

E-GRĀMATAS KOPSAVILKUMA BUKLETS

Dārgais lasītāj,

Mēs vēlamies Tevi iepazīstināt ar savu e-grāmatu – mācību līdzekli par pasīvo ēku tehnoloģijām un ne tikai to. Šajā bukletā Tu atradīsi e- grāmatā iekļautās svarīgākās informācijas kopsavilkumu. Pilnu e-grāmatu ir iespējams lejupielādēt mājaslapā www.activethroughpassive.eu.

Šis buklets ir sadalīts divās daļās: „Kāpēc to darīt?” un „Kā to darīt?” Pirmā daļa parāda mūsu motivāciju, kad sākam šo projektu. Mēs domājam, ka tā varētu iedrošināt arī citus cilvēku būvēt un atjaunot ēkas atbilstoši pasīvās ēkas standartam. Otrā daļa ir praktiska. Tajā atrodamas definīcijas, vērtēšanas kritēriji un informācija par to, kā projektēt, veikt iepirkumus un uzbūvēt pasīvo ēku - ēku, kura atbilstu nākotnes būvniecības standartam visā Eiropā.

Nevilcinies apmeklēt mūsu mājaslapu un lejupielādēt pilno e-grāmatas versiju. Mēs ceram, ka mūsu darbs palīdzēs Tev pieņemt lēmumus un parādīs ceļu uz efektīvu, tajā pašā laikā komfortablu un veiksmīgu nākotni!

Ar cieņu,
Tava *Active Through Passive!* komanda

Kāpēc to darīt?

RUNĀJOT PAR ENERGOEFEKTIVITĀTI UN PASĪVAJĀM ĒKĀM, CILVĒKI BIEŽI JAUTĀ – KĀDS IEGUVUMS MAN NO TĀ BŪS? VAI MAN TIEŠĀM BŪTU JĀUZTRAUCAS PAR KLIMATA PĀRMAIŅĀM? KĀPĒC MAN IZVĒLĒTIES PASĪVO ĒKU? VAI TAS NAV PĀRĀK SAREŽĢĪTI – CELT ĒKU ATILSTOŠI ŠIM STANDARTAM?

TE BŪS TIKAI DAŽI ARGUMENTI, SĀKOT AR INDIVĪDA ĪPAŠUMU UN DZĪVESVEIDU, UN BEIDZOT GLOBĀLU PROBLĒMU LĪMENĪ.

Tavam īpašumam:

- ar pasīvās ēkas tehnoloģiju Tu vari samazināt savus izdevumus par enerģiju līdz pat 90%. Tas ir pierādīts praksē;
- Tu iegūsi lielisku komfortu par šo cenu. Vairāk komforta un mazāki izdevumi;
- pasīvās ēkas standarts pieprasa augstu kvalitātes līmeni gan plānošanā, gan celtniecībā. Šī kvalitāte saglabāsies arī nākotnē un ēkas vērtība tikai augs;
- pasīvās ēkas būvizmaksa nav būtiski lielāka, ja to projektē gudri. Tas nozīmē, ka pasīvās ēkas celtniecība var izmaksāt pat mazāk, salīdzinot ar šodienas ierasto būvpraksi. Pat, ja pasīvās ēkas izmaksas ir salīdzinoši lielākas, tās atmaksāsies dažu gadu laikā.

Tavai valstij:

- taupot enerģiju un izmantojot vietējā ražojuma videi draudzīgus būvmateriālus, Tu pats savā valstī radi lielāku pievienoto vērtību, mazāk maksā par importētiem materiāliem, veido jaunas darba vietas, maksā vairāk nodokļu;
- taupot enerģiju, Tu uzlabo ne tikai savas dzīves kvalitāti, bet palīdz arī savam kaimiņam: valstij paliek vairāk naudas ieguldījumiem citās jomās – izglītībā, infrastruktūrā un labklājībā;
- tu maini investīciju plūsmu, izvēloties būvēt vai atjaunot ēku atbilstoši pasīvās ēkas standartam, samazini savas valsts atkarību no importētiem resursiem. Tas ir svarīgs politisks lēmums!

