

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauku inženieru fakultāte

Būvniecības tehnoloģija

„Risinājumi un būvniecības tehnoloģija
ēku energoefektivitātes paaugstināšanai”

Izstrādāja

Sandris Liepiņš

Jelgava 2011

Saturs.

1. Ievads.....	3
2. Sienas siltuma caurlaidības koeficients.....	4
3. Norobežojošo konstrukciju gaisa necaurlaidība.....	4
4. Skaņas izolācija- būves aizsardzība pret troksni.....	5
5. Ēkas mikroklimats.....	5
6. Ventilācija - vēdināšana.....	7
6.1. Dabīgā ventilācija (vēdināšana).....	9
6.2. Dabiskā pieplūde ar mehānisko nosūci.....	10
6.3. Piespiedu pieplūde un piespiedu nosūce.....	11
7. Siltināšana.....	11
7.1. Dabai draudzīga siltināšana.....	11
7.2. Labas izolācijas priekšrocības:.....	11
8. Izolācijas materiāli.....	14
8.1. Organiskie siltumizolācijas materiāli.....	15
8.1.1. Ekovate.....	15
8.1.2. Putu polistirols (putuplasts, EPS).....	18
8.1.3. Linu siltuma un skaņu izolācijas materiāli.....	19
8.1.4. Ekogranulas.....	20
8.1.5. FIBO keramzīts.....	21
8.2. Neorganiskie siltumizolācijas materiāli.....	21
8.2.1. Minerālvate.....	21
8.3. Siltumizolācijas materiālu izvēle.....	23
9. Apdares materiāli.....	27
10. Izmantotā literatūra.....	28

1. Ievads.

Siltuma tarifi nemitīgi aug gāzes sadārdzināšanās dēļ – tas nav novēršams. Pasaulē iedzīvotāju skaits ikkatrus 60 gadus dubultojas, pieaug enerģijas patēriņš, bet gāzes un naftas resursi strauji izsīkst. Lai panāktu mazāku maksu par siltumu, ir tikai viens ceļš – racionāla un taupīga saņemtā siltuma izlietošana. Dzīvojamās mājas, kas celtas pēckara periodā (1950.-1990.g.), ir ar zemu siltuma noturību – siltums aizplūst caur neblīviem logiem un durvīm, sienām ar augstu siltuma caurlaidību, nesiltinātu bēniņu un jumta pārsegumu, sliktu pagrabstāva pārseguma siltumizolāciju u.c. Lai to novērstu, nepieciešama kompleksa mājas renovācija ar siltināšanu, kas ietver ārējo norobežojošo konstrukciju siltināšanas pasākumus, logu nomaiņu, termisko tiltu novēršanu, efektīvas ventilācijas sistēmas ierīkošanu ar siltuma atgūšanas iespēju un risinājumus elektroapgādes sistēmas patērētās enerģijas taupīšanai. Zema energopatēriņa ēkām papildus ir būtiski izstrādāt detalizētus risinājumus, lai samazinātu nekontrolēto gaisa plūsmu ietekmi siltuma zudumu bilancē. Ilggadēji praktiski veiktie apsekojumi parāda, ka vairumam padomju laikā celtajām daudzdzīvokļu ēkām energoefektivitātes rādītājs ir 150–200 kWh/m² gadā. Vidēja energopatēriņa ēkai šim skaitlim jābūt 60 līdz 100 kWh/m² gadā robežās.

Katra kompleksa pasākuma izpildē, kas tiek veikts ēkas energoefektivitātes paaugstināšanai, ir stingri jāievēro būvniecības tehnoloģija, ko vairākumā gadījumos nosaka būvmateriālu ražotājs, kā arī jāievēro būvmateriālu iestrādes kvalitāte, kurai jāatbilst pieņemtiem vai sākotnēji uzstādītiem kritērijiem virsmas līdzenumam, kūkumošanās prasībām, iebūves slīpuma pielaidēm, apdares kvalitātei u.c.

2. Sienas siltuma caurlaidības koeficients

No enerģijas taupīšanas viedokļa par U [$W/m^2 \cdot K$] skaitli svarīgāks rādītājs ir gaisa caurlaidība. Dažādas siltinātā karkasa sienu konstrukcijās ir iespējams panākt ļoti labus siltuma caurlaidības skaitliskos rādītājus un arī sienas biezums ir salīdzinoši neliels. Bet, ja celtniecības laikā, siltinot ārsienas, tiek pieļautas kļūdas un konstrukcijās rodas gaisa spraugas, tad tās lielā mērā ietekmē siltuma zudumus. Latvijas būvnormatīvs (LBN 002-01) dzīvojamām mājām, pansionātiem, slimnīcām un bērnu dārziem reglamentē maksimālo pieļaujamo gaisa caurlaidību $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$. Viendabīgām ārsienām no AEROC PoriTerm un EcoTerm blokiem gaiscaurlaidība ir $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$, siltinātām koka karkasa ēkām vidēji gaisa caurlaidība ir $7 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$. Kā redzams, starpība ir ļoti liela.

3. Norobežojošo konstrukciju gaisa necaurlaidība

Šī iedaļa ir spēcīgs stūrakmens, kur viedokļi dalās visvairāk ar dominējošo uzskatu, ka labs ir tas sienu materiāls, kas nodrošina svaiga gaisa pieplūdi telpās. Sienu dabiskā elpošana no būvfizikas viedokļa ir gaisa pārvietošanās cauri konstrukcijai tikai tāpēc, ka pastāv spiediena atšķirība, kas rodas temperatūras starpības dēļ. Pētījumi rāda, ka pārsvarā šī kustība mūsu klimatiskajos apstākļos parasti ir no iekšpuses uz ārpusi (iekšā silts, ārā auksts), taču var būt tā, ka gaiss vispār ir nekustīgs vai, retāk, plūst otrā virzienā (siltās vasarās). No tā var secināt, ka sienas pamatmateriāls tiešā veidā nepiedalās svaiga āra gaisa padēvē, jo caur sienām galvenokārt notiek tikai izplūde. Ja siena ir pārsvarā ar spraugām un gaisa ieplūde un izplūde caur tām ir pastāvīga, t. i., ir neliels, bet pastāvīgs caurvējš, tad tāda padeve ir, bet šādas konstrukcijas neatbilst mūsu klimatiskajiem apstākļiem. Problēma konstrukcijās parasti nav ar gaisu, bet gan ar gaisa mitrumu, kas arī atrodas kustībā un virzās no siltās uz auksto pusi (difūzija) un aukstajā sezonā ir gatavs kondensēties sienā uz neelpojošajām, aukstajām virsmām. Tas arī ir visbiežākais trapes iemesls koka konstrukcijās, mitruma uzkrājumam vieglbetona blokos un citos materiālos. Skandināvijā un ziemeļvalstīs ir veikti nebeidzami eksperimenti, veidojot konstrukcijas gan iekšēji gaisa necaurlaidīgas, gan pilnīgi caurlaidīgas. Secinājums ir šāds: lai uzturētu sienu slāņus sausus, no iekšpuses virsmai jābūt pilnīgi gaisa necaurlaidīgai, un liela nozīme jāpiešķir ārpusē slāņu un pretvēja kārtas gaisa caurlaidības īpašībām. Līdz ar to var izdarīt secinājumu, ka nevar būt enerģiju taupošas un labi elpojošas ēkas. Tāpēc arī visu iepriekš minēto pētījumu secinājumos tiek uzsvērts, ka enerģiju taupošu ēku konstrukcijām jābūt

hermētiskām no iekšpuses un elpojošām no ārpuses, bet ēkai jābūt mehāniski ventilējamai ar siltuma uzkrāšanu un otreizēju izmantošanu.

