

Gandrīz nulles enerģijas ģimenes māja



Māris Cimmermanis, inženieris

Foto no autora albuma

Energiefektīvāko ēku konkursā pērn par labāko privātmāju grupā nosaukta ģimenes mājvieta Upesciemā. Tā mērķtiecīgi būvēta videi un cilvēkiem draudzīga.

Sākumā pilnīgi pietika ar 42 kvadrātmetru dzīvokli Hruščova laika mājā. Gaidot ģimenes pieaugumu, iegādājāmies divreiz lielāku dzīvokli jaunajā projektā, tomēr arī tur bija jāsamierinās ar publiskās telpas ierobežojumiem. Nolēmām būt pēc iespējas neatkarīgāki visos aspektos – arī ar energoresursiem, apsaimniekošanu, vides troksni utt.

Novietojums un funkcionalitāte

Kad iegādājāmies zemesgabalu Garkalnes novada Upesciemā, sākām plānot mājas būvniecību. Projekts tika pabeigts 2014. gadā, kad vēl neeksistēja prasība par gandrīz nulles enerģijas māju, bet normatīvajos dokumentos bija noteikts siltuma enerģijas patēriņš $\leq 80 \text{ kWh/m}^2$ gadā. Tāpēc māja nav projektēta kā ēka ar gandrīz nulles enerģijas patēriņu, taču pēc Eiropas Savienības un Latvijas normatīvu tendencēm bija skaidrs, ka jābūvē energiefektīva māja.

Īpaša uzmanība pievērsta ēkas novietojumam dabā un telpu funkcionalitātei. Svarīgi, lai arī arhitekts pilnvērtīgi izprot vidi. Ņemot

vērā debespuses, mežaudzes un koku augšanas vietas, Saules starojumu un valdošos vējus, arhitekts Roberts Riekstiņš izveidoja skiču projektu. Izmantoti dabas elementi, piemēram, bērzs vasarā dod ēnu, bet ziemā caur tā zariem plūst Saules siltuma enerģija. Pārdomāti orientējot lielos logus uz dienvidu pusi, no Saules saņem vairāk siltuma enerģijas nekā zaudē caur logu konstrukcijām, kuru siltuma caurlaidība ir apmēram piecas reizes lielāka nekā ār sienām.

Būvmateriāli un inženiersistēmas

Nākamais solis bija tehniskais projekts ar konkrētiem materiāliem, mezgliem un tehnisko sistēmu risinājumiem. Būvei izvēlējāmies *Bauroc* komplekso gāzbetona būvniecības sistēmu. Tas ir ērts risinājums, jo norobežojošo konstrukciju elementi – bloki, armētās pārsedzes, pārseguma paneļi – ēku veido viendabīgi.

Pēc pasaulē pārbaudītas pieredzes autoklavētais gāzbetons ir efektīvs, ekoloģiski tīrs materiāls, kura sastāvdaļas ir smilts, cements, kaļķis un ģipsis. Ar atbilstīgu apstrādes tehnoloģiju var saražot ģeometriski precīzus līdz $\pm 1 \text{ mm}$, energiefektīvus ar U līdz $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ugunsdrošus A1 klases, līdz pat 7 MPa slodzes izturīgus būvizstrādājumus. Ar autoklavēto gāzbetonu privātmāja samontējama divās trijās nedēļās.

Gāzbetona ēku ār sienas ir vienkāršas un



efektīvas vienslāņa konstrukcijas, vienkārša ir arī būvniecības tehnoloģija un savienojumi – izmantotas *Bauroc* specifikācijas un tipveida mezgli. Augstu darba rezultātu var sasniegt vidējas kvalifikācijas būvnieks vai pat pietiekami pieredzējis pasūtītājs.

Ēkām no gāzbetona ir papildu īpašības: laba siltuma inerces un skaņas izolācija, neliela gaisa caurlaidība. Tas telpās nodrošina patīkamu mikroklimatu.

Ātra un precīza montāža

Tā kā gruntsūdens līmenis konkrētajā vietā ir zems – zem 10 m, pamatiem izvēlēti keramzītbetona bloki 5 MPa. Bloki samūrēti uz pamata pēdas, īpašu uzmanību pievēršot pēdējai rindai, kas precīzi līmeņota ar mūrjavu taisnai sienas pamatnei. Pamati apstrādāti ar hidroizolācijas materiālu, siltināti, un priekšpusē izveidota betona bloku josla 90 mm platumā ilgtspējas un sienas platumā 500 mm bloku atbalsta nodrošināšanai.

