zviedrijā, gan citur Eiropā [26].

Projekta mērķi ir atspoguļoti 6.–8. pielikumā, sadalot tos pa jomām: energoefektivitāte, atjaunīgā enerģija, ilgtspējīgs transports, informācija un novērtējums.

Īstenotie pasākumi un izmēģinājumceltniecības darbu rezultāti

2011. gadā tika pabeigta ēka Husbijā, *Trondheimgatan 28* (3.44. attēls), kas bija viena no projektā “Ilgtspējīgā Jervā” iekļautajām ēkām. 2011. gada aprīlī atjaunotajos dzīvokļos iekārtojās pirmie īrnieki [36]. *Trondheimgatan 28* ir daļa dzīvojamā kvartālā *Trondheim 4*, kas tika uzbūvēts 20. gs. 70. gadu sākumā Miljons māju programmas īstenošanas gaitā. Dzīvojamā kvartālā ir četras ēkas, kas ieskauj pagalmu, un tas sākotnēji tika veidots kā balkonu piekļuves kvartāls.

Uzņēmums “Svenska Bostäder” nolēma sākt renovāciju ar šo kvartālu, lai iegūtu pieredzi tālākajam darbam. Tā kā šajā ēkā 2005. gadā bija izcēlies ugunsgrēks, tā bija tukša, tāpēc “Svenska Bostäder” ēkā varēja veikt plašu renovāciju, lai nodrošinātu jaunajām ēkām atbilstošu standartu.

Renovācijā bija paredzēts kopējo ieejas balkonu aizstāt ar katram dzīvoklim atsevišķu balkonu. Tā kā bija jānojauc balkona elementi, bija iespējams uzlikt papildu izolāciju ārā fasādei, pat zem balkona plāksnēm. Galvenais šo pārmaiņu iemesls bija drošība, jo iedzīvotāji apgalvoja, ka ieejas balkons ir nedrošs. Lai ieejas balkonus varētu pārveidot par parastiem balkoniem, bija jāierīko otra kāpņutelpa un lifts, savukārt tas pārmainīja vispārējo izkārtojumu. Uzņēmums “Svenska Bostäder” izmantoja šo iespēju, lai izveidotu vairākus vien- un piecistabu dzīvokļus, pēc kuriem rajonā ir liels pieprasījums.

Atjaunojot ēku *Trondheimgatan 28*, tika veikti **šādi pasākumi**: fasādes papildu izolēšana ar 100 mm materiālu, plāksņu siltummaiņa uzstādīšana (81 % efektivitāte), jaunas kāpņutelpas izveide (ieejas balkoni tika pārveidoti par individuālajiem balkoniem), logu (U vērtība 1,1) un ieejas durvju (U vērtība 2,5) nomainīšana, jaunas divcauruļu apkures sistēmas uzstādīšana (jauni radiatori), jaunas ūdensvada sistēmas uzstādīšana, ieejas un kāpņutelpas aprīkošana ar LED armatūru, kuras darbību nodrošina laika un klātbūtnes detektori, laika un klātbūtnes detektoru vadīta ārā apgaismojuma izveide, platjoslas pieslēguma izveide internetam, TV un IP savienojumam, ar *intercom* ierīci aprīkotu vārtu ierīkošana, ieejas kontroles sistēmas izveide ieejas durvīm, dzīvokļu durvīm un koplietošanas telpām, jaunu liftu ierīkošana, elektrisko ierīču bez halogēna gāzēm un elektroapgādes līnijas izveide.

Pašlaik notiek kvantitatīva un kvalitatīva rekonstrukcijas rezultātu vērtēšana. Karaliskais tehnoloģiju institūts un Ūmeo Universitāte ir izstrādājusi veidni, lai būtu iespēja ziņot par ēkas enerģētisko veiktspēju pirms un pēc rekonstrukcijas. Izmantojot veidni, iespējams informēt par ikmēneša siltuma, aukstuma, karstā ūdens, ēkas un mājtsaimniecības elektroenerģijas patēriņu. Gada patēriņš tiek izteikts mērvienībās kWh/m² un kWh/cilvēkam. Analizējot saņemto informāciju, ir iespējams salīdzināt dažādus renovācijas projektus.

Renovācijas pasākumu kvalitatīvais vērtējums pamatojās uz sabiedrības viedokli. Iedzīvotāji tika aptaujāti par renovācijas efektivitāti, kā arī tika noskaidrotas viņu domas par veidola, drošības un ērtību pārmaiņām. Novērtējums tika veikts, anketējot iedzīvotājus. “Svenska Bostäder” nosūtīja anketu iedzīvotājiem sešus mēnešus pēc viņu ievākšanās un pēc tam atkārtoti divus gadus pēc renovācijas pabeigšanas. Aptaujas rezultāti tiks analizēti 2013. gadā. Mājtsaimniecības ir piedalījušās arī fasāžu veidojuma un krāsu izvēlē. Arī ieejas balkonu nomainīšana pret individuālajiem balkoniem daļēji notika pēc iedzīvotāju iniciatīvas, lai rajonā radītu lielāku drošības izjūtu.

Pēc renovācijas tika veikta neatkarīga ēkas pārbaude, un ēkai tika piešķirta Zaļās ēkas apliecība (*Miljöbyggnad cetrifikat*). Tas ir Zviedrijas sertificēšanas sistēmas dokuments jaunām un atjaunotām ēkām. Pirms apliecības piešķiršanas tiek novērtēti tādi ēkas parametri kā enerģija, siltums, enerģijas veidi, troksnis, radiācijas līmenis, ventilācija un ārā gaisa kvalitāte.

Atjaunīgās enerģijas iespējama lietojums

Projekta “Ilgtspējīgā Jervā” mērķis ir karstā ūdens uzsildīšanai un telpu apkurei izmantotās pirktais enerģijas daļas samazināšana, palielinot Jervā atjaunīgās enerģijas daļas izmantošanu. Tiek plānots 1000 m² ēku uzstādīt efektīvus iebūvētos saules paneļus, tā iegūstot 200 MWh/gadā [12]. Līdz ar saules bateriju uzstādīšanu ir paredzēta pirktais elektroenerģijas daļas samazināšana. Nacionālā dzīvokļu apgādes, celtniecības un plānošanas pārvalde (*Boverket*) piešķirusi Stokholmai finansiālu atbalstu valsti

lielākā saules sistēmas tīkla attīstībai. Aptuveni uz 40 Jervas rajona ēkām apmēram 10 000 m² (platība, ko aizņemtu pusotrs futbola laukums) lielā platībā ir plānots uzstādīt saules baterijas. Atbalstot visus projektā iesaistītos dzīvojamo ēku būves uzņēmumus – “Svenska Bostäder”, “Stockholmskem”, “Familjebostäder” un “Fastighetskontoret”, mērķis ir izveidot Jervu par saules enerģijas ieguves ziņā blīvāko rajonu Zviedrijā. Uzstādīšanas radītās kumulatīvās ietekmes novērtējums ir 1,4 MWp, kas radītu 1,3 GWh/gadā. Lai to īstenotu, aprēķināts, ka aptuvenās izmaksas ir SEK 35,5 miljoni (aptuveni EUR 4,2 miljoni) [23]. 3.6. tabulā atspoguļota dažādu pašvaldības uzņēmumu ieguldītā daļa saules bateriju uzstādīšanā un prognozētā enerģijas ieguve.

3.6. tabula. Pašvaldības dzīvojamo māju celtniecības uzņēmumu plānotās ierosmes, kas saistītas ar saules bateriju uzstādīšanu šajā apvidū [23]

Pašvaldības mājokļu uzņēmums	Ēku skaits	Saules bateriju laukums, m ²	Saražotās enerģijas novērtējums, kWh/gadā	Maksimālā jauda, kWp
<i>Svenska Bostäder</i>	14	2100	270 000	300
<i>Familjebostäder</i>	12	2730	351 000	390
<i>Stockholmskem</i>	12	1700	218 571	243
<i>Fastighetskontoret</i>	4	3200	411 429	457
Kopā	42	9730	1 251 000	1390

Saules bateriju uzstādīšanas laikā mērķis ir arī pārbaudīt ietaišu veiktspēju un izveidot datubāzi, kur būtu aprakstīti elektroenerģijas ieguves rezultāti ziemeļu apstākļos. Ilgākā laikā šis varētu būt piemērs līdzīgai ierosmei un sniegt ziņas, cik elektroenerģijas iegūtu sistēma, kas noteiktā veidā uzstādīta uz ēkas jumta [32]. Tīks izstrādāta arī pārraudzības sistēma elektroenerģijas ražošanas un ietaišu izmaksu novērtēšanai [12].

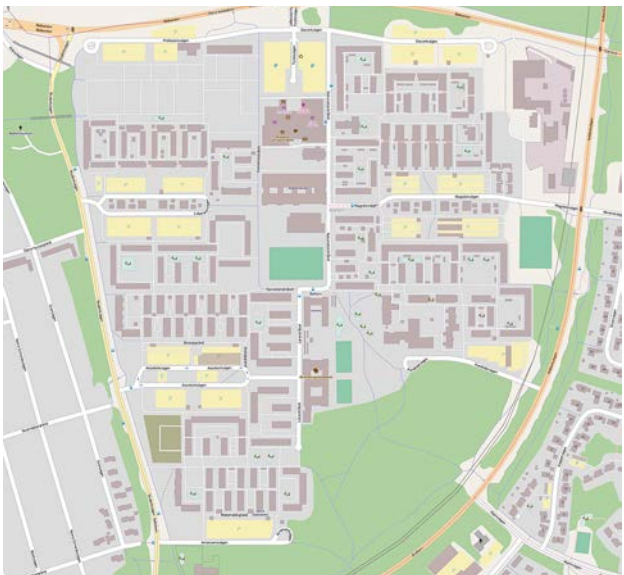
3.4.2. Projekts “Ilgtspējīgā Olidhema”

Projektam izvēlēta rajona apraksts

Piecu gadu renovācijas projektā “Ilgtspējīgā Olidhema”, kas sākts 2010. gadā, tika izvēlēts viens no Miljons māju programmas piemēriem Ūmeo pilsētas rajonā – Olidhemā. Ar Delegācijas par ilgtspējīgām pilsētām sniegto finanšu atbalstu un daudzu izpildītāju devumu Olidhemas dzīvojamais rajons tiks pārveidots par ilgtspējīgu dzīvesvietu, izmantojot saules baterijas un novatoriskus izolācijas paņēmienus.

Olidhema ir Ūmeo pilsētas dzīvojamais rajons (3.46. attēls), kas tika uzcelts Miljons māju programmas laikā no 1966. līdz 1973. gadam. Tas atrodas aptuveni trīs kilometrus no pilsētas centra, un tajā dzīvo apmēram 6000 iedzīvotāju, lielākoties Ūmeo Universitātes studenti [42]. Vairumā rajona kvartālu ir ires mājas. Tas ir daudz nacionāls rajons, kur dzīvo daudz dažādu kultūru un valodu pārstāvjus.

Projektam “Ilgtspējīgā Olidhema” izvēlētais rajons atrodas Olidhemas dzīvojamā rajona dienvidaustrumos – tā ir *Matematikgränd* un *Geografgränd*. Tajās ir 405 sen izbūvēti un 137 jauni dzīvokļi, kas izbūvēti, atjaunojot 2008. gadā nodegušo ēku. Šajā rajonā dzīvo aptuveni 1000 cilvēku, kas ir 1 % no kopējā Ūmeo pašvaldībā dzīvojošo iedzīvotāju skaita [15].



3.46. attēls. Ūmeo pilsētas Olidhemas dzīvojamais rajons [1]

Tā kā rajona ēkas tika celtas 20. gs. 60. gadu beigās un 70. gadu sākumā, ēku enerģijas patēriņš ir samērā liels – 200 kWh/m² gadā. Ēkās tiek izmantots centralizētais apkures sistēmas piegādātais siltums, un 97–99 % enerģijas tiek iegūti no enerģijas avotiem, kam nav fosila izcelsme [15].

Projekta “Ilgtspējīgā Olidhema” laikā tiek ievērotas kopsakarības, uzlabojot pilsētas rajona sociālos, ekonomiskos un vides apstākļus, tādējādi turpinot projektā “Olidhema – ilgtspējīgs kultūras apvidus” iesākto. Šajā projektā, kas parasti tiek dēvēts par “Ilgtspējīgo Olidhemu”, veiktos renovācijas pasākumus finansēja Delegācija par ilgtspējīgām pilsētām, savukārt saziņas un enerģijas mērījumus finansēja citi fondi. 2010. gadā tika sākts arī mērījumu projekts, ko vadīja Ūmeo Universitāte un kas bija saistīts ar tehniskā projekta mērķiem. Līdzīgi kā “Ilgtspējīgās Jervas” piemērā, arī te tika nodrošināta iedzīvotāju un citu ieinteresēto pušu iesaistīšanās līdzrādīšanas darbā. Šo projektu organizē Ūmeo pašvaldība. Projektu vada viena vadības grupa, kurā darbojas enerģētikas uzņēmums “Umeå Energy AB”, Ūmeo pašvaldības īpašumu uzņēmums “Bostaden i Umeå AB” un Ūmeo pašvaldības pārstāvji [15].

Renovācijas projekta mērķi

Projekta mērķis ir Olidhemas pārveidošana par ilgtspējīgu dzīvojamo rajonu, samazinot tā enerģijas patēriņu un radot drošu un ērtu vidi. Saskaņā ar pieteikumu šī projekta galvenie mērķi ir kopējā enerģijas patēriņa samazināšana par 50 % – no 208 kWh/m² līdz 104 kWh/m² gadā, fosilā kurināmā un elektroenerģijas lietojuma samazināšana par 20 %, karstā ūdens patēriņa samazināšana par 20 %, mājsaimniecību radīto atkritumu samazināšana par 40 %, satiksmes uzlabošana līdz 55–65 %, lai panāktu demokrātijas, līdzdalības un rajona drošības palielināšanos [25].

Rajonā īstenojamo pasākumu un iniciatīvu kopums ir norādīts 6.–9. pielikumā.