4. Skaņas izolācija- būves aizsardzība pret troksni

Viena no būtiskākajām mūsdienu dzīvesveida prasībām ir efektīva skaņas izolācija. Pārlietu liels trokšņainums palielina stresa risku, traucē sarunāties un tiek uztverts kā zināma veida apkārtējās vides piesārņojums. Projektējot un būvējot celtnes, ir jāseko, lai būtu nodrošināta skaņas izolācija, atbilstoši telpas lietošanas mērķim, ievērojot Latvijas būvnormatīva LBN 016-03 “Būvakustika” prasības.

LBN 016-03 „Būvakustika” sevī ietver normatīvus skaņas izolācijai:

- iekšējām norobežojošajām konstrukcijām;
- ēku ārējām norobežojošajām konstrukcijām;
- struktūrtrokšņiem;
- tehnisko iekārtu trokšņiem;
- apbūves akustikai;
- kā arī veicamos prettrokšņa pasākumus.

Skaņas izolācijas jautājumi ir ļoti būtiski tad, ja iet runa par dvīņu ēkām, rindas ēkām vai vairākdzīvokļu ēku atsevišķu sekciju un dzīvokļu savstarpējo skaņas izolāciju.

Labākas skaņas gaisā izolācijas panākšanai ir dažādas iespējas:

- visvienkāršākais līdzeklis ir sienu apmešana;
- sienu apšūšana ar ģipškartona plātnēm;
- vairākslāņu AEROC sienas konstrukcijas.

5. Ēkas mikroklimate

Viens no svarīgākajiem dzīves vides parametriem, lai cilvēki justos ērti ir optimāls mikroklimate telpās. Ar terminu “mikroklimate” saprot fizikālo faktoru kopumu, kas veido organisma siltuma apmaiņu ar apkārtējo vidi un nosaka organisma siltumstāvokli.

Cilvēka komfortu, labsajūtu mājoklī nosaka 3 galvenie rādītāji:

- gaisa sastāvs;
- mitruma līmenis;
- trokšņa līmenis.

Tabula 1. Mikroklimata ietekme uz pašsajūtu

	Labvēlīgs mikroklimats	Slikta mikroklimata pazīmes	Cilvēka pašsajūta	Ko darīt?
CO ₂	CO ₂ – norma 700 ppm	Paaugstināts CO ₂ sastāvs gaisā	Sāp galva, nogurums, pazemināta aktivitāte, slikts garastāvoklis, miegainība, reibst galva	Vēdināt telpas, ierīkot ventilāciju.
Mitrums	Mitruma līmenis 40 – 60% RH	Paaugstināts mitruma līmenis – mitrs gaiss	Svīst logi, pelē sienas, aug sēnītes, kļūst drēgns pie zemas temperatūras	Uzstādīt mitruma savācēju, ierīkot ventilāciju
Mitrums	Mitruma līmenis 40 – 60% RH	Pazemināts mitruma līmenis – Vēdināt telpas; Uzstādīt gaisa kondicionētāju; Ierīkot ventilāciju saus gaiss	Sauss deguns, sūrstošas acis, degoši vaigi, sausas lūpas	Telpās audzēt zaļumus, uzstādīt gaisa mitrinātājus, izvēlēties elpojošus sienu materiālus
Temperatūra	Iekštelpu temperatūra – 18°C	Paaugstināta to	Miegainība, pazeminātas darba spējas, deg	Vēdināt telpas, uzstādīt gaisa kondicionētāju,

	Labvēlīgs mikroklimats	Slikta mikroklimata pazīmes	Cilvēka pašsajūta	Ko darīt?
			vaigi, acu gļotāda izzūst, svīst kājas	ierīkot ventilāciju
Temperatūra	Iekštelpu temperatūra – 18°C	Pazemināta t°	Salst, kļūst drēgns, rodas drebuļi, iespēja saaukstēties	Ieslēgt sildītāju, dzert karstu tēju, uzvilkt vilnas zeķes, pārbaudīt vai ir nosiltināti logi, siltināt ārsienas

Latvijā ir spēkā būvnormatīvs LBN 002-01 *Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika*, kas atbilst Eiropas standartiem. Viens no būvnormatīva uzdevumiem ir samazināt siltuma zudumus caur ēku konstrukcijām, ēku ekspluatācijas laikā nodrošināt telpās optimālu mikroklimatu ar minimālu kurināmā patēriņu.

Svarīgi ir pieņemt un atzīt koncepciju, ka Baltijas klimatiskajos apstākļos optimāls risinājums ir ēku ārsienām izvēlēties siltumietilpīgus, slodzi nesošus pamatmateriālus ar siltinājuma kārtu no ārpuses. To pierāda vismaz desmit gadu laikā iegūtā pieredze.

Racionāla ēku ārsiena nebūs vienslāņa, vai viena materiāla siena, bet gan daudzslāņu sienas konstrukcija, kurā katrs materiāla slānis ir ar savu funkcionālu nozīmi. Visu materiālu kopdarbība nodrošina sienas efektivitāti. Tieši kādi būs izvēlētie materiāli, to izvietojums sienā un slāņu biezums, noteiks apbūves vietas klimatiski apstākļi un izvēlētais siltumizolācijas materiāls.

6. Ventilācija - vēdināšana

Mehāniskās ventilācijas sistēma ar pieplūdi un nosūci ir nepieciešama, lai nodrošinātu telpās cilvēkam vajadzīgo gaisa apmaiņu. Ja ir slikts iekštelpu gaiss, tad varētu būt vainīga iekšējās apdares materiālu izvēle (apšuvumi, krāsas, tapetes utt.) un ventilācija, nevis pamat-konstrukcijas vai konstruktīvais risinājums. Pēc Zviedrijas Nacionālajā

Izpētes Institutā veiktajiem eksperimentiem, pētot dažādu konstrukciju ēkas gan no vieglbetona blokiem, gan koka statņu ēkas, tiek secināts, ka tikai ar mehānisko ventilāciju var nodrošināties pret mitruma uzkrāšanos norobežojošās konstrukcijās. Tā mazina iespēju gaisa mitrumam virzīties cauri šiem sienu slāņiem un samazina arī kondensācijas varbūtību.

Ēku būvniecībā izmantojamiem materiāliem, pirmkārt, ir jāelpo, lai mājā iekļūtu svaigs, ar skābekli bagāts gaiss un, savukārt izmantotais gaiss izkļūtu no tās. Īpaši iekštelpās izmantoto būvmateriālu virsmām jābūt iespējami dabiskām. Tās nedrīkstētu būt pārklātas ar necaurīdīgu vai indīgu materiālu, kas izdala kaitīgus izgarojumus vai putekļus.

ES speciālisti jau atzinuši, ka gaiss, kuru vēdināšanai padod caur visdažādākajām ierīcēm, līdz cilvēkam jau nokļūst neveselīgs. Gaisu kuļot ar visdažādākajiem mehānismiem, to attīrot un dzenot pa vadiem, kas nav tīrāmi, tiek radīti visi priekšnoteikumi, lai veidotu slimību un alerģiju izraisītu baktēriju perēkļus.