Ārsienām izvēlēti vienslāņa bloki *Bauroc Ecoterm+ 500* ar $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ieskaitot apdari. Svarīga ir pirmās bloku rindas iekļāšana – cik tā līdzena, tā arī veidosies turpmākās sienas. *Bauroc* bloku montāžas temps ir diezgan ātrs – trīs strādnieku brigāde dienā var salikt 12 – 15 m^3 bloku. Virs logiem un durvīm montētas *Bauroc* gatavās armētās pārsedzes, garāžas vārtu ailei izmantota garākā – 6000 mm. Tās ir viendabīgas gāzbetona pārsedzes, kurās ražošanas laikā iestrādāts nesošs armējošais karkass.

Noslēdzot pirmā stāva bloku rindu, uz blīvējošās akmensvates montēti *Bauroc* armētie pārsēguma paneļi. Tie pasūtīnāti ražotājam pēc tipveida izmēriem ar soli 200 mm. Armēto pārsēgumu paneļu montāža notika ātri un kvalitatīvi, nepilnas dienas laikā pārsēdžot visu pirmā stāva 200 m^2 laukumu. Paneļi sasaitīti ar perimetra monolīto joslu. Līdzīgi notika otrā stāva būve.

Svarīga tvaika caurlaidība

Jumta konstrukcijā izmantoti *Bauroc* pārsēgumu paneļi $h = 250 \text{ mm}$, kas siltināti ar 200 mm akmensvates kārtu, $U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Uz paneļiem balstīta jumta koka konstrukcija.

Ļoti nopietni uzmanība jāpievērš sienu apdares materiālu tvaika caurlaidības rādītājam, jo no tā ir atkarīga fasādes ilgmūžība. Tvaika caurlaidības rādītājam jābūt pēc iespējas tuvākam sienas bloku parametriem, *Bauroc* gāzbetonam $\mu = 4 - 6$. Iekšsienām ir rekomendējams cementa-kaļķa vai ģipša apmetums, ārsienām – silikona apmetums ar atbilstīgu tvaika caurlaidību.

Ģimenes mājai 40 – 50% kopējā siltuma zuduma aiziet caur norobežojošajām konstrukcijām: cokolu, grīdām, ārsienām, jumta pārsēgumiem, termiskajiem tiltiem, logiem, durvīm un garāžas vārtiem. Pārējie 50 – 60% atkarīgi no ēkas orientācijas pret debesspusēm, gaisa caurlaidības, ārsienas siltuma inerces un apkures sistēmas, ventilācijas un apgaismojuma lietderības koeficienta.