Tavai planētai:

- taupīt enerģiju lokāli nozīmē taupīt resursus globālā līmenī. Tu saglabā vidi tīrāku sev, saviem bērniem un visas pasaules nākamajām paaudzēm;
- lietojot pašu zemē saražotu atjaunojamo enerģiju un taupot to, Tu ietaupi vērtīgus fosilos resursus. Ir taču labāk ražot no naftas augstvērtīgus produktus, nevis to vienkārši nodedzināt;
- pat ja Tu neesi pārliecināts, ka cilvēka ietekme uz klimata pārmaiņām ir nozīmīga, vienmēr ir 50% iespēja, ka tā tomēr ir. Tātad ir 100% garantija, ka Tev un Tavai valstij pasīvās ēkas ir saimnieciski izdevīgas, un 50% iespēja, ka Tu būsi viens no tiem, kuri izglābs pasauli, nepiesārņojot vidi un ierobežojot oglekļa izmešus. Tas taču ir tā vērts, vai ne?

Kā to darīt?

DEFINĪCIJAS

Pasīvā ēka ir ēka, kurā termiskais komforts (ISO 7730) tiek sasniegts, izmantojot vienīgi svaigā gaisa piesildīšanu vai tā papildus dzesēšanu, kura nepieciešama, lai nodrošinātu pietiekamu iekštelpu gaisa kvalitāti, bez gaisa papildu cirkulācijas⁽¹⁾. Praksē tas nozīmē, ka Pasīvā ēka ir ēka, kurā komfortabla iekštelpu temperatūra gan apkures periodā, gan vasarā tiek sasniegts ar ļoti zemu enerģijas patēriņu. Augsta gaisa kvalitāte un vienmērīgs, komfortabls iekštelpu temperatūras režīms sasniedzams ar zemāku ēkas īpatnējo siltumenerģijas patēriņu apkurei, kurš nepārsniedz 15 kWh/(uz m² gadā)⁽²⁾. Ēkas īpatnējais Primārās enerģijas patēriņš (ieskaitot visus piegādes un uzglabāšanas zudumus, karstā ūdens sagatavošanu, mājsaimniecības elektrības patēriņu un primārās enerģijas patēriņa faktoros dažādiem enerģijas avotiem) nedrīkst

pārsniegt 120 kWh/m² gadā. Pasīvai ēkai raksturīga laba ēkas norobežojošo konstrukciju siltumizolācija, logi ar ļoti augstu izolācijas pakāpi, konstrukciju savienojumi un detaļas bez termiskajiem tiltiem, maksimāla pasīvā saules enerģijas izmantošana (racionāla ēkas forma un stiklojuma orientācija pret debess pusēm), ventilācijas sistēma ar augstu siltuma atgūšanas koeficientu, neaizmirstot arī enerģiju taupošas mājsaimniecības iekārtas.

Zemas enerģijas ēka ir ēka, kurai ir labāki enerģijas patēriņa rādītāji par standarta prasībām, kuras aprakstītas dažādos valsts ēku normatīvos. Parasti, zemas enerģijas ēkai raksturīgs ēkas īpatnējais siltumenerģijas patēriņš apkurei robežās no 30-70 kWh/(uz m² gadā). Bet dažādās valstīs robežvērtības, standartu lietošanas

aprašti un aprēķina metodes ir dažādas, un tas padara faktiski neiespējamu detalizētu salīdzinājumu ēkām, kuras paredzētas atšķirīgiem klimata apstākļiem. Zemas enerģijas ēku robežvērtības ar laiku mainās, jo valstu standarti un normatīvi tiek padarīti stingrāki attiecībā uz enerģijas patēriņu. Tātad, zemas enerģijas ēkai ir nepieciešama laba siltumizolācija, konstrukciju hermētiskums, ventilācijas sistēma ar siltuma atgūšanu, un enerģiju taupošas mājsaimniecības ierīces.

Nulles enerģijas ēka / Nulles oglekļa emisiju ēka ir ēka, kurai ir ļoti zems gada enerģijas patēriņš telpu apkurei, karstā ūdens sagatavošanai, mājsaimniecības ierīču lietošanai; un nepieciešamais papildu enerģijas patēriņš tiek pilnībā nosepts ar atjaunojamiem enerģijas resursiem/ vai oglekļa emisijas neveidojošiem enerģijas resursiem. Ēka ar nulles enerģijas patēriņu gada periodā var būt pilnībā autonoma no enerģijas centralizētajiem tīkliem, bet faktiski tas nozīmē, ka vienā laika periodā enerģijas atlikums tiek piegādāts centralizētajam tīklam, bet citā – iepirkts no tā, lai segtu nepieciešamo apjomu (atjaunojamie enerģijas resursi bieži ir ar sezonālu pielietojumu)³.