Zinātnieki aprēķinājuši, ka no mājokļu uzturēšanas enerģijas puse tiek patērēta ventilācijai (iespējams, tajā tiek ierēķināta arī apkure). Dabiskās vēdināšanas sistēmā gaiss ēkā (arī sabiedriskajās būvēs) tiek padots caur pagrabstāvu. Sasilstot tas paceļas augšup un augšstāvā jau tiek izvadīts ārā. Šāds gaisa apmaiņas nodrošinājums varētu būt problemātisks vecajās lauku mājās, kuru pirmais stāvs ir veidots tieši uz zemes (šādā veidā ēkās tiek izmantots zemes dabiskais siltums, taču tas reāli darbojas tikai tad, ja ēka tiek apdzīvota visu gadu, arī ziemā, lai ēka nebūtu pakļauta izsalšanai). Bet tieši tādēļ ir sarežģīti pievadīt svaigo gaisu. Toties jaunajām ēkām, kurām vai nu ir pagrabi, vai tās vienkārši ir nedaudz paceltas uz pamatiem virs zemes, gaisa pievadīšana caur zemi ir reāli īstenojama. Gaiss, plūstot caur zemē ieraktajām caurulēm, uzņem zemes dabisko siltumu un līdz ar to ziemā tas būs siltāks, bet vasarā patīkami vēsāks nekā āra gaiss.

Būvējot māju ar mūsdienīgiem risinājumiem un materiāliem, kā arī atbilstīgi pastāvošajiem siltumizolācijas normatīviem, konstrukcijas būs pietiekami hermētiskas un tad veselīga mikroklimata nodrošināšana var būt problemātiska, ja nebūs padomāts par ventilācijas sistēmu. Vecā vēdināšanas sistēma ar logu atvēršanu vien nelīdzēs.

Ventilāciju ēkās ir jāierīko sekojošu iemeslu dēļ:

- lai izvadītu izlietoto gaisu ar paaugstinātu oglekļa dioksīda koncentrāciju;
- lai padotu svaigu gaisu, kurš ir piesātināts ar skābekli;
- lai novērstu nevēlamās smakas;

- lai novērstu liekā mitruma daudzumu;
- lai attīrītu no putekļiem un tajos esošajiem slimību ierosinātājiem.

Pastāv vairākas lielākas grupas, kādās nosacīti iedalāmi ventilācijas principi.

6.1. Dabīgā ventilācija (vēdināšana)

Dabīgā ventilācija darbojas trijos gadījumos:

- Kad ir gaisa temperatūras atšķirība ārā un iekštelpās;
- Kad ir gaisa spiediena starpība;
- Kad ir vēja ietekme.

Viens cilvēks stundas laikā izelpo 60 gramu ūdens, viņam vajadzīgs 60 kubikmetru svaiga gaisa. Tik daudz, cik ietilpst 20 kvadrātmetru lielā istabā ar trīs metrus augstiem griestiem. Lai cilvēks telpās justos labi, gaisam telpā jāapmainās reizi stundā.

Dabīgā spiediena ventilācija jeb gaisa apmaiņa notiek, ja ir ierīkota, piemēram, ventilācijas lūciņa skurstenī pirmajā stāvā un izeja no skursteņa trešajā stāvā.

Dabiskā vēdināšana ir gan ekonomiskāka no patērētās enerģijas viedokļa, gan cilvēkiem veselīgāka. ES speciālisti jau atzinuši, ka gaiss, kuru vēdināšanai padod caur visdažādākajām ierīcēm, līdz cilvēkam jau nokļūst neveselīgs. Arhitekte A.Skujīņa uzskata, ka dabiskā ventilācija ir viens no ekoloģiskās arhitektūras pamatprincipiem. Doma ir tāda, ka nav pareizi gaisu apstrādāt mehāniski un ķīmiski un pēc tam to piespiedu kārtā ievadīt ēkā. Tā vienkārši varētu teikt, ka pa vienām caurulēm gaisu ēkā sūknē iekšā, bet pa otrām caurulēm to sūknē ārā. Bieži vien pat ir tā, ka izmantoto un ārā izsūknēto gaisu mazliet apstrādā un atkal atgriež atpakaļ ēkā. Tas ir ļoti neveselīgi, tajā uzkrājas baktērijas, tas zaudē kvalitāti, un cilvēkiem rodas dažādas alerģijas un slimības. Māja ir jāprojektē tā, ka tās formas ir orientētas uz dabu. Piemēram, ir jāievēro valdošie vēja virzieni un skaidri jāzina, kāda būs mājas forma, jo tā nosaka, kā vējš apliec māju. Visvienkāršākais piemērs dabiskai vēdināšanai ir atvērt logu, lai ieplūst gaiss, kurš iekšā uzsilst, ceļas uz augšu un tad aizplūst tālāk caur ātriju, ja māja ir būvēta ar tādu kā iekšpagalmu vai iekšējo vidusdaļu. Gaisu mājā var ievadīt arī caur zemē izveidotiem kanāliem, kuros neveidojoties baktērijas. Ir arī gaisa kanāli uz jumta, kuros gaisu iedzen vējš, un sasilušais gaiss pats

ceļas uz augšu un izplūst ārā. Pats galvenais māju dabiskajā ventilācijā ir tas, ka gaisu dzen nevis mehāniski, bet tas pats plūst mājā iekšā un ārā. Tāpēc arhitektam laikus ir jāiesaistās tādas mājas projektēšanā, pretējā gadījumā gatavai mājai vairs nevar ieprojektēt dabisko ventilāciju.

No mājokļu uzturēšanas enerģijas puse tiek patērēta ventilācijai (iespējams, tajā tiek ierēķināta arī apkure). Dabiskās vēdināšanas sistēmā gaiss ēkā (arī sabiedriskajās būvēs) tiek padots caur pagrabstāvu. Šāds gaisa apmaiņas nodrošinājums varētu būt problemātisks vecajās lauku mājās, kuru pirmais stāvs ir veidots tieši uz zemes (šādā veidā ēkās tiek izmantots zemes dabiskais siltums, taču tas reāli darbojas tikai tad, ja ēka tiek apdzīvota visu gadu, arī ziemā, lai ēka nebūtu pakļauta izsalšanai). Bet tieši tādēļ ir sarežģīti pievadīt svaigo gaisu. Toties jaunajām ēkām, kurām vai nu ir pagrabi, vai tās vienkārši ir nedaudz paceltas uz pamatiem virs zemes, gaisa pievadīšana caur zemi ir reāli īstenojama. Gaiss, plūstot caur zemē ieraktajām caurulēm, uzņem zemes dabisko siltumu un līdz ar to ziemā tas būs siltāks, bet vasarā patīkami vēsāks nekā āra gaiss.