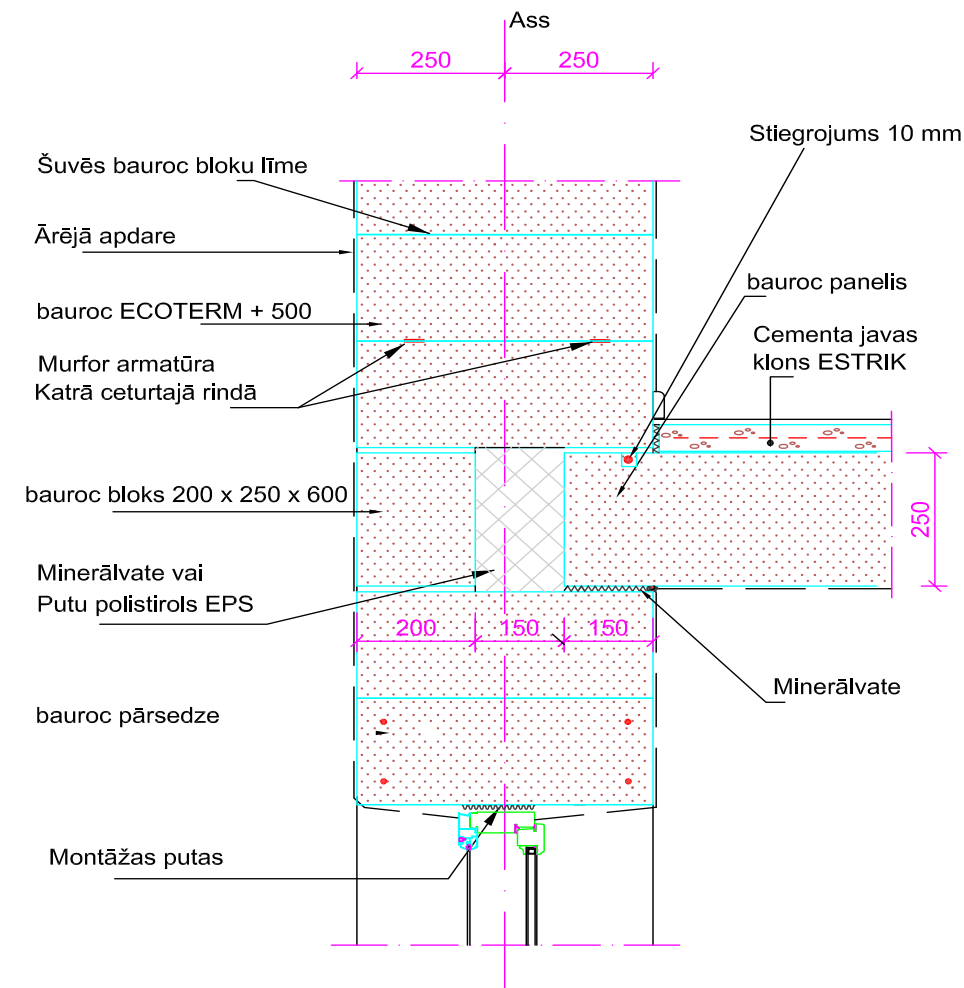
Izmaksu balanss

Izmaksu balansam starp norobežojošo konstrukciju siltuma caurlaidību un inženiertehnisko iekārtu efektivitāti ir jābūt ekonomiski pamatotam. Nav jēgas maksimāli samazināt U vērtību, piemēram, līdz $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, papildus aplikot visas norobežojošās konstrukcijas ar pārāk biezu siltumizolācijas slāni, un izvēlēties mazākas jaudas vai efektivitātes apkures un ventilācijas sistēmas.

Būvfizikā sakarība starp ēkas siltuma zudumu un norobežojošo konstrukciju siltuma caurlaidību nav lineāra. Ja ārsienām U vērtība ir mazāka par $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ekonomiski pamatota efekta no ārsienas siltināšanas nav.

Norobežojošo konstrukciju siltuma caurlaidības koeficients $U \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$:

- grīdas un sienas saskarē ar grunti – 0,16;
- ārsienas – 0,15;



Pārsēguma paneļu un ārsienas savienojuma mezgls.

- jumti un pārsēgumi, kas saskaras ar āra gaisu – 0,14;
- ārdurvis un vārti – 1,2 un 1,4;
- logi un terases durvis – 0,75.

Videi draudzīga apkure

Jau sākumā orientējāties uz videi draudzīgu apkures sistēmu izvēli. Ir svarīgi, ka sistēma darbojas ar atjaunojamajiem energoresursiem, jo tikai tā varam sasniegt nulles enerģijas ēkas mērķi. Nākotnē ir paredzēts uz jumta izvietot Saules paneļus elektroenerģijas ražošanai. Tā mājāsaimniecība pilnībā sarāžos pa-

šas patērēto elektroenerģiju, un ar dažiem papildu paneļiem varēs uzlādēt elektroauto.

Apkurei un karstā ūdens sagatavošanai izvēlēts Zviedrijā ražots *NIBE* zemes siltumsūkņis *F1255*, kas pārbaudīts ziemeļu klimatā. Tam ir augsts lietderības koeficients COP 3,18 – 5,06. Aprēķinā pieņemta vidējā vērtība COP 4,12.

Reizēm aizmirstam par vienu no cilvēkiem svarīgākajām lietām – svaiga gaisa maiņu telpās. Sanitārie normatīvi noteic, ka gaisa apmaiņai jānotiek trīs reizes stundā, tāpēc ir svarīgi izvēlēties efektīvu gaisa rekuperācijas



Armēto pārsedžu montāža.

sistēmu, kas nodrošinās kontrolētu svaiga silta gaisa pieplūdi telpās.

Upesciema mājā ierīkota *SystemAir* rekuperācijas iekārta, kas īpaši aukstā vai karstā laikā svaigu gaisu pievada, pasīvi uzsildot vai atdzesējot un izmantojot zemes pastāvīgo temperatūru ap 5 °C caur 30 m garu zemē ieraktu kanālu.

Ēkas energosertifikāts

Sertificēta energoauditora Sandra Liepiņa aprēķinos lietota Ministru kabineta (MK) noteikumos Nr. 348 norādītā metodika atbilstīgi ISO13790 standartiem pēc mēneša patēriņa.

Saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 383 būve klasificējama kā gandrīz nulles enerģijas ēka, ja tā atbilst noteiktām prasībām. Energoefektivitātes rādītājam apkurei jāatbilst A klasei, tas nedrīkst pārsniegt 40 kWh/m² gadā, vienlaikus nodrošinot telpu mikroklimata atbilstību normatīvo aktu prasībām būvniecības, higiēnas un darba aizsardzības jomā. Kopējām primārās enerģijas patēriņam apkurei un karstā ūdens apgādei, mehāniskajai ventilācijai, dzesēšanai, apgaismojumam jābūt ne vairāk par 95 kWh/m² gadā.