Renovācijas pasākumi tiks veikti vairākos posmos, kuru gaitā ir plānots atjaunot noteiktas māju kopas [25] (3.47. attēls):

- 1. posms: *Matematikgränd* 1–17 (2012. gada marts–decembris);
- 2. posms: *Matematikgränd* 19–23, *Geografgränd* 16–20 (2013. gada janvāris–decembris);
- 3. posms: *Geografgränd* 4–6, 10–14 (2014. gada janvāris–jūnijs);
- 4. posms: *Geografgränd* 8 (2014. gada jūnijs–novembris).



3.47. attēls. Projekta "Ilgtspējīgā Olidhema" rajona rekonstrukcijas posmi [25]

Papildus projekta izvirzītajam enerģijas patēriņa divkāršas samazināšanas mērķim cits atjaunošanas iemesls bija ēku fiziskais stāvoklis. Ēkas ir celtas pirms 40 gadiem, tāpēc to sistēmas un elementi lielākoties bija nolietotošies, un tos bija nepieciešams atjaunot. Atjaunojot ēkas, energoefektivitātes pasākumi tika apvienoti ar ēku vispārēju renovāciju. Šāda stratēģija tika apspriesta arī ar iedzīvotājiem. Galvenais raīžu iemesls bija uzlabojumu ietekme uz īres maksu. Saskaņojot viedokļus, tika nolemts veikt pasākumus, kas apmierinātu iedzīvotāju pieprasījumu pēc ērtas un drošas vides, taču ievērojami neietekmētu īres maksu [25].

Īstenotie pasākumi un izmēģinājumceltniecības darbu rezultāti

Projekta pirmajā posmā bija paredzēta *Geografigränd* 1–17 atjaunošana. Tika nolemts sākt ar izmēģinājuma darbiem vienā ēkā (3.48. attēls), kur ir 10 dzīvokļi, un, pirms sākt nākamās ēkas rekonstrukciju, salīdzināt to ar tā saucamo atsauces ēku (ēku, kas ir līdzīga tai, ko renovē), lai noteiktu veiksmīgāko risinājumu.



3.48. attēls. Izmēģinājuma ēka Matematikgränd 9 [2]

Atjaunojot izmēģinājuma ēku *Matematikgränd* 9, kopumā tika veikti **šādi pasākumi** [2]: iekšējo sienu papildu izolēšana, jaunu radiatoru un ūdens cauruļu uzstādīšana, elektrisko sistēmu labošana, 14 grārus slīpa, jauna, darvota jumta, kas pārveidots no sākotnējās plakanās jumta konstrukcijas, ieklāšana, jaunas ventilācijas sistēmas ar siltuma atguvi (AAHX) ierīkošana (sākotnēji sistēma ar mehānisko ventilāciju bez siltuma atguves), daļēja jaunu kanālu un gaisa izkļaidētāju, kā arī jaunu pārsegu ierīkošana, jauna sistēmas balansēšana, mājāsaimniecības nodrošināšana ar individuālu karstā ūdens patēriņa mērīšanu, bēniņu izolācijas uzlabošana no sākotnējā 25 cm skaidu slāņa uz 50 cm valējo, pildīto minerālvates slāni,

2+1 logu nomaīņa pret trīskārša stikla energoefektīviem logiem, jauna vannasistabu virsmu apdare, divu veidu fotoelementu paneļu uzstādīšana uz jumta, betona pamata plātņu uzstādīšana un ārējo horizontālo šķautņu izolēšana aizsardzībai pret salu, jaunu dzīvokļu durvju ierīkošana, jaunu tapešu līmēšana, āra vides labiekārtošana sadarbībā ar īrniekiem.

2010. gada rudenī ēkā notika iekšējās izolācijas darbi, kurus veica darbuuzņēmējs "OF Bygg". Sienas tika papildus izolētas ar minerālvati, 2,8 cm frontonos un 9 cm garajās pusēs. Ēkas garajā pusē 4,5 cm dziļumā tika uzstādīta arī jauna tvaika izolācija. Šo paņēmieni var dēvēt par novatorisku, jo izolācija tika uzlikta no iekšpuses, nevis, kā ierasts, no ārpuses (J. Vesterbergs, 2013, personīgā saziņa, 7. maijs).

Pēc pasākumu veikšanas, izmantojot Ūmeo Universitātes iekārtas, 2011. gadā tika novērtēts ēkas enerģijas patēriņš. Iegūtie mērījumi tika salīdzināti ar atsauces mājas – *Matematikgränd* 7 – datiem. Atsauces un izmēģinājuma mājas ir identiskas divstāvu 10 dzīvokļu ēkas, kas atrodas netālu viena no otras. Abās ēkās ir vienāda iekštelpu temperatūra, līdz ar to ir iespējams objektīvi salīdzināt enerģijas patēriņu. Gan atsauces mājas, gan izmēģinājuma mājas siltuma, elektroenerģijas un temperatūras mērījumi tika veikti saskaņā ar stundu grafiku. Rajona piegādātās apkures patēriņš tika sadalīts starp radiatoriem, ventilācijas sistēmu, karsto ūdeni un karstā ūdens cirkulācijas zudumu. Elektroenerģijas patēriņš tika aprēķināts atsevišķi mājai un mājāsaimniecībām. Temperatūra tika mērīta ar 15 minūšu intervālu daļā dzīvokļu, ventilācijas sistēmai un āra gaisam (avots: pašvaldību uzņēmumi "AB Bostaden" un "Umeå B"). Mērījumi parādīja, ka renovācijas rezultātā gandrīz divas reizes ir samazinājies ēkas enerģijas patēriņš, tādējādi būtībā sasniedzot noteikto mērķi. Ēkas energoefektivitātes uzlabojumi pēc renovācijas, salīdzinot ar atsauces māju, ir parādīti 3.7. tabulā.

3.7. tabula. Izmēģinājuma mājas *Matematikgränd* 9 enerģētiskā veiktspēja pēc renovācijas salīdzinājumā ar atsauces māju *Matematikgränd* 7 (avots: pašvaldību uzņēmumi "AB Bostaden" un "Umeå B")

	Kopējais ēku enerģijas patēriņš, kWh/Atemp	
	Atsauces ēka	Izmēģinājuma ēka
Radiatori	68,6	58,5
Ventilācija	35,5	3,3
Karstā ūdens cirkulācijas zudums	31,2	6,9
Karstais ūdens	33,9	26,9
Mājāsaimniecības elektroenerģija	28,1	19,9
Ēkas elektroenerģija	8,4	9,9
Saules elektroenerģija		-11,00
Kopā	205,8	114,4
Energoefektivitātes uzlabojums		44,4 %

Šis novērtējums kopā ar ekonomiskajiem aprēķiniem, kā arī sadarbība ar iedzīvotājiem ļāva pašvaldības īpašumu uzņēmumam "Bostaden in Umeå AB" izvēlēties pēc iedzīvotāju uzskatiem ilgtspējīgākos, rentablākos un saprātīgākos dažādu ēku energoefektivitātes uzlabošanas risinājumus. Tā, piemēram, 10–15 % pārvades ietaupījums neattaisno lielus ieguldījumus šajā projektā. Tādējādi tika nolemts, ka citām Olidhemas rajona ēkām netiks veikti lieli iekšējās izolācijas darbi. Nacionālās dzīvokļu apgādes, celtniecības un plānošanas pārvaldes (*Boverket*) eksperti izvērtēja un apstiprināja citu vairākām secīgām mājām izmantojamu risinājumu sarakstu. Sākumā rekonstruējot tikai izmēģinājuma ēku, pamatideja ir pārbaudīt un salīdzināt dažādu rajonā izmantoto risinājumu energoefektivitāti un rentabilitāti, apzinoties faktu, ka vairums rajona māju ir identiskas [15].

Pēc rezultātu izvērtēšanas tika novērota nesakritība ar paredzētajām vērtībām. Renovācijas izmaksas tika nepietiekami novērtētas daļēji ietilgušās izpildes dēļ, cenšoties panākt vēlamo ēkas hermētiskumu [15]. Tajā pat laikā enerģijas ietaupījumi ir lielāki nekā sākotnējos aprēķinos paredzētie izmantotā izolēšanas paņēmiena dēļ.

Atjaunīgās enerģijas iespējamais lietojums

2011. gada maijā uz *Matematikgränd* 9 ēkas jumta tika uzstādītas divas autonomas vienādas jaudas saules bateriju sistēmas. Sistēmām izmantoti 7,92 kW kristāliskā silīcija moduļi un 7,92 kW plānās plēves moduļi (CIGS) ar kopējo jaudu 15,84 kW. Moduļi tika uzstādīti uz jumtā novietotiem alumīnija profiliem. Jumta slīpums ir 14°, un tas ir vērst pret rietumiem (3.49. attēls). Moduļi ir savienoti ar diviem vienādiem trīsfāžu invertoriem. Abas sistēmas ir ierīkotas tā, lai būtu iespējams salīdzināt to veiktspēju [3]. Kristāliskā silīcija moduļi izmaksāja SEK 274 000 (EUR 33 000), bet CIGS plānās plēves sistēma – SEK 334 000 (aptuveni EUR 40 000), ieskaitot visus komponentus un uzstādīšanu. Abas sistēmas tika uzstādītas 2011. gadā, taču kopš tā laika cenas ir būtiski samazinājušās. Pašlaik šo sistēmu izmaksas varētu būt divreiz mazākas nekā pirms diviem gadiem (M. Andersons 2013, personiskā saziņa, 19. marts).



3.49. attēls. Divas saules bateriju sistēmas: kristāliskā silīcija moduļi – pa kreisi, plānās plēves moduļi – pa labi [3]

Kristāliskā silīcija sistēma veidota no 33 polikristāliskā silīcija baterijām. Moduļi ir savienoti divās paralēlās virknēs pa 16 un 17 baterijām (3.50. attēls). Abas virknes ar divu atsevišķu maksimālās jaudas punktu izsekotāju (*Maximum Power Point Trackers, MPPT*) starpniecību ir savienotas ar trīsfāžu invertoru [3].



3.50. attēls. Kristāliskā silīcija saules bateriju 240 W moduļi [3]

CIGS plānās plēves sistēma sastāv no 88 plānās plēves saules baterijām, kas veidotas no vara, indija, gallija un selenīda savienojuma (*copper indium gallium selenide, CIGS*). Moduļi ir apvienoti 8 paralēlās virknēs pa 11 moduļiem un savienoti ar pieminēto trīsfāžu invertoru ar divu atsevišķu maksimālās jaudas punktu izsekotāju (*Maximum Power Point Trackers, MPPT*) starpniecību (3.51. attēls). Ar katru pievadi ir savienotas četras paralēlas virknes [3].



3.51. attēls. Plānās plēves saules bateriju 90 W moduļi [3]

Abu moduļu konfigurācijas rādītāji ir raksturoti 10. pielikumā.

Pēc saules bateriju uzstādīšanas tika novērtēta un salīdzināta to veiktspēja. Katrai sistēmai uzstādītā enerģijas mērītāja laika rādījumu vērtības tika izgūtas un novērtētas no 2011. gada maija līdz 2012. gada oktobrim. Saskaņā ar iepriekšējiem novērtējumiem plānās plēves moduļu jauda bija par 5 % lielāka nekā kristāliskā silīcija sistēmai. Visā vērtēšanas laikā plānās plēves sistēma saražoja 9741 kWh elektroenerģijas, kristāliskā silīcija sistēma – 9251 kWh. Divu dažādo paņēmienu saražotā enerģija mainījās no 598 līdz 622 kWh/kWt, izmantojot kristāliskā silīcija sistēmu, un no 635 līdz 656 kWh/kWt, izmantojot plānās plēves sistēmu. Plānās plēves sistēmas priekšrocība ir arī tāda, ka moduļi ir sadalīti 11 paralēlās virknēs, bet kristāliskā silīcija sistēma ir savienota tikai ar diviem induktoriem. Tādējādi plānās plēves moduli mazāk ietekmē ventilācijas vadu ēnojums [3].

Iegūtais rezultāts izrādījās mazāks, nekā gaidīts, jo ziemā, kad moduļus klāj sniegs, un daļēji arī ventilācijas vadu ēnojuma dēļ, it īpaši mazāk saulainā laikā, enerģija netiek ražota. Novērojumu rezultāti atspoguļoti 3. pielikumā. Otrajā posmā, kas jau ir sākts, uz vienas *Geografgränd* mājas jumta arī tika uzstādīta saules bateriju sistēma. Olidhemas rajonā kopumā ir paredzēts uzstādīt aptuveni 2800 m² saules bateriju [15].

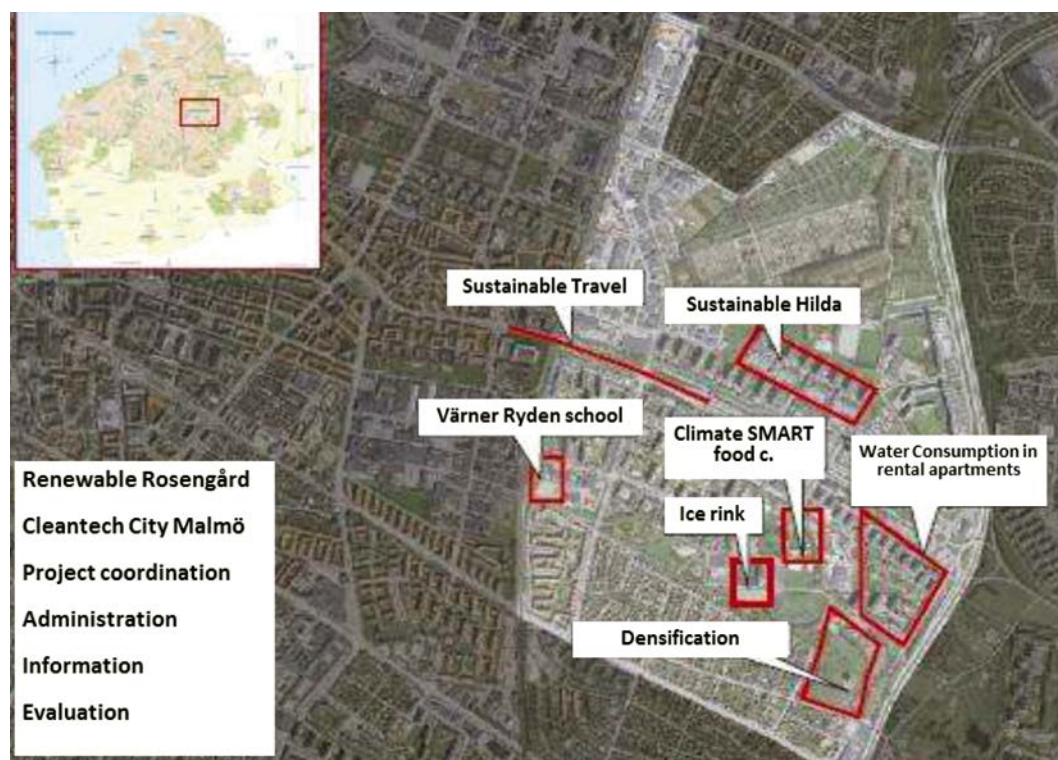
Atjaunīgā enerģija, kas tiek iegūta no ūdens, biodegvielas un vēja, veido 98–99 % no rajona apkurei izmantotās enerģijas. Pašvaldības mājokļu uzņēmumam pieder piecas vēja energoiekārtas, kas saražo 50 % ēkām nepieciešamās elektroenerģijas.