Primārā enerģija ir enerģija no atjaunojamiem vai no neatjaunojamiem enerģijas resursiem, kuri nav tikuši pakļauti nekādai pārstrādei vai transformācijas procesam⁴.

Gandrīz nulles enerģijas ēka ir ēka ar ļoti augstu enerģijas izmantošanas efektivitāti, kā TAS definēts Eiropas Parlamenta Direktīvas par Ēku energoefektivitāti (turpmāk tekstā – Direktīva) I pielikumā. Ēkas ekspluatācijai nepieciešamais gandrīz nulles līmeņa vai ļoti zems enerģijas patēriņš ļoti lielā apmērā tiek segts no atjaunojamiem enerģijas resursiem, ieskaitot atjaunojamo enerģiju no avotiem, kuri izvietoti zemes gabalā vai tiešā ēkas tuvumā⁵. Patlaban nav izstrādāti praktiski pielietojami detalizēti kritēriji vai precīzi formulēti risinājumi, kā sasniegt gandrīz nulles enerģijas ēkas parametrus dažādos klimata apstākļos, jo nulles enerģijas ēkas definīcija ir samērā jauna. Tā kā Direktīvā ir definēti nulles enerģijas ēku ieviešanas obligātais termiņi – 2019. gads publiskām ēkām, un 2021. gads visām jaunbūvēm, dalībvalstu darba grupas patlaban izstrādā precīzus kritērijus katrai valstij.

- 1 Passipedia (<http://passipedia.passiv.de>)
- 2 Using PHPP (Passive House Planning Package) energy balance method with standard usage and user behaviour described by PHI (Passivhaus Institut) and European average primary energy factors for different energy sources (Gemis database)
- 3 Low energy buildings in Europe: current state of play, definitions and best practice, Brussels, 25 September 2009)
- 4 Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2010/31/ES Par ēku energoefektivitāti, 2010. gada 19.maijā (pārstrādāta versija)
- 5 Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2010/31/ES Par ēku energoefektivitāti, 2010. gada 19.maijā, (pārstrādāta versija), I pielikums Kopējs vispārīgais regulējums ēku energoefektivitātes aprēķinam (minēta 3. pantā – Metodoloģijas pieņemšana ēku energoefektivitātes aprēķināšanai)

Ēku ilgtspējas vispārīgie kritēriji

Lai izvērtētu ēku ilgtspējību plašākā nozīmē (ne tikai enerģijas taupīšanas jomā), ir iespējams pielietot novērtējuma, kategoriju, sertifikācijas un klasifikācijas sistēmas, piemēram, BREEAM⁶, vai LEED⁷. Turklāt, šī projekta ietvaros tiek veidoti *vietējie ilgstpējīgās būvniecības kritēriji un vērtēšanas sistēma*. Vērtēšanas sistēma ietver sekojošus kritērijus/ aspektus ēkas ilgtspējas un tās ietekmes uz vidi izvērtēšanai:

1. ENERĢIJAS PATĒRIŅŠ
2. IEKŠTĒLPU KLIMATS UN KOMFORTS
3. BŪVNICĪBAS UN APDARES MATERIĀLI
4. ŪDENS RACIONĀLA IZMANTOŠANA
5. TERITORIJA UN AINAVA
6. PIESĀRŅOJUMA NOVĒRŠANA
7. TRANSPORTS
8. AKTRITUMU APSAIMNIEKOŠANA
9. ĒKAS APSAIMNIEKOŠANA

KAS IR BREEAM? KĀ TAS SASKAN AR PASĪVO MĀJU/ZEMA ENERĢIJAS PATĒRIŅA ĒKU KONCEPTU?