Parastās - dabiskās ventilācijas trūkumi:

- telpās ieplūstošais gaiss nesasilst, tā rezultātā rodas auksti caurvēji, kas izraisa saaukstēšanās saslimšanas;
- telpās ieplūstošais gaiss netiek attīrīts un filtrēts, tādēļ kopā ar gaisu telpā ienāk arī putekļi, insekti, un dažāda veida piesārņojums;
- sarežģīti vai neiespējami regulēt ieplūstošā gaisa daudzumu, tādēļ telpas tiek vai nu pārmērīgi vai arī nepietiekami vēdinātas;
- vasarā, kad āra gaisa temperatūra pielīdzinās temperatūrai telpu iekšienē, gaisa gravitācija pa vertikālajiem gaisa vadiem nedarbojas un telpu var izvēdināt tikai vējainos laika apstākļos;
- caur vēdināšanai atvērtajiem logiem vai durvīm telpās ir sadzirdams ielas troksnis;
- ziemā telpu apkurināšanai tiek patērēts apmēram divreiz vairāk enerģijas dēļ neiespējamības aizplūstošā gaisa siltuma atgriezt ieplūstošajam gaisam.

6.2. Dabiskā pieplūde ar mehānisko nosūci

Dabiskā gaisa pieplūde kombinācijā ar mehānisko nosūci ir lētākais, vienkāršākais, taču reizē arī pietiekami efektīvs gaisa apmaiņas risinājums. Lai iekštelpās nodrošinātu daudz maz pastāvīgu gaisa kustību, vēlams ierīkot logus ar atvērumiem svaiga gaisa pieplūdei, vai iebūvēt vēdlodziņus. Tomēr kā efektīvākais un ieteicamākais svaiga gaisa

pieplūdes paņēmiens ir iebūvēt katrā dzīvojamā telpā speciāli dabiskās pārplūdes ventili ar termostatu. Tā ir vienkārša teleskopiska caurule, kas tiek ievietota mājas ārsienā un nodrošina patstāvīgu gaisa pieplūdi telpā. Termostats automātiski regulē gaisa kustību atkarībā no āra gaisa temperatūras. Šāds sienā iemontējams ventilācijas kanāliņš nodrošina gaisa apmaiņu 20 m² lielai platībai. Lai svaigais gaiss tiktu tālāk telpās ir jāierīko nosūces ventilatori. Tos parasti novieto pie ventilācijas gaisa vadiem vannas istabā, tualetes telpā, arī virtuvē.

6.3. Piespiedu pieplūde un piespiedu nosūce

Šajā sistēmā ietilpst pieplūdes un nosūces ventilatori, elektriskais ieplūstošā gaisa sildītājs, pieplūdes un nosūces gaisa vadi, arī gaisa filtri. Sistēmas ierīkošanas kapitālieguldījumi ir salīdzinoši nelieli, bet ekspluatācijas izdevumi būs palieli uz iztērētās enerģijas rēķina.

7. Siltināšana

Ēku siltumizolācijai un izolācijas materiālu izvēlei ir milzīga nozīme ikdienas dzīvē, mājīguma radīšanā un ēkas uzturēšanā.

7.1. Dabai draudzīga siltināšana

No būvfizikas viedokļa nevar būt enerģiju taupošas un labi elpojošas ēkas. Lai runātu par ekoloģiskumu (enerģijas taupīšanu) ēku būvniecībā, tad ēku konstrukcijām jābūt hermētiskām no iekšpuses un elpojošām no ārpuses. Ēkai jābūt mehāniski ventilējamai ar siltuma uzkrāšanu un otrreizēju izmantošanu.

Par ekoloģiski pareizu siltināšanas sistēmu, pēc A. Skujiņas domām, nevarētu saukt minerālvates jeb akmens vates izmantošanu, nemaz nerunājot par putuplastiem. Iespējams, ka Latvijā varētu atgriezties arī pie daudziem citiem lētiem un labiem ekoloģiskiem siltināšanas veidiem, vai tās būtu zāģskaidas, presēta kūdra vai kāds cits materiāls, kuru ražotu no vietējām izejvielām.

7.2. Labas izolācijas priekšrocības:

1. Iespējams samazināt apkures sistēmas temperatūru un tādējādi samazinās izmaksas par apkuri;
2. Temperatūra ir vienmērīga, un mikroklimats kļūst veselīgāks un patīkamāks;

3. Nav nepieciešami siltumizolācijas defektu izraisīti nesošo konstrukciju un apdares virsmu lieli un dārgi remontdarbi;
4. Pareizi izolācijas tehniskie risinājumi ietaupīs laiku un naudu.

Dzīvokļa, kā arī mājas ārsienas var siltināt vai nu no ēkas ārpuses, vai no iekšpuses.

Tabula 2. Ēkas siltināšana no ārpuses - priekšrocības un trūkumi

Priekšrocības	Trūkumi
Veidojas nepārtraukts siltumizolācijas slānis bez starpsienu, starpstāvu pārsegumu un citu konstrukciju radītajiem aukstuma tiltiem	Ārsienu siltināšana no ēkas ārpuses parasti ir dārgāka nekā siltināšana no ēkas iekšpuses
Masīvā siena atrodas iekšpusē – siltajā zonā – un, tā kā tai ir liela termiskā (siltuma) inerce, uzkrāto siltumu tā saglabā ilgi un telpām atdod lēnām	Ārsienas no ārpuses nevar siltināt tikai vienam dzīvoklim vai atsevišķai telpai
Sienu nesošais materiāls (ķieģeļi, gāzbetons u. c.) atrodas sienas siltajā zonā un nav pakļauts sasalšanas un atkuššanas cikliem, t. i., nav svarīgi, kāda ir sienu materiāla salizturība	Siltināšanas darbus var veikt tikai labvēlīgos laika apstākļos
Nav nepieciešams ierīkot tvaikizolāciju (siltinot telpas no iekšpuses, jāierīko tvaikizolācijas kārtā, bet tam bieži nepieciešama papildu vēdināšanas ierīkošana, ko izdarīt jau esošās ēkās var būt diezgan sarežģīti)	
Netiek samazināta telpu platība	

Tabula 3. Ēkas siltināšana no iekšpuses - priekšrocības un trūkumi

Priekšrocības	Trūkumi
Ārsienas no ēkas iekšpuses var siltināt tikai vienā telpā, vai dažas (pēc vajadzības)	Samazinās telpas kvadrātūra
Siltināšanas efekts ir tūlītējs, neatkarīgs no citām telpām	Ārsienas paliek <i>aukstajā zonā</i> un ir pakļautas vides kaitīgajai ietekmei

Priekšrocības	Trūkumi
Parasti ir mazākas izmaksas nekā siltināšanai no ārpuses	Izolācija nav tik efektīva, jo paliek neizolēti <i>aukstuma tilti</i> , kas apmēram par 30 % samazina ēkas ārsienu kopējo siltuma pretestību
Siltināšanas darbus var veikt neatkarīgi no laika apstākļiem	Nepieciešams ierīkot tvaika izolāciju
	Samazinās ārsienu termiskā inerce

Katram no šiem siltināšanas variantiem ir savas priekšrocības un savi trūkumi, tāpēc var uzskatīt, ka abi varianti ir pieņemami un par to, kuru no tiem izmantot, jāizšķiras atkarībā no konkrētajiem apstākļiem, tomēr siltināšana no ēkas ārpuses ir daudz ieteicamāka kompleksa ēkas remonta gadījumā, kad ir paredzēts arī ēkas fasādes apdares kārtas remonts, kā arī būvējot jaunu ēku.