3.4.3. Projekts “Ilgtspējīgā Hilda”

Projekta rajona apraksts

“Ilgtspējīgā Hilda” ir rosinājums veidot ekoloģisku un sociāli ilgtspējīgu Malmes pilsētas Rosengordas rajonu. Projektā “Ilgtspējīgā Rosengorda” lielākā uzmanība ir pievērsta energoefektivitātes uzlabošanai, atjaunīgajai enerģijai, ūdens patēriņam, transportam un sadzīves apstākļu uzlabošanai 16 dzīvojamām mājām, kas celtas, īstenojot Zviedrijas Miljons māju programmu, un pieder “HSB BRF Hilda” – Malmes otram lielākajam dzīvokļu kooperatīvam. Projekta “Ilgtspējīgā Hilda” līdzautori ir Delegācija par ilgtspējīgām pilsētām, ES projekta “Climate Living In Cities Concept” programma *LIFE* un Zviedrijas Enerģijas aģentūras energoefektīvas dzīvokļu celtniecības klientu grupa (*BEBO*), kas piešķir naudu projekta izvērtēšanai.

Rosengordas dzīvojamais rajons (3.52. attēls) atrodas 3 km no Malmes pilsētas centra, un tajā ietilpst 10 mikrorajoni, no kuriem septiņi ir uzskatāmi par dzīvojamajiem mikrorajoniem. Finanšiāli tika atbalstīta Zviedrijas Miljons māju programmā 20. gs. 60. gadu beigās un 70. gadu sākumā celto piecu rajonu ēku un palīgēku rekonstrukcija. Dzīvokļu kopskaits ir 7250: 46 % no tiem (3300) ir kopienas mājokļi uzņēmumam “MKB”, 28 % (2000) pieder pašvaldības mājokļu uzņēmumiem un 26 % (1950) dzīvokļi ir privātpašums. Aptuveni 50 % ir trīsistabu dzīvokļi, kam seko divistabu (32 %) un četristabu (17 %) dzīvokļi [11].



3.52. attēls. Rosengordas rajona karte ar atbalstītajiem projektiem (avots: www.malmo.se)

Rajonā dzīvo 23 000 cilvēku, 60 % no viņiem ir ārvalstnieki. Papildus māju fiziskas atjaunošanas nepieciešamībai citas rajona prioritātes ir bezdarba samazināšana, skolēnu sekmības uzlabošana skolā, jo pašlaik daudzi no viņiem beidz skolu ar atzīmēm, kas neatbilst prasībām, lai iestātos ģimnāzijā [11].

2011. gadā tika sākta Rosengordas pārveide par ilgtspējīgu pilsētas rajonu, lielāko uzmanību pievēršot ekoloģiskajai videi, sociālo problēmu risināšanai un ekonomiskajai attīstībai. Pilsētas pārveides nolūks ir radīt ilgtspējīgas attīstības piemēru, atjaunojot ēkas, pievēršot uzmanību enerģijas patēriņam un klimatam, tehniskajam risinājumam apvienojumā ar iedzīvotāju attieksmes maiņu, līdzdalību un novatorisku tehnoloģiju izmantošanu (www.malmo.se). Lai sasniegtu šo mērķi, 2014. gadā tiks veikti pasākumi, ko finansē Delegācija par ilgtspējīgām pilsētām un ES programma LIFE, bet saskaņo Malmes Vides administrācija. Projektā paredzētie darbi ir norādīti 6.–9. pielikumā [16]. Dialogs ar iedzīvotājiem, organizācijām un uzņēmumiem, kas ir ieinteresēti Rosengordas rajona attīstībā, ir svarīga šī procesa sastāvdaļa. Fiziskās vides atjaunošanu ir paredzēts izmantot par novatorisku, videi nekaitīgu risinājumu izmēģināšanas vietu (sk. www.malmo.se).

Renovācijas projekta mērķi

Veikt Rosengordas rajona pārveidi ierosināja Malmes otra lielākā dzīvokļu kooperatīva "HSB BRF Hilda" pārstāvji. 2008. gadā "HSB BRF Hilda" valde iepazīstināja Malmes iedzīvotājus ar 16 ēku ilgtspējīgas atjaunošanas plānu. Vienlaicīgi tika sagatavots godkārtīgs vairāku Malmes rajonu, arī Rosengordas, ekoloģiskās un sociālās attīstības plāns. Šī kooperatīva redzējums par rajonu ar ilgtspējīgām mājvietām un nelielu ietekmi uz klimatu kļuva par pamatu projektam "Ilgtspējīgā Rosengorda". "Ilgtspējīgā Hilda" ir viena no projekta "Ilgtspējīgā Rosengorda" ierosmēm, kas pievērš uzmanību energoefektivitātei, atjaunīgajai enerģijai, ūdenim, transportam un dzīvesstilam (www.malmo.se) un ko vada kooperatīva "HSB BRF Hilda" valde.

Mājokļu kooperatīvā "HSB BRF Hilda" ir 16 ēkas ar 767 dzīvokļiem, kuros dzīvo 24 000 cilvēku, tas ir, 10 % no Rosengordas iedzīvotāju skaita. Kooperatīva pārvaldībā ir astoņas deviņstāvu un astoņas trīsstāvu mājas, kas atrodas no *Lingens väg* 4 līdz *Lingens väg* 126 (3.53. attēls).



3.53. attēls. Mājokļu kooperatīva "HSB BRF Hilda" īpašumi, kas atrodas Rosengordas rajonā [19]

Projektā "Ilgtspējīgā Hilda" ir paredzēti plaši ieguldījumi vides, enerģijas patēriņa un tehnisko risinājumu pilnveidošanā apvienojumā ar dalībnieku devumu un iedzīvotāju līdzdalību. Projekta mērķis ir samazināt enerģijas un ūdens patēriņu par 40 %, palielināt atjaunīgās enerģijas īpatsvaru par 50 %, uzstādīt mājai pievienotas saules baterijas un ierosināt iedzīvotājiem kā pārvietošanās līdzekli izmantot velosipēdu [13]. Iepriekšējos plānos bija arī ideja par tvertnēm mājāsaimniecības pārtikas atkritumu savākšanai un tālākai pārstrādei par izejvielu biogāzes ražošanai. Vēlāk tika nolemts šo pasākumu aizstāt ar citu risinājumu, kura īstenošanai būtu mazākas tehniskās prasības.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, ir nepieciešams īstenot **šādus pasākumus** [33]: atjaunot kanalizācijas sistēmu un vannasistabas, izveidot jaunu, enerģiju taupošu ventilāciju, nomainīt visus radiatorus, atjaunot fasādes un iekšējās sienas, attīrīt PCB, izveidot jaunu ugunsgrēka trauksmes sistēmu, kā arī sakārtot apkārtējo vidi.

Paredzēto darbu detalizēts apraksts ir sniegts 6.–9. pielikumā.

Veicamo pasākumu prognozējamie rezultāti

Renovācijas pasākumi tiek apvienoti apakškopās, piemēram, fasādes atjaunošana, radiatoru nomainīšana, PCB attīrīšana utt., un notiek visā māju rindā. Tas nozīmē, ka visu 16 ēku renovācija būtu jābeidz vienlaicīgi. Veikto pasākumu rezultāti būs manāmi dažus gadus pēc tam, kad tiks pabeigta ēku atjaunošana. Pirms renovācijas ēku enerģijas patēriņš bija aptuveni 140 kWh/m²/gadā, neieskaitot mājāsaimniecību patērēto elektroenerģiju, kas bija vājas ventilācijas plūsmas rezultāts un slikta iekštelpu gaisa cēlonis. 2008. gadā ūdens patēriņš bija 146 220 m³ [37]. Tiek prognozēts, ka, izmantojot balansētu ventilāciju ar siltummaini, uzstādot individuālos karstā un aukstā ūdens skaitītājus un nomainot radiatorus, pēc viena līdz trīs gadiem tiks sasniegts 30 % energoefektivitātes pieaugums. Uzstādot saules paneļus un papildus izolējot iekšējās sienas, nākamajos trīs līdz piecos gados ir gaidāms enerģijas patēriņa samazinājums par 20 %. Pēc 10 gadiem saules bateriju un paneļu uzstādīšana un no atkritumiem iegūtā siltuma atkārtota izmantošana veicinās 100 % atjaunīgās enerģijas lietojumu ēkās [6].

Atjaunīgās enerģijas iespējamais lietojums

Projekta "Ilgtspējīgā Hilda" mērķis ir līdz 2014. gadam samazināt oglekļa dioksīda emisiju par 50 %, lielāku uzmanību pievēršot ēku energoefektivitātei un palielinot atjaunīgās enerģijas īpatsvaru mājokļu enerģijas apgādē. Šī iemesla dēļ tiek domāts par saules paneļu un saules bateriju izmantošanu. Tiek plānots uzstādīt uz vienas no vairākām mājām aptuveni 350 m² saules paneļu [7]. Tiek domāts arī par 600 m² saules bateriju novietošanu uz deviņstāvu māju jumtiem, saražojot 60 MWh elektroenerģijas gadā. Šī tehnoloģija vēl tiek attīstīta. Hildā tiks izmēģināti gan jauni, gan pārbaudīti paņēmieni [37].