BREEAM (British Research Establishment Environmental Assessment Method) ir visbiežāk lietotā metode, ar kuru tiek vērtētas un sertificētas ilgtspējīgi būvētas ēkas. Šobrīd BREEAM sertifikātu saņēmušas vairāk nekā 110 000 ēku un vairāk nekā pusmiljons ēku atrodas vērtēšanas procesā. Šī metode tiek plaši lietota visā pasaulē un jo īpaši Eiropā. Ar BREEAM iespējams izvērtēt ēku deviņās kategorijās, kas visas kopā paredz ieguvumus videi, nodrošina augstāku komfortu un veselīgas dzīves apstākļus. Galvenā metodes sadaļa ietver energoefektivitāti, savukārt citās sadaļās noteikti standarti būvniecības vadības procesam, ēkas iekštelpu un āra kvalitātes jautājumiem, materiāliem, transporta sistēmām, ūdens patēriņam, atkritumu pārvaldībai, zemes izmantošanai, piesārņojuma minimizēšanai, ekoloģisko

vērtību saglabāšanai un uzlabošanai. Šajā kontekstā pasīvā māja gūtu augstu vērtējumu BREEAM enerģijas sadaļā; līdzīgi tas iespējams arī citās sadaļās, pierādot labu un atbilstošu izpildījumu. BREEAM ir uz zinātniskiem pamatiem balstīta un vienlaikus viegli mērāma sistēma, turklāt tā ir viegli pielāgojama vietējiem normatīviem un apstākļiem. Tieši šī sistēma arī adaptēta lietošanai Latvijā. Vairāk informācijas par BREEAM Latvijā – www.ibp.lv.

KĀ BREEAM TIEK LIETOTS?

BREEAM lieto: **valsts un pašvaldību institūcijas** kā veidu, ar kura palīdzību demonstrēt labāko praksi būvniecībā, tādejādi ceļot standartus, kā arī instrumentu, ar kura palīdzību nospraut skaidrus, izmērāmus un praktiskus mērķus

ēkas plānošanā un būvniecībā; **ēku pasūtītāji, plānotāji, attīstītāji un finansētāji** kā instrumentu, ar kura palīdzību var noteikt ēkas kvalitāti (tās ilgtspējību) veidā, kas ir ātrs, visaptverošs, labi pārskatāms tirgū un nodrošina vienādus spēles noteikumus; **nekustamā īpašuma māklēri** kā instrumentu, ar kura palīdzību izcelt ēkas ilgtspējību, ieguvumus potenciālajam pircējam vai īrniekam; **projektēšanas komandas** kā informācijas avotu, ar kura palīdzību uzlabot savas zināšanas par ilgtspējīgu būvniecību, iestrādājot tās ēkas dizaina risinājumos; **ēku apsaimniekotāji** kā praktisku veidu, kā ikdienā mērīt ēkas enerģijas, ūdens un citu resursu patēriņu un ēkas klimatu kā atsevišķu ēkas daļu, tā atsevišķu tās lietotāju patēriņa griezumus; veido rīcības plānus izpildījuma uzlabošanai.

⁶ BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) – <http://www.breeam.org/>

⁷ LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) – <http://www.usgbc.org/LEED>

Üldine madala energiatarbega hoone kontseptsioon

Madala energiatarbega hoone suhtes ei ole kehtestatud täpseid arvulisi kriteeriume ega ka rahvusvaheliselt ja üheselt kokku lepitud arvutusmetoodikat, mistõttu on nende hoonete puhul mõnevõrra keeruline sätestada energiatõhususe osas detailseid kvantitatiivseid eesmärke. Madala energiatarbega hoone kavandamisel tuleb seada endale sobiv energiakulu vahemik (sihttase) ja järgida hoone loomisel järgnevates peatükkides kirjeldatud aspekte, et optimeerida hoone arhitektuurset lahendust, välispiirete soojustehnilisi omadusi ning tehnosüsteemide konfiguratsiooni. Seatud sihttaseme saavutamiseks on vajalik hoone energiavajaduse detailsem arvutus, mis järgib sõltuvalt valitud sihttasemest sobivat arvutusmetoodikat. Energiatõhususe osas võib sihttaseme valimise aluseks olla näiteks riiklikul tasemel kehtestatud hoonete energiatõhususe klassifikatsiooni- ja energiamärgiste süsteem.