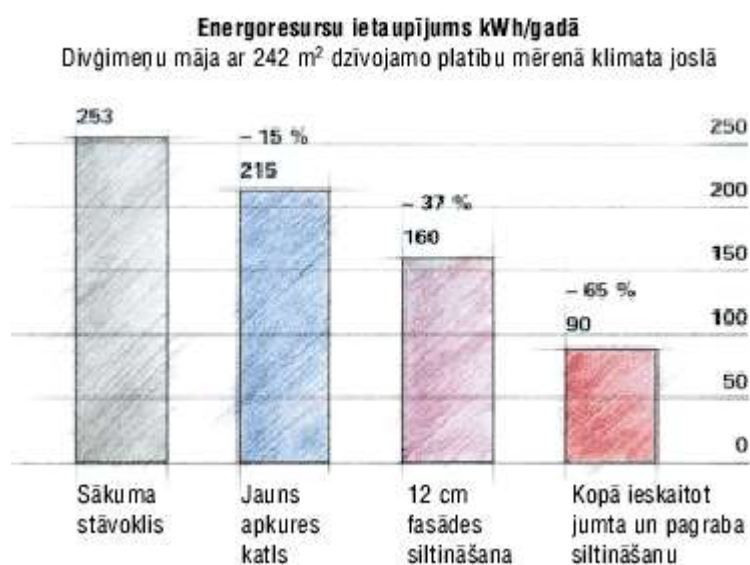
Tātad pirms ēkas siltināšanas **jāizlemj**:

- kā siltināt (no ēkas ārpuses vai iekšpuses)?
- ar ko siltināt?
- cik biežam jābūt siltumizolācijas slānim?

Tabula 4. Ieteicamais ēkas ār sienas kompozīta risinājums

Konstrukciju pamatmateriāls	Ieteicamais ār sienas biezums (mm)	Ieteicamais siltinājuma variants (ar siltināšanu no ārpuses)
Fibo keramzīta bloki un keramzītbetona bloki	250 mm	+100 mm minerālvate
Gāzbetona bloki	A) 250-360 mm B) 360-400 mm	+50 mm minerālvate bez papildsiltinājuma
Keramiskie bloki un akmeņu bloki	A) 250mm B) 400 mm C) 400 mm	+150 mm minerālvate + 50 mm minerālvate bez papildsiltinājuma
Keramiskie ķieģeļi	A) 250mm B) 380 mm C) 400 mm	+150 mm minerālvate + 100 mm minerālvate bez papildsiltinājuma
Silikātbetona bloki un ķieģeļi	A) 250mm B) 380 mm	+150 mm minerālvate + 100 mm minerālvate

Konstrukciju pamatmateriāls	Ieteicamais ār sienas biezums (mm)	Ieteicamais siltinājuma variants (ar siltināšanu no ārpuses)
Betona dobjie sīkbloki un ķieģeļi	A) 140 mm B) 380 mm	+150 mm minerālvate + 100 mm minerālvate
Koka karkasu stāvbūve	A) 200mm B) 150 mm	+150 mm minerālvate + 200mm minerālvate
Guļbūves koka sienas	A) 200mm B) 150 mm	+150 mm minerālvate + 200mm minerālvate



Attēls Nr. 1 Siltināšanas rezultātā iegūtais energoresursu ietaupījums

8. Izolācijas materiāli

Pēc ķīmiskās uzbūves siltumizolācijas materiālus var iedalīt divās grupās:

- **organiskie siltumizolācijas materiāli** – putu polistirols, poliuretāns, uzputotas plēves un cita veida polimērmateriāli, koka šķiedras un celuloze (ekovate);
- **neorganiskie siltumizolācijas materiāli** – dažāda veida minerālvate (akmens vate, stikla vate, izdedžu vate).

Var teikt, ka minerālvate, koka šķiedras un celuloze atrodas vistuvāk izmantošanai cilvēkam un videi draudzīgu ēku veidošanā, jo to izejviela ir dabiskas izcelsmes - akmens, stikls, koks.

Vienīgā uz ekoloģiskās idejas balstītā atšķirība celulozei (ekovatei) no minerālvates ir tā, ka ekovate ir papīra otrreizējas izmantošanas rezultātā radies siltumizolācijas materiāls. Nav citu kaut kādu nezināmu eko atšķirību.

8.1. Organiskie siltumizolācijas materiāli

8.1.1. Ekovate



Ekovates izejmateriāls ir kokšķiedra un tā sastāv no makulatūras celulozes (80%) un veselībai nekaitīgiem antipirēniem un antiseptiķiem – boraka un borskābes (20%), kas neizplatās gaisā. Tā kā ekovate ražo no makulatūras, tad tas ir materiāls, kas otrreizēji izmanto resursus, līdz ar to samazinot atkritumu daudzumu.

Pateicoties gaisam, kas atrodas celulozes šķiedras mikrostruktūrā, ekovate ir teicams siltumizolācijas materiāls. Tā ietilpst arī grūti aizdegošo materiālu grupā. Līdz ar to ekovate ir celtniecības materiāls, kas, pateicoties tās sastāvā esošajai antipirētiskai vielai (tāda, kas pasargā materiālu no degšanas) – borakam, pat aizkavē uguns iekļūšanu ēkā.

Paaugstinoties temperatūrai, boraks izdala ūdeni, līdz ar to materiāls kļūst ugunsizturīgs un vienlaicīgi aizsargā ēkas koka konstrukcijas.

Materiāla sastāvā ietilpstošie antiseptiķi boraks un borskābe aizsargā ekovati un to saskarē esošās koka konstrukcijas arī no pūšanas un kaitīgām sēnītēm. Bora savienojumi neļauj ekovatē dzīvot un vairoties kukaiņiem un grauzējiem. Tāpēc ekovatei piemīt ne tikai termoizolācijas (samazina siltuma zudumus) īpašības, bet tai ir arī insekticīda (kaitīgo kukaiņu iznīcināšana) un antiseptiska (iznīcina vai kavē mikroorganismu attīstīšanos) iedarbība. Tāpēc koka konstrukcijām, kas saskaras ar ekovati, nav obligāta papildus antiseptiskā apstrāde.

Ekovate ļauj ēkai *elpot*. Ekovates izejmateriāls – kokšķiedra – var piesaistīt un atdot mitrumu, nezaudējot siltumizolējošo spēju. Mitrums ekovatē mainās līdz ar mitruma izmaiņām gaisā līdzīgi kā kokā. Tāpēc ēkās, kuras siltina ar ekovati, nav obligāti lietot mitrumizolāciju.

Ekovates tehniskās īpašības – siltumvadība, gaisa caurlaidība, mitrumizturība, skaņas izolācija un ugunsdrošība - pārspēj tradicionālos siltumizolācijas materiālus. Ar ekovati var siltināt pārsegumus un grīdas, slīpas virsmas un sienu konstrukcijas, to var izmantot gan iekštelpu, gan ārsienu siltināšanai.

Ekovate ir efektīvs siltinātājs ($\lambda=0,041$ W/mK). Tās izcilās siltumizolācijas īpašības nodrošina produkta izejmateriāls – dabīga koka šķiedra ar koksnei raksturīgām īpašībām – zemu siltumvadāmību, dabīgu mitruma regulāciju un spēju elpot. Šī siltumizolācijas materiāla priekšrocības jūs novērtēsiet jebkuros apstākļos – zemā siltumcaurlaidība ļauj ekonomēt līdzekļus par apkuri ziemā un gaisa kondicionēšanu vasarā.