Literatūra

- 1 Alidhem - OpenStreetMap.png (2011, April 14). Retrieved May 15, 2013, from Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/File:%C3%85lidhem_-_OpenStreetMap.png
- 2 Alidhem - pilothus (n.d.). Retrieved May 15, 2013, from Lagan - for energieffektiva byggnader: <http://marknad.laganbygg.se/lagan/www/index.php/buildings/view/275>
- 3 Andersson, M. (2012). SOLCELLSANLÄGGNINGARNA PÅ MATEMATIKGRÄND 9 OCH NYGEOGRAFIGRÄND - ÅLIDHEM, UMEÅ. Gnarp: Energibanken i Jättendal AB.
- 4 Borgegård, L.-E., Kemeny, J. (2004). Chapter 3. Sweden: High-rise housing for a low-density country. Retrieved May 13, 2013, from The Institute for Housing Research: <http://www2.ibf.uu.se/PERSON/jim/commerce/hirise.pdf>
- 5 Borodinecs, A., Budjko, Z. (2009). Indoor air quality in nursery schools in Latvia. Proceedings of Healthy Buildings 2009, 9th International Conference and Exhibition Healthy Buildings. 1, pp. 1-4. Syracuse.
- 6 Brankovic, G., Karlsson, T., Holmgren, A., Haryd, J., Hauksson, C. (n.d.). Retrieved May 13, 2013, from http://www.hsb.se/polopoly_fs/1.195568.1341390719!/ha%CC%8Allbara%20hilda%2017%20maj.ppt
- 7 Brankovic, G., Karlsson, T., Holmgren, A., Wahl, J., Hauksson, C. (2012, June 12). Bostadsrättsförening Rosengård, Malmö. Retrieved May 13, 2013, from Skåne Energy Agency: <http://www.ek-skane.se/download/18.712b26a7137d891b5a21398/Jenny+Haryd.pdf>
- 8 Cabinet Regulation Nr. 495 (2001). Latvian Building Code "Thermal performance of building envelope".
- 9 Cabinet Regulation Nr. 596 (2002). Hygiene requirements for educational institutions implementing the pre-school education programs. Riga.
- 10 EN 13829 (2000). Thermal Performance of Buildings–Determination of Air Permeability of Buildings–Fan Pressurization Method. Brussels: European Committee for Standardization.
- 11 Eriksson, L. (2012). Hållbar stadsomvandling Malmö – Fokus Rosengård. Lägesrapport 2011.30: March.
- 12 Fornybar energi (2013, January 9). Retrieved May 15, 2013, from Stockholms stad: <http://www.stockholm.se/Fristaende-webbplatser/Fackforvaltningssajter/Miljoforvaltningen/Hallbara-Jarva/Fornybar-energi1/>
- 13 Halbara Hilda (2013). Retrieved May 16, 2013, from Malmö Stad: <http://www.malmo.se/Medborgare/Miljo--hallbarhet/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Hallbar-stadsutveckling/Hallbara-Rosengard/Hallbara-Hilda.html>
- 14 Hallbar utveckling för stadsdelarna i Järva (2013, January 18). Retrieved May 15, 2013, from Stockholms stad: <http://www.stockholm.se/hallbarajarva>
- 15 Hallbara Alidhem: Lägesrapport 2011 (2011). Retrieved May 15, 2013, from UMEA: <http://www.umea.se/mer/tema/miljo/medborgare/hallbaraalidhem.4.6199a9ff127792ed13380002415.html>
- 16 Hallbara Rosengård (n.d.). Retrieved May 15, 2013, from Malmö: <http://www.malmo.se/hallbararosengard>
- 17 Hallbara Stader (2012). Retrieved May 13, 2013, from The Delegation for Sustainable Cities: <http://hallbarastader.gov.se>
- 18 Hellstrom, A., Sandkvist, O. (2010). Energibesparing inom miljonprogrammet – är miljömålen 2020 och 2050 rimliga? Lund: Lunds Universitet.
- 19 Hilda (2013). Retrieved May 15, 2013, from HSB: <http://www.hsb.se/malmo/hilda>
- 20 Jarvalyftet – erfarenheter och utvecklingsmöjligheter (2010, August 22). Retrieved May 15, 2013, from Governo: <http://governo.se/publikationer-cat/jarvalyftet-erfarenheter-och-utvecklingsmojligheter.html>
- 21 Kalm, M. (2002). Eesti 20. sajandi arhitektuur. Estonian 20th Century Architecture. Tallinn : Slid.
- 22 Latvian National Standart (2007). LVS EN 15251:2007 "Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings- addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics".
- 23 Miljöförvaltningen (2012). Solsatsning Ersätter Vindkraftverk. Förslag till satsning på solceller i Järva som ersättning för vindkraftverket. Stockholm: Miljöförvaltningen.
- 24 Naripea, E. (2002). Kaadreid kastlinnast : Tallinna paneelmagalaad Eesti NSV mangu- Ėlmides 1967–1988. BA Thesis. Tallinn: Estonian Academy of Arts.
- 25 Renoveringssatsning på Matematikgränd och Geografgränd (n.d.). Retrieved May 15, 2013, from Bostaden: <http://www.bostaden.umea.se/Sve/Helsidor/Renoveringssatsning%20p%C3%A5%20Matematikgr%C3%A4nd.ept>
- 26 Retrofitting suburbs for sustainability (2012, March). Retrieved 05 13, 2013, from World Wildlife Fund: http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/cities/urban_solutions/themes/housing/?204460
- 27 SABO (2011). Profitable energy efficiency improvements - myth or opportunity. Stockholm : SWEDISH ASSOCIATION OF PUBLIC HOUSING COMPANIES.
- 28 Shipkovs, P., Kashkarova, G., Lebedeva, K., Shipkovs, J. (2005). Perspectives for solar thermal energy in the baltic states. In D. Goswami (Ed.), Proceedings of the Solar World Congress 2005: Bringing Water to the World, Including Proceedings of 34th ASES Annual Conference and Proceedings of 30th National Passive Solar Conference. 2. 2, pp. 1378-1383. Orlando : Curran Associates, Inc.
- 29 Solar and wind energy (2012, August). Retrieved March 01, 2013, from Zemgale Regional Energy Agency: http://www.zrea.lv/upload/attach/Prezentacija%206%20sauleskolektors_lv_pieredze_.pdf
- 30 Stankevica, G. (2011). Indoor air quality and thermal comfort evaluation in Latvian daycare centers with carbon dioxide, temperature and humidity as indicators. Proceedings of Civil Engineering '11 - 3rd International Scientific Conference. 3, pp. 242-246. Jelgava.
- 31 Stockholm (2013). Retrieved from <http://www.stockholm.se/Fristaende-webbplatser/Fackforvaltningssajter/Stadsledningskontoret/Jarvalyftet/Det-har-ar-Jarvalyftet1/>
- 32 Sundstrom, A. (2013, February 13). Järva ska bli Stockholms solstad. Retrieved May 16, 2013, from dn.se: <http://www.dn.se/sthlm/jarva-ska-bli-stockholms-solstad>
- 33 Sustainable Hilda (2013). Retrieved May 13, 2013, from HSB Sweden's largest housing cooperative: <http://www.hsb.se/malmo/hilda/sustainable-hilda-english-version?select=2.30599>
- 34 Sustainable Overjarva (2013, January 18). Retrieved from Stockholms stad: <http://www.stockholm.se/hallbarajarva>
- 35 Svenska Bostader (n.d.). Retrieved from Järvafältet: <http://www.jarvadialogen.se/Pa-gang1/Jarvafaltet/>
- 36 Svenska Bostaders årsredovisning (2013, March 27). Retrieved May 15, 2013, from Svenska Bostader: <http://www.svenskabostader.se/sv/Om-oss/Om-Svenska-Bostader/Ekonomi/>

- 37 The Delegation for Sustainable Cities (2010, November 29). Malmö stad Miljöförvaltningen. Retrieved May 13, 2013, from Malmö stad: <http://a1.mndcdn.com/image/upload/hnu4p8kuerqk42txuiis.pdf>
- 38 The One Million Dwellings Programme (2013). Retrieved May 13, 2013, from <http://www.wspenvironmental.com/>: <http://www.wspenvironmental.com/locations/the-one-million-dwellings-programme/en>
- 39 Upprustning av miljonprogrammets flerbostadshus (2008). Retrieved May 14, 2013, from Boverket: <http://www.boverket.se/Om-Boverket/Webbokhandel/Publikationer/2008/Upprustning-av-miljonprogrammets-flerbostadshus/>
- 40 Viires, P. (2005). Mustamäe metamorfoosid. ELM : Estonian Literary Magazine, pp. 28-33.
- 41 Vision-Jarva-2030 (n.d.). Retrieved from Stockholm: <http://www.stockholm.se/Fristaende-webbplatser/Fackforvaltningssajter/Stadsledningskontoret/Jarvalyftet/Vision-Jarva-2030/>
- 42 Wikipedia (2013, March 18). Retrieved May 16, 2013, from Åliden: <http://sv.wikipedia.org/wiki/%C3%85liden>

4. Simulācijas programmatūra

Enerģijas patēriņš ēkās veido lielu daļu no kopējā enerģijas patēriņa. Pēc Starptautiskās Enerģētikas aģentūras (IEA) aprēķiniem tā ir viena trešdaļa no globālā enerģijas patēriņa, tādējādi rodas viena ceturta daļa siltumnīcas efekta gāzu izmešu. Viens no veidiem, kā risināt siltumnīcas efekta gāzu izmešu un pieaugošā enerģijas pieprasījuma problēmu, ir ar labāku projektu un renovācijas palīdzību uzlabot ēku energoefektivitāti. Tādēļ Eiropas Savienības (ES) dalībvalstīm uz jaunām un jau esošām ēkām jāattiecinā minimāla enerģijas patēriņa prasības. Leinteresētajām pusēm jāpieņem lēmumi par dažādu energoefektivitātes pasākumu īstenošanu. Lēmumu pieņemšanā noderīgas ir skaitļošanas programmas.

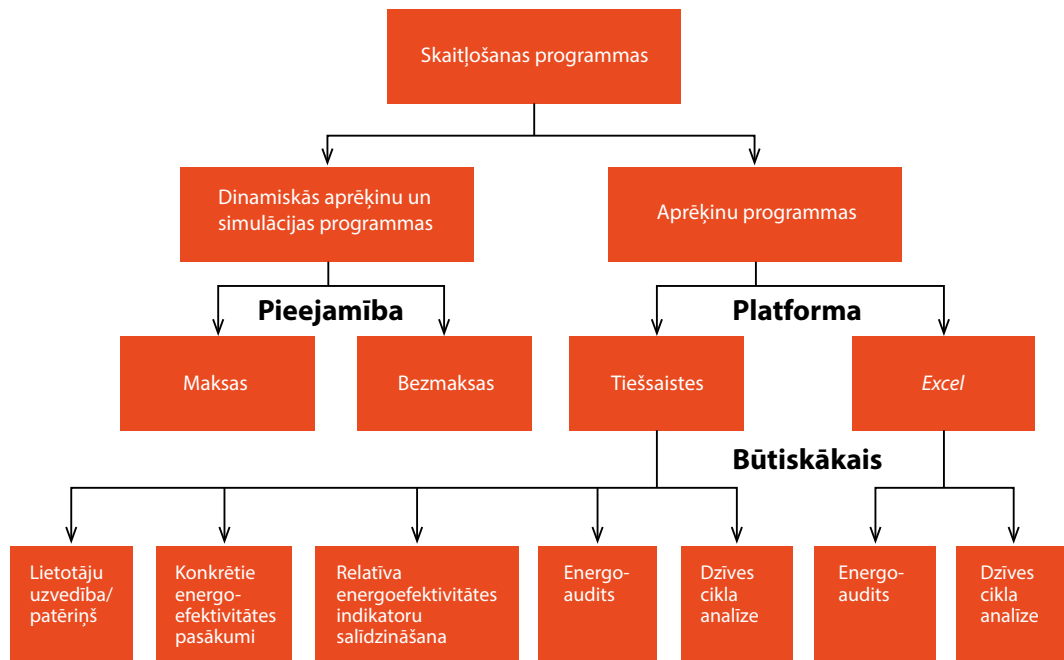
Viens no ENEF projekta galvenajiem mērķiem ir pieredzes apmaiņa, kā **plānošanas stadijā praktiskā līmenī** energoefektivitātes aprēķināšanai un dažādu arhitektūras un tehnisko risinājumu ietekmes analizēšanai var izmantot dažādas skaitļošanas programmas. Saskaņā ar šo mērķi ir veidota darbu pakete Nr. 4 (turpmāk tekstā – *WP4*). Lielākie tā ieguvēji ir pilsētplānotāji, arhitekti, būvniecības uzņēmumi un inženieri, kā arī nekustamo īpašumu īpašnieki.

WP4 galvenokārt koncentrējas uz pašreizējām ēkām, kas lielākoties būvētas no 1960. līdz 1980. gadam. Energoefektivitātei kļūstot arvien svarīgākai un ņemot vērā 40 līdz 60 gadu vecu ēku daudzumu, renovācija ir viens no efektīvākajiem veidiem, kā risināt ar enerģiju saistītas problēmas un izpildīt energoefektivitātes noteikumus. Tādējādi *WP4* uzdevums tiek pildīts, analizējot dažādas skaitļošanas programmas un to izmantošanas iespējas lēmumu pieņemšanā, kā arī plānojot energoefektivitātes pasākumu īstenošanu. Projekta partneru sniegtā informācija tiek izmantota, lai papildus internetā brīvi pieejamiem rīkiem izveidotu sākotnējo skaitļošanas programmu datubāzi. Skaitļošanas rīku analīze nav paredzēta tikai modernizācijai, bet daudz plašāk – vispārēji tiek aplūkota arī potenciālā energoefektivitātes pasākumu īstenošana ēkās.

No *WP4* viedokļa praktiska skaitļošanas programmu izmantošana plānošanā ir definēta kā lēmumu pieņemšanas palīgriks ēku renovācijas un būvniecības sākumstadijā, t. i., kad energoefektivitātes pasākumi tiek identificēti un izvērtēti. Vārdu savienojums "skaitļošanas programma" šajā rokasgrāmatā attiecas gan uz dinamiskām, gan statiskām aprēķinu programmām (nodaļā ir paskaidrota arī to atšķirība). Izmantojot šo kritēriju, skaitļošanas programmu analīzes veikšanai tika sagatavoti pieņēmumi, lai rokasgrāmatā varētu piedāvāt arī ieteikumus.

- 1 Mērķlietotājiem ir pieejama ģeometriskā pamatinformācija par ēku, piemēram, logiem, virsmas platību, kopējo grīdas platību utt.
- 2 Mērķlietotājiem ir pietiekama izpratne par tehniskajiem un ekonomiskajiem energoefektivitātes pasākumiem. Šis pieņēmums ir balstīts uz faktu, ka energoefektivitātes pasākumi un indikatori dažādās valstīs un jomās ievērojami atšķiras. Turklāt specifiskiem mērījumiem katrā jomā ir arī vairāki alternatīvi indikatori [1].
- 3 Starp ieejas datu apjomu, datu izmantošanas sarežģītību un datu iegūšanas un analīzes izmaksām pastāv cieša saistība, lai skaitļošanas programmas lēmumu pieņemšanā plānošanas stadijā varētu izmantot praktiski. Izmaksas attiecas arī uz patērēto laiku.
- 4 Mērķlietotājiem dažādu energoefektivitātes pasākumu īstenošanas konceptuālajā stadijā ir ierobežoti finanšu līdzekļi.

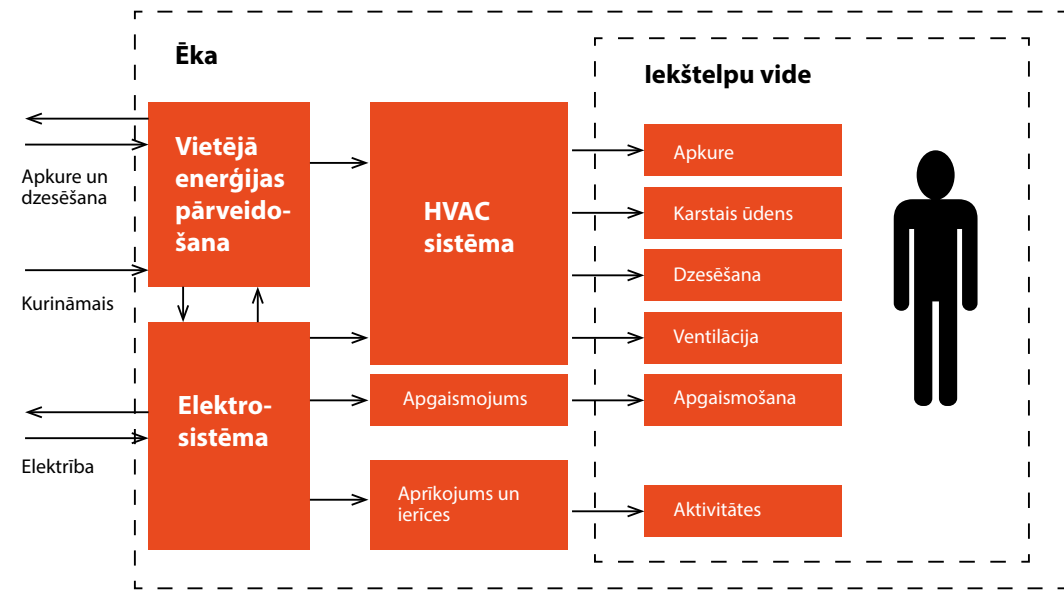
Skaitļošanas rīki parasti tiek izmantoti, lai novērtētu energoefektivitātes pasākumus, kas ietekmē kopējo ēkas enerģijas patēriņu. Ēku enerģijas patēriņš ir atkarīgs no vairākiem dinamiskiem faktoriem, piemēram, klimatiskajiem apstākļiem, iedzīvotāju uzvedības, vietējās energosistēmas tehniskās darbības un iekšējo klimatiskajām prasībām. Tas, kā šie faktori tiek ņemti vērā skaitļošanas rīku izstrādes laikā, atšķir vienu rīku no citiem.