Pēc energosertifikāta datiem, apkurei vajadzīgais siltumenerģijas patēriņš gadā ir 47,16 kWh/m² un atbilst B klases rādītājiem, bet kopējais primārās enerģijas novērtējums

Enerģijas patēriņa vērtējums:

- apkurei – 47,16 kWh/m² gadā;
- karstā ūdens sagatavošanai – 16,66 kWh/m² gadā;
- mehāniskajai ventilācijai – 2,83 kWh/m² gadā;
- apgaismojumam – 6,85 kWh/m² gadā;
- papildu – 3,77 kWh/m² gadā;
- patēriņš kopā: 77,27 kWh/m² gadā;
- primārās enerģijas novērtējums: 91,51 kWh/m² gadā.

91,51 kWh/m² gadā atbilst gandrīz nulles enerģijas vai A klases parametriem. Lai apkure iekļautos A klases prasībās 40 kWh/m² gadā, varētu par 10 – 15% samazināt logu virsmu. Taču mums kā mājas iemītniekiem tāds variants nebija pieņemams, turklāt arī tagad ēkai ir augsti energoefektivitātes rādītāji.

Aprēķina modeļa ticamība

Saskaņā ar Eiropas Savienības prasībām aprēķina modeļim jeb datorprogrammai ir jābūt



Pārseduma panelu montāža.

validētai. Saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 348 aprēķina modelis ir ticams, ja atšķirība ir mazāka par 10% un ne vairāk par 10 kWh/m² gadā.

Upesciema mājai trīs gadus – no 2018. līdz 2020. gadam – fiksēts elektroenerģijas patēriņš apkurei un karstajam ūdenim, kā arī kopējais elektroenerģijas patēriņš.

Vidējā vērtība elektroenerģijas patēriņam apkurei un karstajam ūdenim ir 15,62 kWh/m² gadā, energosertifikātā pieprasītā siltumenerģijas vērtība – 63,82 kWh/m² gadā.

Pārejas koeficienta vērtība no elektroenerģijas uz siltumenerģiju ir atkarīga no apkures sistēmas, proti, siltumsūkņa *NIBE F1255* lietderības koeficienta COP. Ražotāja deklarētā COP vērtība ir 3,18 – 5,06. Pieņemot vidējo vērtību COP 4,12, siltumsūknis gadā saražoja siltumenerģiju 15,62 × 4,12 = 64,35 kWh/m² vērtībā. Tā energosertifikātā norādītā aprēķināta siltumenerģijas vērtība atšķiras no faktiskās vērtības par 0,82% jeb 0,53 kWh/m² gadā un atbilst MK noteikumiem Nr. 348.

Iespaidīgi mazas izmaksas

Mājas ar platību 278 m² ekspluatācijas izmaksas par apkuri un karsto ūdeni trīs gadu laikā

vidēji bija 51,26 eiro mēnesī, kas ir vien 0,18 eiro par 1 m² mēnesī. Gadā vidēji izmaksā ir 2,21 eiro/m².

Tik zems elektroenerģijas patēriņš ir saņemts, pateicoties ne tikai pareizai norobežojamo konstrukciju un inženiertehnisko sistēmu izvēlei. Gāzbetona siltuma inerces ietekmē ēkas iekšējā temperatūra +22...23 °C bez telpu dzesēšanas nemainījās arī karstās vasaras dienās.

Energoefektīvai ēkai gaisa caurlaidībai jābūt pēc iespējas mazākai. Upesciema mājas izmērītā gaisa caurlaidība ar spiediena starpību 50 Pa fiksēta q₅₀ = 0,452 m³/(m²/h). Būvnormatīvā norādītā vērtība ir trīs reizes lielāka – q₅₀ ≤ 1,5 m³/(m²/h). Pasīvajām mājām rekomendējamā vērtība ir q₅₀ ≤ 0,6 m³/(m²/h).

Dzīvoklim ar apkurināmo patību 71,5 m² vairākstāvu mājā, kas uzbūvēta 2007. gadā ar ārsienām no keramiskajiem 440 mm blokiem un 50 mm papildu siltinājumu, siltumenerģijas izmaksas apkurei un karstajam ūdenim vidēji ir 8,93 eiro/m² gadā. Tas ir četras reizes vairāk par Upesciema mājas rādītāju. Ekonomiski izdevīgāk ir siltumenerģiju privātmājā ražot pašiem, nevis pirkt no centralizētā siltumtīkla piegādātāja. BI