Materiālam piemītošā dabīgā mitruma regulācija neprasa lietot tvaika izolāciju, aizsargā ekovati un ar to saskarē esošās koka konstrukcijas no pūšanas un kaitīgām sēnītēm, atvieglojot un paātrinot ēku ekspluatāciju.

Ekovates izmantošanas priekšrocības.

- labās ekovates siltumizolējošās spējas tās lietotājam palīdzēs **ekonomēt līdzekļus**, kas paredzēti ēkas apkurināšanai;
- ekovate **paildzinās ēkas mūžu** un samazinās remonta izdevumus, (siltumizolācijas materiāls efektīvi aizsargā ēku no aukstuma un karstuma, kā arī lieka mitruma);
- ekovates pielietošana **palētina ēkas celtniecības procesu** (siltinot māju nerodas pārpalikumi un atlikumi un siltināšanas darbi paveicami īsā laikā).

Iegūst veselīgus dzīves apstākļus, jo:

- ne ekovates ražošanas, ne uzklāšanas, ne izmantošanas laikā nerodas nekādi negatīvi blakus apstākļi;
- ekovates ražošanā netiek izmantotas bīstamas ķīmikālijas.

Iegūst drošu un bioloģiski noturīgu siltumizolāciju, jo:

- ekovate aizsargā ēku konstrukcijas ugunsgrēka gadījumā un aizkavē uguns tālāku izplatīšanos;
- borskābes savienojumi pasargā vati un konstrukcijas no pūšanas un sēnīšu slimībām.

Kā **galveno mīnusu** var minēt to, ka ekovati var iegādāties tikai beramā veidā. Sausā veidā ekovati iestrādā horizontālās virsmās vai virsmās ar nelielu slīpumu, piemēram, pārsegumos un bēniņos, bet mitrā veidā – vertikālās virsmās, pildrežģos un atklātās konstrukcijās.

Lai panāktu nepieciešamo materiāla blīvumu, tas pareizi jāiepilda: ekovati iepūš vai izkaisa izolācijas vietā. Tad tā iekļūst pat mazākajās spraugās, rezultātā uzveidojot blīvu bezšuvju pildījumu. **Ir divi ekovates iepūšanas veidi:**

- sausā iepūšana ar gaisu griestu pārsegumiem, jumta slīpnēm, grīdām un izliektām sienu konstrukcijām;
- mitrā jeb slapjā uzpūšana ar ūdeni atklātām sienu konstrukcijām. Samitrinot ekovati, tiek aktivizēta kokšķiedrā esošā lignīna darbība, kas dotajā gadījumā veic līmes funkcijas. Mitrā ekovate cieši saķeras un aptver ēkas sienu visas konstrukcijas, veidojot vienotu un blīvu izolācijas slāni.

Šis materiāls īpaši piemērots koka konstrukcijām (koka karkasa ēkām, guļbūvēm), radot koksnes antiseptisko aizsardzību. Ar ekovati var siltināt pārsegumus un grīdas, slīpas virsmas un sienu konstrukcijas, to var izmantot gan iekštelpu, gan ārējo siltināšanai.

8.1.2. Putu polistirols (putuplasts, EPS)



Putu polistirols (tautas valodā – putuplasts) ir organisko siltumizolācijas materiālu grupā visplašāk lietotais materiāls, videi draudzīgs un efektīvs. Putu polistirols jau vairākus gadu desmitus ieņem stabilu vietu būvniecībā. Eksistē divu veidu materiāls — **putotais (EPS) un ekstrudētais (XPS)**.

Tā siltumizolācijas īpašības ir līdzvērtīgas analogiska biezuma minerālvatei. Izolācijas materiāls satur aptuveni 2 % polistirola un 98 % gaisa.

Putu polistirols ir degošs materiāls – deg tiešas liesmas iedarbībā, bet, ja uguns liesmas nav, degšana apstājas. Putu polistirolu izmanto ārējās siltināšanas sistēmās, norobežojošo konstrukciju iekšējās puses siltināšanai, sistēmās, kur siltināmais materiāls atrodas konstrukcijas iekšpusē u.c. Jāpiebilst, ka ekstrudētais putu polistirols ir īpaši izturīgs pret saspiešanu un arī salu. To lieto arī pamatu pagraba sienu un pazemes būvju izolācijā.

Tabula 5. Putu polistirola priekšrocības un trūkumi

Putu polistirola priekšrocības	Putu polistirola trūkumi
<ul style="list-style-type: none"> • izturīgas pret vājiem skābes, sārmu, sāļu ūdens šķīdumiem; • ir videi draudzīgs; • lēts un efektīvs siltumizolācijas 	<ul style="list-style-type: none"> • nav izturīgas pret šķīdinātājiem - aromātiskajiem un halogēnus saturošiem, ēteriem, ketoniem, eļļām, smērvielām;

Putu polistirola priekšrocības	Putu polistirola trūkumi
<p>materiāls;</p> <ul style="list-style-type: none"> • var lietot gan telpās gan āra apstākļos; • kā siltumizolācijas materiālu ilgstoši drīkst izmantot temperatūrā līdz +80C; īslaicīgi iztur temperatūrā līdz +100C; • plātnes ir vieglas, līdz ar to vienkārši pielietojamas, bez papildus mehānismiem; • iespējama daudzveidīga virsmas apdare; • ja putu materiāls ir klāts ar aizsarg materiāla kārtu, tā ekspluatācijas laiks praktiski ir ļoti ilgs; • iztur ievērojamu mehānisko slodzi. 	<ul style="list-style-type: none"> • ir karstuma neizturīga un temperatūras ietekmē ķīmiski sadalās, izdala toksiskas vielas ; gruzdot rodas tvana gāze; • putu polistirola tvaiki un putekļi ir kaitīgi cilvēka veselībai; • tiešas saules iedarbība ir kaitīga materiālam.

8.1.3. Linu siltuma un skaņu izolācijas materiāli

Izolācijas materiāli sastāv no: linu šķiedrām, no saistšķiedrām, un ekoloģiski nekaitīga, ugunsizturīga impregnējuma.

Apstrādāta ar ekoloģiski nekaitīgu ugunsdrošu impregnējumu, kas atbilst celtniecības materiālu Eirostandartam EN-ISO 11925-2 un B2 klases standartam DIN4102-1, kā arī atbilst Eiroklasei E saskaņā ar EN 13501-1 (šai klasei atbilst praktiski visi dabīgo šķidru materiāli). Pielietojums: sienu, griestu, grīdu, jumtu skaņas un siltuma izolācijai. Paredzētais ekspluatācijas termiņš: minimums 75 gadi.

Priekšrocības ietekmē uz apkārtējo vidi un cilvēku veselību:

- veselībai nekaitīgas šķiedras;
- bioloģiski sadalās un noārdās;
- nekaitīgs apkārtējai videi;
- neveido gaisa un ūdens piesārņojumu;

- materiāls neizdala kaitīgus ķīmiskos savienojumus kā formaldehīdus, izocianātus, organiskos halogēnus;
- lini ir neizsīkstošs resurss, kas neietekmē globālo sasilšanu, gluži otrādi – augšanas procesā tas CO pārveido par skābekli.