4.1. attēls. Skaitļošanas programmu klasifikācija

Analizējot projekta dalībvalstīs pieejamās un izmantotās skaitļošanas programmas, tās tika grupētas dažādās kategorijās (4.1. attēls). Šīs kategorijas ir izveidotas, balstoties uz skaitļošanas rīku analīzi un ievērojot ENEF projekta mērķus. Lai noskaidrotu skaitļošanas rīku izmantošanas iespējas energoefektivitātes pasākumu īstenošanas sākumstadijā, tika izmantota iepriekš izstrādātā metodoloģija. Klasifikācijas mērķis nav ieteikt kādas konkrētas skaitļošanas programmas.

Jebkuras skaitļošanas programmas izmantojamība vispirms ir atkarīga no vajadzīgā ieejas datu apjoma, darbam ar programmu nepieciešamajām zināšanām, lietotāja programmas pārzināšanas līmeņa un lietotāja izpratnes par energoefektivitātes paaugstināšanu. Ja nepieciešamo ieejas datu apjoms ierobežots datu pieejamības dēļ ir pārāk liels rīka izmantošanai, vajadzīgo datu iegūšana rada papildizmaksas (arī laiks ir iekļauts izmaksās). Tomēr vissvarīgākais ir programmas pieejamība tirdzniecībā, proti, ja tā jāiegādājas, tas ierobežo praktisku programmas izmantošanu (ir nepieciešami jau sākotnēji ieguldījumi).



4.2. attēls. Ēkas sistēmas robežas [1]

4.1. Dinamiskās aprēķinu un simulācijas programmas

Dinamiskajās aprēķinu un simulācijas programmās tiek ņemti vērā parametri, kas **detalizēti** ietekmē ēku enerģijas patēriņu, piemēram, klimatiskie apstākļi, ēku norobežojošās konstrukcijas un ģeometrija, kā arī energosistēmas tehnisko darbību sistemātiskās ēku norobežojošās konstrukcijas (4.2. attēls). Ir pieejami maksas un bezmaksas simulācijas rīki. Parasti šo rīku izmantošanai nepieciešamais ieejas datu apjoms ir liels. Turklāt lietotājiem jābūt ar ļoti labām zināšanām.

Iepriekšējā simulācijas programmu iespēju salīdzināšana [2] liecina, ka vienkāršā valodā nav iespējams raksturot rīku iespējas un to nozīmi ēku projektēšanas sākumstadijā. Tomēr svarīgi ir novērtēt, ko tie relatīvā izteiksmē var piedāvāt energoefektivitātes pasākumu īstenošanas plānošanas sākumstadijai. Latvijas partnervalstīs populārāko simulācijas rīku (ar kuriem var veikt visaptverošus energoefektivitātes aprēķinus) analīze ir sniegta tālāk. Ar analīzei izmantoto metodi nav iespējams izpētīt pilnu katras programmas iespēju klāstu, bet var noteikt, cik daudz katra programma var sniegt projektēšanas sākumstadijā.

4.1. tabula. Populārāko simulācijas rīku analīze

Programmas nosaukums	Izmantojums				Bez maksas	Mērķgrupas				Ieejas datu apjoms ^c
	EST	FI	LV	SWE		Arhitekti	Ēku projektētāji ^b	Nekustamā īpašuma īpašnieki	HVAC inženieri	
Riuska		x	x		Nē		x	x	x	Liels
IDA-ICE		x	x	x	Nē				x	Liels
BV2	x			x	Nē ^a	x	x	x	x	Vidējs
BSim	x			x	Nē				x	Liels

^aIgaunijas lietotājiem ir brīva pieeja BV2.

^bBieži izmanto arhitekti vai inženieri.

^cDatu apjoms, kas nepieciešams pilnīgai programmas potenciāla izmantošanai.

Ieejas datu apjoma aile aizpildīta, izmantojot Ālto Universitātes pārstāves Venkatas Bandi sniegto informāciju [3; 4].

Šādus ēku simulācijas rīkus jau sen izmanto specializētajās konsultēšanas aģentūrās, nevis ēku projektēšanas prakses vietās, kur tām varētu būt lielāka nozīme [5], tomēr pēdējo gadu laikā šī tendence ir ievērojami mainījusies. ENEF projekta mērķgrupām, izņemot HVAC inženierus, vienkāršu simulācijas programmu piedāvājums ir ļoti ierobežots. Savukārt dinamiskās simulācijas programmas nav piemērotas pilsētplānotājiem, jo to izmantošanai nepieciešami specifiski dati par pašreizējām vai projektēšanas stadijā esošām ēkām. Tomēr jāatzīst, ka šīs programmas sākotnēji var izmantot pēc projekta lēmumu pieņemšanas.

Minētās programmas jau ilgu laiku tiek izmantotas Somijā un Zviedrijā. Simulācijas programmas izmantot ir sākuši arī Igaunijas un Latvijas mērķlietotāji. Lai popularizētu simulācijas programmas, ir jāturpina un jāpastiprina sadarbība starp partnervalstīm. Iespējams, lielākā daļa lietotāju lēmumu pieņemšanā palaujas uz vienu simulācijas programmu. Tiek norādīts, ka visproduktīvāk ir izmantot vairākas programmas [2].

4.2. Aprēķinu programmas

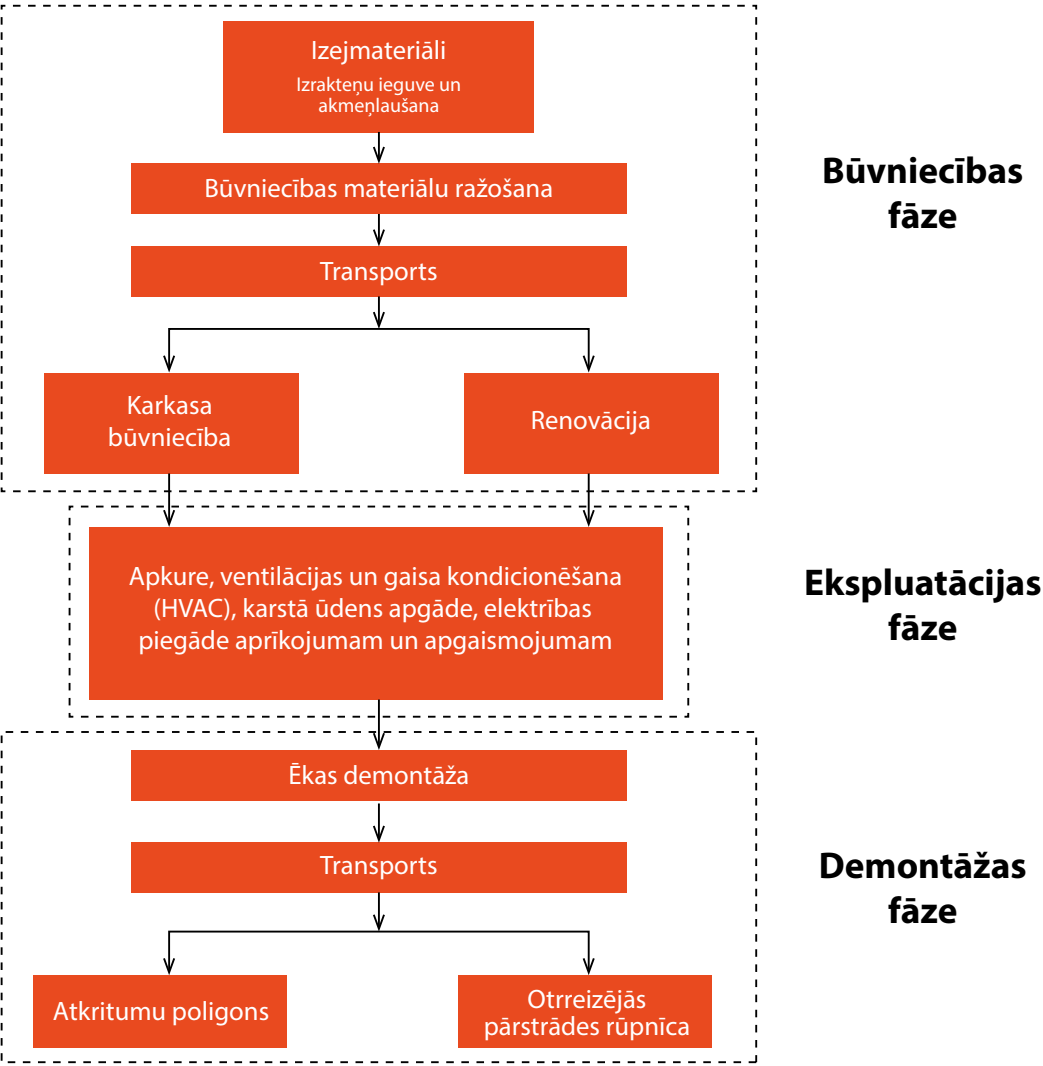
Aprēķinu programmas ir vienkāršotas simulācijas programmas – lai novērtētu energoefektivitātes indikatorus, kas atbilst attiecīgajiem pakalpojumiem un iedzīvotāju uzvedībai, tiek izmantoti vienkāršoti lineārie modeļi. Pretēji dinamiskajām simulācijas programmām šīs programmas parasti ir pieejamas bez maksas. Tās var iedalīt divās lielākās kategorijās: tiešsaistes programmas un *Excel* aprēķinu programmas. Ņemot vērā plašākus ENEF projekta mērķus un mērķlietotāju grupu ierobežotos finanšu līdzekļus, šo programmu pieejamība bez maksas padara tās ērti izmantojamas.

Excel aprēķinu programmas

Šajā programmu kategorijā parasti ietilpst energoauditu un sertificēšanas, kā arī dzīves cikla analīzes programmas. Energoaudits tiek veikts, lai noteiktu ēkas enerģijas patēriņa klasi, pamatojoties uz ēkas raksturu, klimatiskajiem apstākļiem un nacionālajiem tiesību aktiem. Energoauditā iespējams uzzināt ēkas energoefektivitāti un kopējo enerģijas patēriņu, tai skaitā visu apkures, dzesēšanas un elektroenerģijas patēriņu ēkas sistēmas robežās (4.2. attēls). Energoaudits parasti tiek veikts, lai izsniegtu energosertifikātu un veicinātu vai ieteiktu energoefektivitātes pasākumus.

Izmantojot dzīves cikla analīzi, aprēķinu programmas nosaka ēkas energoefektivitāti no vides viedokļa. Tajā tiek iekļauta visa ēkas dzīves cikla laikā ieguldītā enerģija: enerģija būvniecības, ekspluatācijas un demontāžas fāzē. Šāda metode tiek saukta par dzīves cikla enerģijas analīzi. Ēkas sistēmas robežas, izmantojot dzīves cikla enerģijas analīzi, ir norādītas 4.3. attēlā.

Gan energoaudits, gan dzīves cikla analīze tiek veikta atbilstoši nacionālajiem tiesību aktiem – brīvprātīgi vai obligāti. Lai veiktu minētās aktivitātes, ir nepieciešams gan liels ieejas datu apjoms, gan attiecīgas zināšanas datu analīzei, izmantojot aprēķinu programmas. Tādēļ šīs aprēķinu programmas energoefektivitātes pasākumu īstenošanas plānošanas stadijā nav lietderīgas. Tomēr ēkas energoaudits sniedz plašu informāciju par potenciālām enerģijas taupīšanas iespējām. Pastāv arī tiešsaistes aprēķinu programmas energoaudita un dzīves cikla analīzes veikšanai. Arī šīs aprēķinu programmas nav lietderīgas lēmumu pieņemšanas sākumstadijā.



4.3. attēls. Sistēmas robežas dzīves cikla enerģijas analīzei [6]

Tiešsaistes aprēķinu programmas

Lai novērtētu energoefektivitātes pasākumu ietekmi, ir pieejamas daudzas tiešsaistes aprēķinu programmas. Ir liels daudzums dažādu aprēķinu programmu un veidu. Bieži šie rīki primāri ir balstīti uz dažādu pasākumu ekonomiskajiem aspektiem, lai noteiktu to rentabilitāti. Racionālais princips rentabilitātes noteikšanai ir izpētīt ekonomisko dzīvotspēju. Lai atvieglotu lēmumu pieņemšanu, atkarībā no aprēķinu programmas veida programmatūrā tiek papildus iekļauti iedzīvotāju uzvedības faktori, visas ēkas vai viena mājokļa fiziskie raksturlielumi un ēkas sistēmu energoapgādes instalāciju tehniskā darbība. Pretēji dinamiskajām simulācijas programmām, kas lielākoties piemērotas inženieriem un speciālistiem, šīs programmas ir ērtāk lietojamas – jo īpaši arhitektiem, plānotājiem, projektētājiem un nekustamā īpašuma īpašniekiem.

ENEF projekta gaitā tika analizētas noteiktas tiešsaistes aprēķinu programmas. Tās iedalāmas piecās kategorijās. Dalījums kategorijās ir relatīvs un izstrādāts, balstoties uz iepriekš aprakstīto faktoru ietekmes līmeni. Tajās ir iekļauts energoaudits un dzīves cikla analīze, kā arī lietotāju uzvedības faktori, enerģijas patēriņa perspektīva, konkrēti energoefektivitātes pasākumi un relatīva energoefektivitātes indikators salīdzināšana.

Aprēķinu rīki, ņemot vērā iedzīvotāju uzvedību un ēku enerģijas patēriņu

Iedzīvotājus parasti interesē savas ēkas enerģijas pakalpojumu patēriņš (4.2. attēls), savukārt viņu uzvedība ievērojami ietekmē ēkas enerģijas patēriņu. Šī aprēķinu rīku klase parasti tiek izstrādāta, balstoties uz aptuvenām lineārām vērtībām. Daudzi aprēķinu rīki koncentrēti uz viengimenes māju, bet tikai daži – uz lielākām ēkām. Kopumā, lai izmantotu šādus rīkus, nav nepieciešamas speciālas zināšanas, pietiek ar fizikas un energoefektivitātes pamatzināšanām. Ja aprēķinu programma koncentrēta uz vienu mājokli, rezultātus iespējams paplašināt līdz ēkas līmenim. Tomēr rezultātu paplašināšana rada daudz problēmu un ierobežojumu.

4.2. tabula. Salīdzinoša divu ENEF projektā pētītu aprēķinu rīku analīze

	Energikalkyl ¹	Asuinrakennuksen toimenpidekohtainen energiataloudellinen tarkastelu ²
Klimatiskie dati	Ietverti	-----
Nepieciešamie dati	Bāzes ^a	Parastie ^b
Informācija par HVAC sistēmām	Ietverta	-----
Informācija par elektrosistēmām	Ietverta	-----
Energoefektivitātes mērījumi	-----	Ietverti
Kopējais ēkas enerģijas patēriņš	Iespējams	-----
Potenciālā enerģijas ietaupījuma aprēķins	-----	Iespējams
Ekonomiskie aspekti	-----	Iespējami

¹ <http://energihuskalkyl.se/>
² <http://www.ekokumppanit.fi/arataskuri/index.html>
^a Vidējie bāzes dati, pietiekami, bet ne visaptveroša informācija par ēkas ģeometriju (pieņēmums Nr. 1).
^b Vidējie parastie dati, tos pēc nepieciešamības var iegūt no bāzes datiem.

Abu aprēķinu rīku salīdzinošā analīze rāda, ka katram rīkam ir savas priekšrocības. *Energikalkyl* aprēķina ēkas enerģijas patēriņu uz kvadrātmetru (W/m²), kas ir netieša metode energoefektivitātes līmeņa noteikšanai. Ja plānots veikt kādus energoefektivitātes pasākumus, lietotājam būs jāņem vērā dati, lai noteiktu jauno enerģijas patēriņu, kas ir netiešs energoefektivitātes mērīšanas veids. Savukārt otrs rīks izmanto deterministisko metodi, t. i., ekonomisku to ietekmju pārskatu, kas saistīts ar energoefektivitātes pasākumiem, ko plānots īstenot, piemēram, ārējo sienu izolācijas uzlabošanu un labāku jumta izolāciju.

Tomēr, pretēji *Energikalkyl* (*Energikalkyl* rīks ir paredzēts Zviedrijas lietotājiem, klimatiskie apstākļi dažādās Zviedrijas daļās ir iekļauti skaitļošanas rīkā) programmai, šis rīks vienmēr izmanto vienus un tos pašus klimatiskos apstākļus.

Ir raksturīgi vairāki energoefektivitātes indikatori, no kuriem katrs ir paredzēts citam mērķim. Tā kā aprēķinu rīki tiek izstrādāti, izmantojot vienkāršus lineāros modeļus, neviena atsevišķa metodoloģija vai metode nevar sniegt pilnīgu informāciju par dažādu energoefektivitātes pasākumu ietekmi. Tomēr plānošanas stadijā ir svarīgi izmantot rīkus, kas atvieglo lēmumu pieņemšanu. Tādēļ rīka izvēlei šajā kategorijā ieteicama šāda stratēģija:

- pirmais izvēles kritērijs ir aprēķinu rīks, kas izmanto pēc iespējas precīzākus klimatiskos apstākļus. Tas ir svarīgi, jo enerģijas patēriņš ir atkarīgs no ģeogrāfiskās vides;
- ja izvēlētais rīks izmanto iespējamus standarta energoefektivitātes pasākumus konkrētajos ģeogrāfiskajos apstākļos, tas sniegs pietiekami visaptverošu informāciju par iespējamo attiecīgo pasākumu ietekmi;
- ekonomiskās analīzes veikšana aprēķinos papildina lēmumu pieņemšanas procesu. Šis svarīgais programmas raksturlielums sniegs informāciju par rentabilitāti;
- ja rīks spēj veikt salīdzinošu alternatīvu pasākumu ietekmes analīzi, tas lietotājiem būs lietderīgs.

Minētā stratēģija nav pilnīga, taču uzskatāma par veiksmīgāko aprēķinu programmu ENEF projekta mērķu sasniegšanai.

Aprēķinu rīki, kas paredzēti konkrētu energoefektivitātes pasākumu ietekmes mērīšanai

Daži aprēķinu rīki ir izstrādāti, lai novērtētu konkrētu energoefektivitātes pasākumu ietekmi, piemēram, uzlabojot izolāciju vai lemjot, kādu apkures veidu izvēlēties atsevišķiem mājokļiem. Šie rīki ir samērā vienkārši lietojami salīdzinājumā ar iepriekš aprakstītās kategorijas rīkiem. 4.3. tabulā sniegta trīs šādu rīku analīze. Visi trīs rīki ir paredzēti dažādu izolācijas līmeņu ietekmes uz enerģijas patēriņu noteikšanai. Salīdzinošā analīze nav sniegta, lai izceltu kādu vienu rīku, bet gan lai norādītu būtiskās rīku atšķirības. Šī aprēķinu rīku kategorija ir īpaši noderīga, veicot atsevišķus energoefektivitātes pasākumus.

4.3. tabula. Trīs energoefektivitātes aprēķinam paredzēto instrumentu analīze

	Paroc ¹	Motiva ²	Heatmod ³
Klimatiskie dati	Ietverti un vienkāršoti	Nav ietverti	Ietverti un pilnīgi
Nepieciešamo datu apjoms	Mazs	Mazs (vidējs)	Vidējs (liels)
Zināšanu apjoms	Mazs	Mazs	Vidējs
Ekonomiskie aspekti	Iespējami	Iespējami	Nav iekļauti

¹ http://www.paroc.com/SPPS/BI_attachments/AdditionalInsulationCalculator/Additional%20Insulation%20calculator.html
² Šis rīks ir tāds pats kā *Asuinrakennuksen toimenpidekohtainen energiataloudellinen tarkastelu*.
³ <http://www.heatmod.lv>

Aprēķinu rīki ar relatīvu energoefektivitātes indikatoru salīdzināšanu

Dažādām ieinteresētajām pusēm ir atšķirīgi uzskati par energoefektivitāti konkrētā ēku vidē. Piemēram, nekustamā īpašuma uzņēmumam primārās intereses ir zemas kapitālās izmaksas, nevis enerģijas patēriņa samazināšana. Šis atšķirības uzskatos var attiecināt uz energoefektivitātes definīciju. Starptautiskā Enerģētikas aģentūra (IEA) norāda, ka kaut kas ir vairāk energoefektīvs, ja tas ar vienādu enerģijas patēriņu sniedz vairāk pakalpojumu vai tādu pašu pakalpojumu apjomu ar mazāku enerģijas patēriņu. Šī definīcija nav absolūta. Nenoteiktība definīcijā rodas dažādu energoefektivitātes indikatoru dēļ, jo ir atšķirīgi ieinteresēto pušu mērķi.

Tiek norādīts, ka indikatoru, kas iekļautu visu ieinteresēto pušu vajadzības, noteikšana ir sarežģīts uzdevums [1]. Tomēr, pētot skaitļošanas programmas, tika atrasts aprēķinu rīks, kurā relatīvā salīdzinājumā dažādi energoefektivitātes pasākumi ir standartizēti. Dažādi parametri, kas ietekmē ēku energoefektivitāti, ir standartizēti pēc punktu metodes:

- U-vērtība mazāka nekā 0,08 ("passiivitalotaso", piemēram, izolācija vairāk nekā 600 mm bieza vilna, 3 punkti),

- ierīces un lampas ir vislabākās enerģijas patēriņa klases (2 punkti),
- apkures enerģija no atjaunīgajiem enerģijas resursiem (5 punkti).

Rīki, kuros izmanto standartizētus energoefektivitātes indikatorus, ir viegli lietojami. Lai varētu lietot šāda veida programmas, speciālas zināšanas nav nepieciešamas. Tomēr galvenais metodes trūkums – šāda relatīvā salīdzināšana ir subjektīva, un tās pieņemamība ir diskutabls jautājums.

Kopsavilkums

Izstrādāt skaitļošanas programmas, ko izmantot dažādu energoefektivitātes pasākumu īstenošanas plānošanas stadijā, ir grūts uzdevums. Tāpēc projekta ziņojums nav mēģinājums atrast vai piedāvāt konkrētu skaitļošanas rīku, ko izmantot lēmumu pieņemšanā.

- **Dinamiskās simulācijas programmas:** šīs programmas sniedz dažādu energoefektivitātes pasākumu īstenošanas ietekmes novērtējumu. Lēmumu pieņemšanai projektēšanas sākumstadijā nevajadzētu izmantot simulācijas programmas. Plašāka informācija par simulācijas programmām pieejama Ēku enerģētikas programmrīku rokasgrāmatā, ko izstrādājis Amerikas Enerģētikas departaments [3].
- **Tiešsaistes aprēķinu programmas:** izmantojot šīs kategorijas aprēķinu programmas, pilnīgu ietekmes novērtējumu nav iespējams iegūt. Tomēr tās var izmantot, lai ātri novērtētu iespējamo ietekmi uz ēkas enerģijas patēriņu. Šāda veida aprēķinu rīki ir noderīgi ENEF projekta mērķgrupām (izņemot HVAC inženierus), lai ātri izpētītu ietekmi konceptuālā stadijā. Turklāt jāmin, ka nepieciešamo ieejas datu apjoms dažādās aprēķinu programmās ievērojami atšķiras. Lai izmantotu jebkuru potenciālo rīku, ir nepieciešams liels datu apjoms, ko ne vienmēr ir iespējams iegūt. Tāpēc būtu jāizstrādā tiešsaistes aprēķinu programmas, kas pamatotos uz katrā valstī pastāvošiem ēku enerģijas patēriņa kodiem.
- **Excel aprēķinu programmas:** sarežģītas aprēķinu programmas, ko nav lietderīgi izmantot lēmumu pieņemšanas procesa sākumstadijā.

Projektā tika konstatēts, ka pašreizējās skaitļošanas programmas nepiedāvā plašas iespējas lēmumu pieņemšanai par energoefektivitātes pasākumu īstenošanu konceptuālajā stadijā. Ir jāizstrādā droši skaitļošanas rīki, it īpaši tiešsaistes aprēķinu programmas, kas palīdzētu ENEF projekta mērķlietotāju grupām. Tā kā dažādās pilsētu vietās ēku raksturlielumi parasti ir līdzīgi, izstrādājamie rīki varētu atvieglot lēmumu pieņemšanu sākumstadijā.

Vienlaikus 2012. gadā ENEF darba paketē Nr. 4 veiktās esošo rīku izpēti un klasificēšanas rezultātā ir izstrādāti vairāki komplekti ("ceļu kartes") projekta mērķgrupām. Šie komplekti ir paredzēti, lai atvieglotu lēmumu pieņemšanu energoefektivitātes pasākumu īstenošanas sākumstadijā, tie būs pieejami ENEF paplašinātā tīkla dalībniekiem 2013. gadā.

Literatūra

- 1 Juha Forsström, Pekka Lahti, Esa Pursiheimo, Miika Rämä, Jari Shemeikka, Kari Sipilä, Pekka Tuominen, Irmeli Wahlgren. Measuring energy efficiency Indicators and potentials in buildings, communities and energy systems. Espoo 2011. VTT Tiedotteita – Research Notes 2581. 107 p. +app. 5 p.
- 2 Crawley, Drury B., Jon W. Hand, Michaël Kummert, Brent T. Griffith. "Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs." Building and Environment 43, no. 4 (2008): 661-673.
- 3 U. S department of Energy, Building energy software tool directory. http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/
- 4 Danish building research institute, BSim brochure. <http://www.sbi.dk/download/bsim/bsimbrochure.pdf>
- 5 Macdonald, I., L. B. McElroy, J. Hand, J. A. Clarke (2005). "Transferring simulation from specialists into design practice." In 9th International Building Performance Simulation Association Conference.
- 6 Ramesh, T., Prakash, R., Shukla, K. K. (2010). Life cycle energy analysis of buildings: An overview. Energy and Buildings, 42 (10), 1592-1600.

ĒKAS DATI

Adrese: Bauskā, Kareivju ielā 3			
Ēkas veids: daudzdzīvokļu			
Stāvu skaits: 5 stāvi, pagrabs			
Kopējā platība: 4029,3 m ² , dzīvojamā platība 2279,5 m ²			
Vidējais stāva augstums: 2,5 m			
Iedzīvotāju skaits: 124			
Uzcelta: 1983		Atjaunota:	
Ēkas	Veids/materiāli	U-vērtība, W/m ² K	Komentāri
Sienas fasāde	Kā izolācijas materiāls tika uzstādītas 100 mm biezas putu polistirola plāksnes	0,31	Pirms renovācijas sienas konstrukcijas siltuma stabilitāte neatbilda mūsdienu normām. Apkures sezonā caur konstrukcijām bija siltuma zudums. Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 36 kWh/m ² , CO ₂ emisijas samazinājums gadā – 7,27 kg/m ² .
Ārsiena	Kā izolācijas materiāls tika uzstādītas 100 mm biezas putu polistirola plāksnes	0,33	Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 24 kWh/m ² , CO ₂ emisijas samazinājums gadā – 4,88 kg/m ² .
Logi	PVC logi	0,17	Dzīvokļos tika uzstādīti PVC logi. Logi tika izolēti.
			Logi ieejas kāpnēs Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 1,3 kWh/m ² , CO ₂ emisijas samazinājums gadā – 0,27 kg/m ² .
			Logi dzīvokļos Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 3,8 kWh/m ² , CO ₂ emisijas samazinājums gadā – 0,77 kg/m ² .
Jumts/bēniņu griesti	150 mm izolācijas materiāls	0,17	Papildus tika izolēta jumta konstrukcija. Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 3,2 kWh/m ² , CO ₂ emisijas samazinājums gadā – 0,64 kg/m ² .
Grīda/pagraba griesti	Kā izolācijas materiāls tika uzstādītas 40 mm biezas putu polistirola plāksnes	0,55	Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 13,7 kWh/m ² , CO ₂ emisijas samazinājums gadā – 2,78 kg/m ² .