Montāžas priekšrocības:

- ruļļu forma samazina šuvju daudzumu (siltuma zuduma punkti) un paātrina montāžas procesu (ar vienu loksni no griestiem līdz grīdai);
- strādājot ar šo materiālu, nav nepieciešami darba aizsardzības līdzekļi ādai, acīm un plaušām;
- nav nepieciešama telpu papildus ventilācija montāžas laikā.

Materiālu priekšrocības:

- ļoti labas siltuma un skaņu izolāciju īpašības;
- materiāls veido teicamu temperatūras izmaiņu barjeru, kā rezultātā tiek uzturēts komfortabls iekšējais klimats;
- pateicoties materiāla šķiedrainībai - ļoti labas elpojošās īpašības.

8.1.4. Ekogranulas

Daži ražotāji kā teicamu skaņas izolācijas alternatīvu cietajām minerālvates plāksnēm piedāvā ekogranulas, kas, tāpat kā ekovate, tiek ražotas no makulatūras. Ražošanas procesā makulatūra tiek stipri saspiesta, kā rezultātā tiek iegūtas 3 – 8 mm granulas ar lielu svaru – 500 kg/m³ un augstu spiedes pretestību.

Ekogranulu priekšrocības salīdzinājumā ar citiem skaņas izolācijas materiāliem: lielais svars, kas papildus noslogo pārsegumus; tās nav jāpiegriež pēc vajadzīgajiem izmēriem, tādējādi nodrošinot kvalitatīvu vienlaidu izolācijas slāni bez spraugām; ekogranulas var kalpot kā “peldošā” grīda starp betona pārsegumu un cietu grīdas seguma materiālu. Ekogranulas ir ērtas iestrādei – tās vienkārši izber un izlīdzina nepieciešamajā biezumā. Lietderīgais ekogranulu slāņa biezums ir 40 – 80 mm.

8.1.5. FIBO keramzīts

FIBO keramzīts ir celtniecības materiāls-aizpildītājs, kuru iegūst, strauji apdedzinot mālus rotējošā krāsnī. Tas ir četras reizes vieglāks par dabīgajiem materiāliem, piemēram, smiltīm.

Materiāla pozitīvās īpašības:

- dabīgs materiāls - izgatavots no māliem.;
- izturīgs pret mitrumu, salu un ķīmikālijām;
- ugunsizturīgs - klase A1 (nedegošs materiāls);
- stingrs, neraugoties uz materiāla vieglumu;
- lielisks siltuma un skaņas izolators;
- nesatur kaitīgas gāzes vai savienojumus;
- nodrošina labu ventilāciju un drenāžu;
- pirms materiāla ieklāšanas, nav jāizlīdzina pamatvirsmas;
- nepelē un nepūst. Var izmantot atkārtoti;
- nelabvēlīga vide grauzējiem un kukaiņiem;
- sausa iestrāde - konstrukcijās nenonāk liekais mitrums;
- ātri un viegli iestrādājams.

8.2. Neorganiskie siltumizolācijas materiāli

8.2.1. Minerālvate

Ir divas lielākas minerālvates grupas: **stikla vate** (izgatavo no kvarca smiltīm vai otrreiz pārstrādāta stikla) un **akmens vate** (izgatavo no bazalta ieža).



Stikla vate ir vieglāka par **akmens vati**. Tie ir izteikti radniecīgi materiāli ar līdzvērtīgām fizikāli mehāniskām īpašībām. Galvenās atšķirības : akmens vatei ir augstāka ugunsizturības pakāpe, bet praksē šim rādītājam nav būtiskas nozīmes, jo abiem vates veidiem ir augstākā (A1) ugunsdrošības klase. Minerālvate no citiem siltumizolācijas materiāliem atšķiras ar augtām ugunsdrošības, siltuma un skaņas izolācijas īpašībām. Tā ir noturīga pret deformāciju temperatūras svārstību ietekmē, minerālvatei nepiemīt

hidroskopiskas īpašības. Materiāls ir ķīmiski un bioloģiski noturīgs un arī samērā viegli montējams. Pēc ugunsdrošības īpašībām minerālvate ietilpst nedegošo materiālu grupā.

Tā kavē liesmu izplatīšanos ugunsnelaimes gadījumā, un to var izmantot kā uguns izolācijas materiālu. Minerālvati var izmantot vietās, kur būs augsta temperatūra. Tomēr tikai tādā gadījumā, ja tā netiks pakļauta mehāniskai iedarbībai, kuras rezultātā var mainīties izstrādājuma forma. Konstrūcijai jābūt projektētai tā, lai minimizētu tvaiku caurlaidību un rezultātā kondensāta rašanos.

Minerālvates siltinātājam no iekšpuses jābūt aizsargātam ar tvaika izolācijas barjeru, bet no ārpuses jārada apstākļi, lai tvaiks var brīvi izplūst ārā. Minerālvates izmantošana ļauj nodrošināt ne tikai siltuma, bet arī skaņas izolāciju. Materiāls slāpē akustiskos viļņus un samazina telpas skaņu līmeni.

8.3. Siltumizolācijas materiālu izvēle

Izvēloties siltumizolācijas materiālu būtu jāņem vērā sekojoši **tehniskie rādītāji**:

- **Siltumvadītspējas koeficients** (λ - lambda) šis rādītājs raksturo materiāla siltumizolācijas spējas. Pie vienāda siltumizolācijas slāņa biezuma labāk siltumu aizturēs slānis ar zemāku λ vērtību, tātad jo zemāka vērtība, jo labāka materiāla siltumizolācijas spēja. Izplatītāko siltumizolācijas materiālu λ vērtības ir robežās 0,030 - 0,15 W/mK.
- **Izmēru noturība** - vai materiāls kalpošanas laikā maina savus izmērus (saraujas, izplešas, nosēžas).
- **Ilgmūžība** - materiāla izturība pret bojājumiem ko izraisa, piemēram, mitrums un kaitēkļi, ultravioletais starojums.
- **Materiāla ietekme uz veselību** - vai dotā materiāla izmantošanai nav nelabvēlīgas ietekmes uz cilvēka veselību.
- **Ugunsdrošība** - lai arī ugunsgrēks ir ārkārtējs nelaimes gadījums, ir vērts novērtēt siltumizolācijas materiāla izturību pret augstu temperatūru.
- **Ietekme uz vidi** - kāda ietekme uz apkārtējo vidi ir materiāla ražošanas procesā, izmantošanas laikā, vai pēc kalpošanas laika beigām materiālu iespējams atkārtoti izmantot vai iznīcināt videi draudzīgā veidā.