Pagrabs	Kā izolācijas materiāls tika uzstādītas 40 mm biezas putu polistirola plāksnes	0,64	Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 3,8 kWh/m², CO ₂ emisijas samazinājums gadā – 0,56 kg/m².
Pagraba sienas	Kā izolācijas materiāls tika uzstādītas 50 mm biezas putu polistirola plāksnes		Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 2,8 kWh/m², CO ₂ emisijas samazinājums gadā – 0,56 kg/m².
Apkures un karstā ūdens sistēma			
Sistēmas veids (viencaurules/divcauruļu)	Viencaurules	Komentāri: ēkai ir centralizēta apkures sistēma. Apkures un karstā ūdens sistēmas caurules tika pareizi izolētas, jo tās bija sarūsējušas. Sistēma tika modernizēta; tika uzstādīti automātiskie līdzsvarotāji, lai nodrošinātu vienādu siltumu, kā arī uzstādīts individuāls apkures savienojums; veikta daļēji apkures sistēmas cauruļu izolācija pagrabā.	
Termostatiskie vārsti (jā/nē)	Jā	Komentāri: dzīvokļos tika uzstādīti termostatiskie vārsti.	
Individuālie siltuma skaitītāji (jā/nē)	Nē	Komentāri: –	
Karstā ūdens sistēmas veids (individuāla/centrāla)	Centrāla	Komentāri: –	
Pēc enerģijas taupības pasākumu veikšanas enerģijas patēriņš samazinājies par 46 % no kopējā apkurei paredzētā siltumenerģijas patēriņa. Ēkas izmērītās energoefektivitātes novērtējums gadā – 75 kWh/m². Izmērītās CO ₂ emisijas novērtējums gadā – 44 652 kgCO ₂ .			
Ventilācijas sistēma			
Sistēmas veids (dabiska/mehāniska/hibrida)	Dabiska	Komentāri: –	
Siltuma atgūšana (jā/nē)	Nē	Komentāri: –	
Gaisa plūsmas regulēšanas iespēja (jā/nē)	Nē	Komentāri: –	
Dzesēšana (jā/nē)	Nē	Komentāri: –	
Atjaunīgā enerģija			
Atjaunīgās enerģijas izmantošana (jā/nē): nē.			
Atjaunīgās enerģijas veids: –			
Atjaunīgās enerģijas daļa kopējā enerģijas patēriņā (%): –			

ĒKAS DATI

Adrese: Bauskā, Saules ielā 8			
Ēkas veids: pirmsskolas izglītības iestāde			
Stāvu skaits: 2			
Kopējā platība: 721,90 m²			
Vidējais stāva augstums: 2,8 m			
Iedzīvotāju skaits:			
Uzcelta: 1960		Atjaunota:	
Ierobežojošās konstrukcijas	Veids/materiāli	U-vērtība, W/m²K	Komentāri
Siena	Silikātķieģeļu sienas tika pārklātas ar 100 mm biezām putu polistirola plāksnēm, kas izmantotas kā izolācijas materiāls	0,31	Siltuma zudums rodas neefektīvu konstrukcijas savienojumu dēļ. Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 82,72 kWh/m², CO₂ emisijas samazinājums gadā – 18,38 kg/m².
Logi		1,8	Ēkas konstrukcijā neefektīvi logu savienojumi. Ieejas kāpnēs tika uzstādīti PVC logi. Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 1,28 kWh/m², CO₂ emisijas samazinājums gadā – 0,28 kg/m².
Jumts/bēniņu griesti			
Grīda/pagrabu griesti	Kā izolācijas materiāls izmantotas 100 mm biezas putu polistirola plāksnes	0,25	Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 23,36 kWh/m², CO₂ emisijas samazinājums gadā – 5,19 kg/m².
Pagrabs			

Apkures un karstā ūdens sistēma		
Sistēmas veids (viencaurules/divcauruļu)	Divcauruļu	Komentāri: ēka ir pieslēgta centralizētajai apkures sistēmai. Moderna viencaurules apkures sistēma ar konvektoriem katrā istabā un termostatiskajiem vārstiem . Apkures sistēma ir novecojusi, pagrabā esošajām caurulēm nebija izolācijas slāņa. Apkures sistēma tika atjaunota un balansēta. Viencaurules sistēma tika nomainīta pret divcauruļu sistēmu.
Termostatiskie vārsti (jā/nē)	Jā	Komentāri: –
Individuālie siltuma skaitītāji (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Karstā ūdens sistēmas veids (individuāla/centrāla)	Centrāla	Komentāri: –
Pēc enerģijas taupības pasākumu veikšanas enerģijas patēriņš samazinājies par 34 % no kopējā apkurei paredzētā siltumenerģijas patēriņa. Ir nepieciešams pazemināt iekštelpu gaisa temperatūru naktī un nedēļas nogalē līdz 12-13 °C. Ēkas izmērītās energoefektivitātes novērtējums gadā – 121 kWh/m². Izmērītās CO₂ emisijas novērtējums gadā – 17 326 kgCO₂.		
Ventilācijas sistēma		
Sistēmas veids (dabiska/mehāniska/hibrīda)	Dabiska	Komentāri: –
Siltuma atgūšana (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Gaisa plūsmas regulēšanas iespēja (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Dzesēšana (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Atjaunīgā enerģija		
Atjaunīgās enerģijas izmantošana (jā/nē): nē.		
Atjaunīgās enerģijas veids: –		
Atjaunīgās enerģijas daļa kopējā enerģijas patēriņā (%): –		

ĒKAS DATI

Adrese: Bauskā, Plūdoņa ielā 60			
Ēkas veids: pirmsskolas izglītības iestāde			
Stāvu skaits: 2			
Kopējā platība: 1879,30 m²			
Vidējais stāva augstums: 2,8 m			
Iedzīvotāju skaits:			
Uzcelta: 1985		Atjaunota:	
Ierobežojošās konstrukcijas	Veids/materiāli	U-vērtība, W/m²K	Komentāri
Ārsiena pirms atjaunošanas	Ķieģeļu sienas		Sienas pirms pārveides ir apmierinošā stāvoklī. Siltuma zudums ir caur savienojumiem.
Ārsiena pēc atjaunošanas	Ķieģeļu sienas tika pārklātas ar 100 mm biezām putu polistirola plāksnēm, kas izmantotas kā izolācijas materiāls	0,31	
Logi pirms atjaunošanas	Veci koka logi	2,7	Tika nomainīti galvenās ieejas logi.
Logi pēc atjaunošanas	PVC logi	1,6–1,8	
Jumts/bēniņu griesti	Saliekams betons		Lietus laikā tika konstatēta sūce, kas radusies nekvalitatīvas jumta izolācijas dēļ.
Grīda/pagraba griesti	Saliekama betona grīda tika pārklāta ar 100 mm biezām putu polistirola plāksnēm, kas izmantotas kā izolācijas materiāls	0,25	
Pagrabs			
Pēc enerģijas taupības pasākumu veikšanas enerģijas patēriņš samazinājies par 41 % no kopējās apkurei paredzētā siltumenerģijas patēriņa. Ir nepieciešams pazemināt iekštelpu gaisa t° naktī. Svarīgi uzlabot arī logu rāmju blīvējumu. Ēkas izmērītās energoefektivitātes novērtējums gadā – 117 kWh/m². Izmērītās CO₂ emisijas novērtējums gadā – 58 258 kgCO₂.			

Apkures un karstā ūdens sistēma		
Sistēmas veids (viencaurules/divcauruļu)	Divcauruļu	Komentāri: nevienmērīgs iekštelpu klimats dažādās telpās. Apkures sistēmas caurules pagrabā nebija izolētas. Ēka ir pieslēgta centralizētajai apkures sistēmai ar individuālu apkures savienojumu. Viencaurules sistēma ar čuguna radiatoriem katrā telpā bez regulēšanas iespējām. Apkures un karstā ūdens sistēmas caurules nebija pareizi izolētas, tādēļ tika konstatēts siltuma papildu zudums. Sistēmas caurules tika izolētas ar 50 mm biezu kokvilnas slāni. Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 10,80 kWh/m², CO₂ emisijas samazinājums gadā 1,90 kg/m².
Termostatiskie vārsti (jā/nē)	Jā	Komentāri: viencaurules apkures sistēma tika nomainīta pret divcauruļu sistēmu. Tika nomainīti arī radiatori. Piegādātās enerģijas ietaupījums gadā – 10,80 kWh/m², CO₂ emisijas samazinājums gadā – 2,85 kg/m².
Individuālie siltuma skaitītāji (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Karstā ūdens sistēmas veids (individuāla/centrāla)	Nē	Komentāri: –
Ventilācijas sistēma		
Sistēmas veids (dabiska/mehāniska/hibrīda)	Dabiska	Komentāri: –
Siltuma atgūšana (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Gaisa plūsmas regulēšanas iespēja (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Dzesēšana (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Atjaunīgā enerģija		
Atjaunīgās enerģijas izmantošana (jā/nē): nē.		
Atjaunīgās enerģijas veids: –		
Atjaunīgās enerģijas daļa kopējā enerģijas patēriņā (%): –		

4. pielikums

PROJEKTA "ILGTSPĒJĪGĀ JERVA" IZMĒĢINĀJUMA MĀJA (STOKHOLMA)

Adrese: Husbijā, Trondheimgatan 28 (Zviedrija)			
Ēkas veids: īres dzīvokļu kvartāls			
Stāvu skaits: 6			
Kopējā platība: 2505 m² apkurināmā platība, 1980 m² dzīvojamā platība			
Vidējais stāva augstums: aptuveni 2,5 m			
Iedzīvotāju skaits: 115 (25 dzīvokļi)			
Uzcelta: 1973		Atjaunota: 2011	
Ierobežojošās konstrukcijas	Veids/materiāli	U-vērtība, W/m²K	Komentāri
Siena	Betons	0,216	Pievienota 100 mm ārējā izolācija.
Logi	Trīs stiklu energoefektīvie logi	0,85	
Jumts/bēniņu griesti	Melns, gofrēts metāls	0,128	
Grīda/pagraba griesti	Betons	1,831	
Pagrabs	Betons	2,725	
Apkures un karstā ūdens sistēma			
Sistēmas veids (viencaurules/divcauruļu)	Divcauruļu	Komentāri:	
Termostatiskie vārsti (jā/nē)	Jā	Komentāri: –	
Individuālie siltuma skaitītāji (jā/nē)	Nē	Komentāri: –	
Karstā ūdens sistēmas veids (individuāla/centrāla)	Centrāla	Komentāri: –	
Ventilācijas sistēma			
Sistēmas veids (dabiska/mehāniska/hibrīda)	Mehāniska	Komentāri: –	
Siltuma atgūšana (jā/nē)	Jā	Komentāri: siltummainis ar aprēķina efektivitāti 81 %.	
Gaisa plūsmas regulēšanas iespēja (jā/nē)	Jā	Komentāri: –	
Dzesēšana (jā/nē)	Nē	Komentāri: –	



5. pielikums

PROJEKTA "ILGTSPĒJĪGĀ OLIDHEMA" IZMĒĢINĀJUMA MĀJA (ŪMEO)

Adrese: Ūmeo, Matematikgränd 9			
Ēkas veids: daudzdzīvokļu ēka			
Stāvu skaits: 2			
Kopējā platība: 925 m ² apkurināmā platība, 850 m ² dzīvojamā platība			
Vidējais stāva augstums: 2,5 m			
Uzcelta: 1970/1971		Atjaunota: 2010	
Ierobežojošās konstrukcijas	Veids/materiāli	U-vērtība, W/m²K	Komentāri
Siena	Pievienota papildu ārējā izolācija	0,24	Ārējo sienu vidējā U-vērtība (0,36 pirms atjaunošanas).
Logi	Trīs stiklu īpaši hermētiska montāža	1,1–1,2	1,9 pirms atjaunošanas.
Jumts/bēniņu griesti	Jauni, darvoti jumti ar iebūvētiem fotoelementu paneļiem. Papildu izolācija	0,08	Bēniņu grīdas U-vērtība (0,29 pirms atjaunošanas).
Grīda/pagraba griesti	Dalēji izolēti betona pamati	2,0/0,41	Neieskaitot zemes siltumizturību/ ieskaitot zemes siltumizturību (smilšu/grants maisījums). Pārmaiņas nav veiktas.
Pagrabs	Nav		
Apkures un karstā ūdens sistēma			
Sistēmas veids (viencaurules/divcauruļu)	Divcauruļu	Komentāri: –	
Termostatiskie vārsti (jā/nē)	Jā	Komentāri: –	
Individuālie siltuma skaitītāji (jā/nē)	Nē	Komentāri: –	
Karstā ūdens sistēmas veids (individuāla/centrāla)	Centrāla	Komentāri: karstā ūdens cirkulācija katrā ēkā piegādā siltumu tieši no rajona centralizētās siltumapgādes sistēmas.	
Ventilācijas sistēma			
Sistēmas veids (dabiska/mehāniska/hibrīda)	Mehāniska	Komentāri: –	
Siltuma atgūšana (jā/nē)	Jā	Komentāri: rotējošs siltummainis.	



Gaisa plūsmas regulēšanas iespēja (jā/nē)	Jā	Komentāri: –
Dzesēšana (jā/nē)	Nē	Komentāri: –
Atjaunīgā enerģija		
Atjaunīgās enerģijas izmantošana (jā/nē): jā.		
Atjaunīgās enerģijas veids: rajona apkure, 98–99 % no atjaunīgajiem avotiem, fotoelementi, vēja enerģija (pašvaldības mājokļu uzņēmumam pieder piecas vēja spēkstacijas, kas nodrošina pusi no mājām nepieciešamās elektroenerģijas). Iegūtā elektroenerģija: ūdens/vēja enerģija/biodegviela (vietēja, 100 % atjaunīga).		
Atjaunīgās enerģijas daļa kopējā enerģijas patēriņā (%): 95–100 %.		

PROJEKTA “ILGTSPĒJĪGĀ JERVA” JOMAS UN PAREDZĒTĀS AKTIVITĀTES*

Jomas	Mērķis
Energoefektivitāte	Apkurei, karstajam ūdenim un mājāsaimniecību elektroapgādei iepērkamās enerģijas samazināšana.
	Mājāsaimniecību patērētās enerģijas samazināšana par 10 % septiņās atjaunotajās ēkās.
	30 % enerģijas samazinājums būvlaukumā, salīdzinot ar 2009. gadu.
	Siltumnīcefekta gāzu emisijas aprēķina modelis.
	Ierastās un iepriekš izgatavotās fasāžu papildu izolācijas pārbaude un salīdzināšana.
	Veiksmīgās pieredzes ieviešana uzņēmuma “Svenska Bostäder” nākamajos projektos.
	Kultūrvēsturisko vērtību saglabāšana, ievērojot ar klimatiskajiem apstākļiem saistīto mērķu sasniegšanu.
Atjaunīgā enerģija	Saules paneļu uzstādīšana uz mājām 1000 m² platībā, tā saražojot 200 MWh enerģijas gadā.
	Fotoelementu uzstādīšana uz ēkām 10 000 m² platībā.
	Pētījums par iespējām līdz 2014. gadam nodrošināt 350 Jervas rajona dzīvokļus ar enerģiju, kas nav atkarīga no klimata.
Ilgtspējīgs transports	Lielāka velosipēdu izmantošana.
	Palielinoties velosipēdistu īpatsvaram, velosipēda kā transporta līdzekļa statusa paaugstināšana.
	Kopēja automašīnu parka radīšana uzņēmumiem un individuālajiem lietotājiem.
	Būvlaukumā nodarbinātajām smagajām automašīnām (smagākām par 3,5 tonnām) 100 % Stokholmas pilsētas vides zonas noteikumu piemērošana.
	Labi organizēta loģistika samazinās transporta slogu Jervas rajonā.
Informācija un dalība	Informēšana un sabiedrības līdzdalība veicinās ilgtspējīgu Jervas rajona enerģijas patēriņu, transporta izmantošanu un atkritumu apsaimniekošanu.
	Lēmumu par dzīves apstākļu standartiem saskaņošana ar iedzīvotājiem.
	Iedzīvotāju informēšana un tehniskais atbalsts par jauno tehnoloģiju piedāvātajām iespējām.
	Informācija par dažādām renovācijas idejām Zviedrijā un citur Eiropā.
	Pieredzes apmaiņa ar citiem līdzīgos rajonos dzīvojošajiem.
	Devums redzējuma “Vision Järva 2030” īstenošanā.

*<http://www.stockholm.se/Fristaende-webbplatser/Fackforvaltningssajter/Stadsledningskontoret/Jarvalyftet/Det-har-ar-Jarvalyftet1/>

7. pielikums

PROJEKTĀ "ILGTSPĒJĪGĀ OLIDHEMA" PAREDZĒTIE MODERNIZĀCIJAS PASĀKUMI*

Finansiālais atbalsts	Pasākumi	Īss satura izklāsts
Delegācija par ilgtspējīgām pilsētām	Novatoriski izolēšanas paņēmieni	Divu ēku (<i>Matematikgränd</i> 7 un 9) atjaunošana, lai pārbaudītu izolēšanas risinājumus.
	Fotoelementu uzstādīšana	2800 m ² fotoelementu uzstādīšana rajonā.
	Vējdzirnavu uzstādīšana	Objekta īpašnieks izteica priekšlikumu rajona tirdzniecības centra pārstāvjiem par vējdzirnavu izveidošanu rajonā. Pašlaik norit sarunas par projektu, un turpmāk to varētu aizvietot ar citu risinājumu.
	Ziemas dārzs	Dizaina institūts un Ūmeo Ēnu teātris sadarbībā ar iedzīvotājiem izstrādā ziemas dārza projektu. Ir ideja tur ierīkot virtuvi ar kafijas automātu, galdiem, krēsliem un pārvietojamiem augiem.
	Studentveģenas ceļa pārbūve par pilsētas ielu	Tas tiek veikts, lai radītu vairāk vietas jaunām ēkām, novirzītu intensīvo satiksmi no Studentveģenas un likvidētu šī ceļa veidoto barjeru, kas atdala Sofihemas un Olidhemas rajonus.
ES dzīvības projekts "Eiropas zaļie pilsoņi"	Dzīvokļu individuālās mērīšanas sistēmas	Jaunos <i>Geografgränd</i> dzīvokļos tiks uzstādīta individuāla elektrības, karstā un aukstā ūdens mērīšanas sistēma. Galvenais šīs sistēmas ierīkošanas nolūks ir ūdens patēriņa samazināšana.
Cits finansējums	Jaunā <i>Geografgränd</i>	Tika plānots, ka pirmie īrnieki jaunajā 137 dzīvokļu <i>Geografgränd</i> ēkā, kas gadā patērē 65 kWh/m ² enerģijas, ievāksies 2012. gadā.
	Energoefektīvs LED apgaismojums	Projekta gaitā tiek pārbaudīts energoefektīvs apgaismojums. Tas ir uzstādīts pirmajā izmēģinājuma mājā <i>Matematikgränd</i> 9. Ir paredzams, ka to izmantos ziemas dārzā un vairākās citās āra vietās.
	Veļas mazgātavu pievienošana rajona apkures tīklam	Rajona veļas mazgātavas tiks pieslēgtas karstā ūdens tīklam.
	Gudra enerģijas vadība	Šajā rajonā tiks ieviesta gudra enerģijas vadības sistēma, ievērojot Ūmeo pilsētas Liljansbergetas rajonā gūto pieredzi, kur jau uzstādīta izmēģinājuma sistēma.
	Parku un kopējās telpas atjaunošana	Tiks atjaunots centrālais parks starp apgabala centru un skolu.

*<http://www.umea.se/mer/tema/miljo/medborgare/hallbaraalidhem.4.6199a9ff127792ed13380002415.html>
(Ziņojums par stāvokli 2011. g.)

8. pielikums

NEPĀRTRAUKTIE IEGULDĪJUMI PROJEKTĀ "ILGTSPĒJĪGĀ ROSENGORDA"*

Finansējums	Iniciatīva	Īss satura apraksts
Delegācija par ilgtspējīgām pilsētām un ES dzīvības programma, kas ir projekta "Ideja par klimatisku dzīvi pilsētās" daļa	Projekts "Ilgtspējīgā Hilda"	Mājokļu kooperatīvam HSB "BRF Hilda" piederošu 16 ēku (kopā ar 767 dzīvokļiem) atjaunošana. Uzmanība pievērsta energoefektivitātei, atjaunīgajai enerģijai, ūdenim, transportam un sadzīvei.
Delegācija par ilgtspējīgām pilsētām un ES Reģionālās attīstības fonds	Rosengordas kājāmgājēju ceļš	Pilsētas laukuma un arēnas izveide kultūras un sporta aktivitātēm, uzlabojot arī kājāmgājēju un velosipēdu celiņu.
	Jaunatne	Aktīvas telpas ierīkošana gar Rosengordas kājāmgājēju ceļu un jaunu cilvēku piesaiste šī pilsētas rajona attīstībā.
	Autobusu satiksmes uzlabošana	Jaunas idejas pilsētas sabiedriskā transporta (autobusu) sistēmas pilnveidei, lai nodrošinātu labāku piekļuvi autobusiem un uzlabotu satiksmi starp Rosengordu un Malmes apkārtni.
	Sabiedrības izglītošana par pārtikas un klimata mijiedarbību	Virtuves personāla un bērnu izglītošana par pārtiku, tās izcelsmi, kā arī par pārtikas un klimata mijiedarbību.
Delegācija par ilgtspējīgām pilsētām	Atjaunojamā Rosengorda	Vēja spēkstaciju ierīkošana rajonā. Pašlaik tiek apspriestas šī pasākuma īstenošanas iespējas un dažādie veidi.
	Rosengordas slidotava	Slidotavas rekonstrukcija, pievēršot uzmanību enerģijai, ūdenim un āra videi.
	<i>Värner Ryden</i> skola	Skolas ekoloģiskas rekonstrukcijas paraugobjekta izveide.
	Ūdens taupīšana	Pasākumi aukstā un karstā ūdens patēriņa samazināšanai par 40 %.
	Dabai nekaitīgas tehnoloģijas	Tirgus izveide, izmantojot izmēģinājumu vidi, tehniskus risinājumus un apvienojot dabai nekaitīgo tehnoloģiju uzņēmumus un nekustamo īpašumu īpašniekus.
	Pilsētas blīvēšana	Jaunu mājokļu būvniecība, izglītības un darba iespēju izveide saskaņā ar nosacījumu – divas darbavietas katrai uzbūvētai vienģimenes mājai.

*http://www.malmo.se/download/18.3744cbfb13a77097d87423a/Roseng%C3%A5rd+ENG_web.pdf;
<http://www.malmo.se/Medborgare/Miljo--hallbarhet/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Hallbar-stadsutveckling/Hallbara-Rosengard/Sustainable-Rosengard-ENG.html>

PROJEKTA “ILGTSPĒJĪGĀ HILDA”
PLĀNOTIE ATJAUNOŠANAS PASĀKUMI*

Pasākums	Īss satura apraksts
Kanalizācijas un vannasistabu atjaunošana	Aukstā un karstā ūdens, kanalizācijas, karstā ūdens recirkulācijas un radiatoru apkures cauruļu aizvietošana. Šahtai pieguļošo vannasistabas sienu nojaukšana un grīdas pacelšana, lai nomainītu ūdens un kanalizācijas caurules. Vannasistabas aprikošana ar jaunu vannasistabas iekārtu, sienu flīzēšana un grīdas ierīkošana. Viesu tualesu atjaunošana. Individuālo ūdens skaitītāju uzstādīšana.
Fasādes atjaunošana	Jāaizpilda ārsienu spraugas un jāpadara tās ūdensnecaurīdīgas, jānomaina bojātie ķieģeļi, atkal jānoblīvē logu rāmji un jānomaina bojātās pārsedzes. Ārkārtas pasākumi – sienu nomaiņa zem fasādes ar papildu izolāciju, koka siju nomaiņa pret metāla sijām un mitruma barjeras uzstādīšana aiz fasādes.
Jauna, enerģiju saudzējoša ventilācija	Jaunas ventilācijas sistēmas ierīkošana, kas atgūst siltumu no izplūstošā gaisa, izmantojot siltummaini. Tādējādi tiktu samazināta nepieciešamība pēc rajona apkures sistēmas piegādātā siltuma, ko dzīvokļa radiatori izmanto iekšējā gaisa sildīšanai.
Visu radiatoru aizvietošana	Visu radiatoru aizvietošana ar termostatu vadāmiem, jauniem radiatoriem. Vienīgais izņēmums ir vannasistabas radiatori.
Jaunas iekšējās sienas	Jaunas, labi izolētas sienas salīdzinājumā ar ķieģeļu fasādi. Izņēmums ir divistabu dzīvokļi, jo tiem nav ar ķieģeļu fasādi kopīgu sienu.
PCB likvidēšana	Tiks noņemta konstrukciju savienojumu pildviela, kuras sastāvā ir PCB un kas izmantota ap divistabu dzīvokļu iekšējām ieejas durvīm un virs ārdurvīm, kā arī uz torņu bloku frontoniem.
Jauna ugunsdrošības sistēma	Jaunas ugunsdrošības sistēmas uzstādīšana visos dzīvokļos un koplietošanas vietās: kāpņutelpās, pagrabos, veļas mazgātavās, garāžās, kā arī veļas žāvēšanas nojumēs uz jumta.
Ieguldījumi vidē	Saules enerģijas izmantošanas plāni. Sākotnēji tika plānoti arī lietusūdeņu izmantošana tualetēs un mājāsaimniecību pārtikas atkritumu izmantošana par biogāzes ražošanas izejvielu. Iespējams, augsto izmaksu un tehnisko grūtību dēļ šie pasākumi tiks aizvietoti ar citu risinājumu.

*<http://www.hsb.se/malmo/hilda/sustainable-hilda-english-version?select=2.30599>

DATI PAR ATJAUNĪGĀS ENERĢIJAS SISTĒMĀM

Uz *Matematikgränd 9* ēkas jumta uzstādīto fotoelementu moduļu parametri, projekts “Ilgtspējīgā Olidhema”

	Fotoelementu sistēmas veids	
	Kristāliskā silīcija	CIGS plānās plēves
Moduļa veids	Trina TSM 240-PC05, 240 W moduļi Izmērs: 1,650 x 0,992 Kopējā platība: 54 m² Svars: 19,5 kg Kopējais svars: 644 kg	Q-Cells Q.SMART 90, 90 W moduļi Izmērs: 1,196 x 0,636 Kopējā platība: 67 m² Svars: 19,5 kg Kopējais svars: 644 kg
Invertori	SMA Sunny Tripower 8000 TL Efektivitāte: maks. 98,1 % un 97,5 % vidējā ietilpība Izmērs: 665 x 690 x 265 mm (platums x augstums x dziļums) Svars: 65 kg	SMA Sunny Tripower 8000 TL Efektivitāte: maks. 98,1 % un 97,5 % vidējā ietilpība Izmērs: 665 x 690 x 265 mm (platums x augstums x dziļums) Svars: 65 kg

Uz *Matematikgränd 9* ēkas jumta uzstādītās fotoelementu sistēmas elektrotīklam saražotā enerģija (kWh)*

	2011		2012	
	Kristāliskais silīcijs	CIGS plānā plēve	Kristāliskais silīcijs	CIGS plānā plēve
Janvāris			0,0	0,0
Februāris			0,0	0,0
Marts			82,6	104,9
Aprīlis			300,5	375,1
Maijs	974,5	1014,8	939,9	1005,3
Jūnijs	1153,2	1206,6	1095,5	1144,7
Jūlijs	1101,4	1158,2	1003,5	1059,4
Augusts	705,4	741,1	723,1	774,0
Septembris	369,3	373,5	406,0	414,1
Oktobris	204,7	197,1	156,4	143,8
Novembris	33,5	27,2		
Decembris	1,6	1,1		
Kopā	4543,6	4719,6	4707,4	5021,4

*Andersson, M., 2012. *Solcellsanläggningarna på Matematikgränd 9 och nya Geografigränd* – Ålidhem. Energibanken i Jättendal AB, Umeå. [pdf]