Tabula 6. Izplatītāko siltumizolācijas materiālu salīdzinājums

Materiāls	Vidējais siltuma vadītspējas koeficients^[1] (λ_{cl})	Izmēru noturība	Ilgmūžība	Ugunsnoturība un toksiskums sadegot
Celuloze (ekovate)	0,090	Piemērots klāšanai uz horizontālām virsmām, iespējama materiāla sēšanās	4 ^[2] (jāsargā no mitruma)	4 (grūti degošs)
Stikla vate	0,041	Plākšņu materiāli ir izmēru noturīgāki nekā ruļļveida, beramais materiāls piemērots klāšanai uz horizontālām virsmām, iespējama materiāla sēšanās	5	5 (nedegošs)
Akmens vate	0,041		5	5 (nedegošs)
EPS (priekšputotais polistirols)	0,039	Iespējama materiāla saraušanās, īpaši īsi pēc ražošanas procesa, ja materiāls nav izturēts atbilstoši tehnoloģiskajām prasībām	4 (maina īpašības saules staru ietekmē)	2 (pašdziestošs, dūmi toksiski)
XPS (ekstrudētais polistirols)	0,039		4 (maina īpašības saules staru ietekmē)	2 (pašdziestošs, dūmi toksiski)
PUR (poliuretāns)	0,027	Laba	4	2 (pašdziestošs, dūmi toksiski)
Perlīts	0,027	Laba	5	4 (grūti degošs)

^[1] saskaņā ar Latvijas būvnormatīvu "LBN 002-01" siltumizolācijas materiāliem ir

Materiāls	Vidējais siltuma vadītspējas koeficients^[1] (λ_{cl})	Izmēru noturība	Ilgmūžība	Ugunsnoturība un toksiskums sadegot
noteikti siltumvadītspējas koeficienta darba apstākļu labojuma koeficients, kas ir jāpieskaita pie materiāla uzrādītās siltumvadītspējas vērtības.				
^[2] vērtējums: 5-teicami, 4-labi, 3-apmierinoši, 2-neapmierinoši				

Tabula 7.

Materiāls	Tvaika caurlaidība/ūdens uzsūce	Ietekme uz telpu gaisa kvalitāti	Ietekme uz vidi
Celuloze (ekovate)	Augsta tvaika caurlaidība / uzsūc mitrumu	Šķiedras un pievienotās ķīmikālijas var būt kairinātāji, jānorobežo no tiešas saskares	Satur 80% pārstrādāta papīra. Ražošanā patērē nelielu enerģijas apjomu
Stikla vate	Augsta tvaika caurlaidība / uzsūc mitrumu. Atgūst savas īpašības pēc mitruma iedarbības beigām	Šķiedras var būt kairinātāji, jānorobežo no tiešas saskares	Satur 20-25% pārstrādāta stikla. Ražošanā patērē vidēji lielu enerģijas apjomu
Akmens vate			Ražošanā patērē vidēji lielu enerģijas apjomu
EPS (priekšputotais polistirols)	Zema tvaika caurlaidība, nedaudz uzsūc mitrumu	Var ietekmēt tikai cilvēkus ar paaugstinātu jutību pret ķīmiskām vielām	Ražošanas procesā netiek izmantoti ozonu graužoši ķīmiski savienojumi, bet izmanto pentānu, kas veicina smoga rašanos
XPS	Zema tvaika	Var ietekmēt tikai	Kopš 2004. gada ražošanā

Materiāls	Tvaika caurlaidība/ ūdens uzsūce	Ietekme uz telpu gaisa kvalitāti	Ietekme uz vidi
(ekstrudētais polistirols)	caurlaidība, neuzsūc mitrumu, darbojas kā tvaika barjera	cilvēkus ar paaugstinātu jutību pret ķīmiskām vielām	vairs nedrīkst izmantot ozonu graužošus ķīmiskos savienojumus, bet izmanto pentānu, kas veicina smoga rašanos
PUR (poliuretāns)	Zema tvaika caurlaidība	Nav zināms, bet visticamāk necīga	Uzstrādā uz vietas objektā, neizmantojot ozonu graužošus ķīmiskus savienojumus
Perlīts	Augsta tvaika caurlaidība, slikti uzsūc mitrumu	Nepatīkamu putekļu avots	Ražošana rada necīgu ietekmi uz apkārtējo vidi

Tabulā uzskaitītie faktori visvairāk ietekmē materiālu ilgmūžību un to īpašību saglabāšanos kalpošanas laikā.

Tabula 8. Faktori, kuri visvairāk ietekmē materiāla ilgmūžību un to īpašību saglabāšanos kalpošanas laikā

MINERĀLVATE	Mitruma iedarbībā materiāla siltumizolācijas īpašības strauji pasliktinās
	Intensīva gaisa plūsmas iedarbība uz materiālu pasliktina materiāla siltumizolējošās īpašības
	Iespējama materiāla sēšanās, ja materiālu ar zemu blīvumu ieklāj ļoti biežā kārtā vai materiāla deformācija, kad notiek mehāniska iedarbība (visus šos faktoros var novērst veicot materiālu pareizu izvēli un uzstādīšanu)
POLISTIROLS (EPS)	Mitruma iedarbībā materiāla siltumizolācijas īpašības pasliktinās nedaudz
	Gaisa plūsmas iedarbība praktiski neietekmē materiāla siltumizolācijas īpašības

	Ilgā laika periodā pasliktinās materiāla siltumizolācijas īpašības, bet tas tiek ņemts vērā norādot materiāla parametrus
--	--

Uzskatīt, ka materiāla kalpošanas laiks būs tikpat ilgs kā ēkas kalpošanas laiks, var tikai pie nosacījuma, ka ir veikta pareiza materiāla izvēle un kvalitatīva uzstādīšana.

9. Apdares materiāli

Ekoloģiska interjera pamats ir dabiska un veselīga telpu apdare. No apdares materiāliem tiek gaidīti ne tikai estētika un efektīgums, eko zīmogs un 100% nekaitīgums, bet arī funkcionalitāte un noturīgums. Lielākā daļa dabisko materiālu to arī pilnībā nodrošina, ja tos pielieto ar apdomu un prasmi. Jāpārzina, kur ko var likt un kā pareizi to realizēt.

Dabiski un kvalitatīvi materiāli gan apdarē, gan iekārtojumā piešķir interjeram papildus vērtību. Jāuzsver, ka dabiski un veselīgi materiāli laika gaitā nezaudēs pozitīvās īpašības un interjers nenovecos morāli. Naturāli izstrādājumi aizvien vairāk kļūst par normu, nevis ekskluzīvu atsevišķu gadījumu. Ne vienmēr dabisks nozīmē dārgi un nepieejami. Meklējot un rūpīgi izvēloties, var atrast to, kas der individuālajam gadījumam un materiālajām iespējām.

Eko projekti ietver arī taupības faktoru - gan attiecībā uz enerģijas patēriņu, gan dažādu resursu izlietojumu un mazāku kaitīgumu dabai. Tāpēc, veidojot ekoloģisko interjeru, nepietiks tikai, ja izvēlēsimies dabiskus izstrādājumus. Tas vienmēr jārisina kompleksi.

10. Izmantotā literatūra

1. Ministru kabineta noteikumi nr.495, LBN 002-01 'Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika'. Rīga. 27.11.2001.
2. Ministru kabineta noteikumi nr.376, LBN 003-01 'Būvklimatoloģija'. Rīga. 23.08.2001.
3. LVS EN ISO 13788: 2001 'Ēku būvmateriālu un būvelementu higrotermiskās īpašības. Iekšējās virsmas temperatūra, lai izvairītos no kritiskā virsmas mitruma un iekšējās kondensācijas. Aprēķina metodes' (2003). Rīga: VSIA Latvijas standarts, 36 lpp.
4. Publikācijas RPA „Rīgas enerģētikas aģentūra”, www.rea.riga.lv.
5. Videi draudzīgu celtniecības un apdares materiālu pielietošana būvniecībā; <http://www.macies.celotajs.lv/publ/learn/building-lv/html/bk01-toc.html>