PASSIIVMAJA MÕISTE

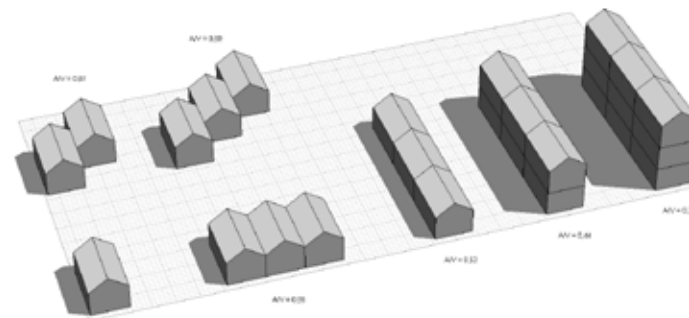
Passiivmaja standardi (väga madala energiatarbega hoone standard) puhul on kriteeriumid ja eesmärgid väga täpselt sõnastatud – tegemist on selgelt defineeritud rahvusvahelise arvutusmetoodikaga ja arvuliselt täpselt kirjeldatud sihtkriteeriumitega vastavalt alltoodule.

- Ruumide neto küttevajadus hoone kasuliku pinna pinnaühiku kohta: maksimaalselt 15 kWh/(m²*a),
- Või ruumide maksimaalne küttekoormus hoone kasuliku pinna pinnaühiku kohta: maksimaalselt 10 W/m²,
- Hoonekarbi õhupidavuse testi tulemus 50 Pa ala- ja ülerõhu juures (n₅₀): maksimaalselt 0,6 h⁻¹,
- Kogu hoone primaarenergia vajadus hoone kasuliku pinna pinnaühiku kohta; maksimaalselt 120 kWh/(m²a),
- Suvise liigpalavuse (temperatuur >25 °C) esinemise sagedus: maksimaalselt 10% (tundidest aastas).

Mitteeluhoonete puhul on kriteeriumid analoogsed. Täiendavat teavet kriteeriumite, eeldatava standardkasutuse, arvutusmetoodika jms kohta võib leida PHI veebilehelt www.passiv.de

Esialgsed arhitektuursed kaalutlused ning energiakontseptsiooni loomine

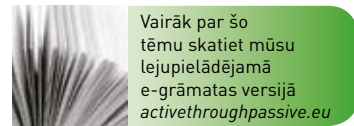
Energiatõhusa hoone kavandamine eeldab sobivate arhitektuursete lahenduste ja hoone energiakontseptsiooni loomist hoone kavandamise varases faasis. Hoone vormi kompaktsus, ruumiplaneering ning klaaspindade paiknemine omavad olulist mõju hoone hilisemale energiakasutusele. Mida kompaktsem on hoone vorm, seda suurem on hoone energiatõhususe potentsiaal, kuna soojust kaotavat välispiiret on sama kubatuuri kohta vähem. **Kompaktsust** (hoone välispiirde pindala ja mahu suhet) mõjutab enam hoone suurus ja vähem hoone välispiirde tegelikku kuju puudutavad tegurid. Kuju puudutavate tegurite mõju on suurim väiksemate hoonete puhul (1-6 korterit). Hoone kompaktne vorm vähendab ka ehituskulusid, sest äärmiselt liigendatud välispiirde loomine on mitmel moel kallis. Esiteks on kompaktse hoone puhul vähem soojust kaotavat pinda, teiseks on



Joonis 1. Hoone A/V (kompaktsuse) indeks erinevate arhitektuursete lahenduste puhul.

seejuures vaja ehitada vähem välispiiret, kolmandaks on külmasillavaba ja õhupidava välispiirde realiseerimine liigendatud hoone puhul keerukam ja seetõttu ka kallim. Lisaks on eluhoonete puhul oluline päikeseenergia passiivse kasutuse maksimeerimine kütteperioodil. See on tugevalt seotud ruumiplaneeringu ning klaaspindade optimeerimisega hoone lõunafassaadil. Päikeseenergia passiivse kasutuse maksimeerimisel tuleb arvesse võtta erinevaid varjutusmõjusid (varjutavad kõrvalobjektid, reljeef, klaaspindadele kogunev mustus jne). Vältimaks ruumide ülekuumenemist on oluline analüüsida ka suveolukorda ja leida sobivad tehnilised lahendused päikese otsekiirguse varjestamiseks.

Kõrge energiatõhususega hoone projekteermisel on oluline mõista, et hoone on terviklik süsteem. Hoone kavandamise erinevad aspektid on omavahel seotud ning seetõttu ei ole võimalik enamasti vaid üksikute aspektide järgi optimaalseid projekteerimisotsuseid teha. Oluline on kogu projekteerimisprotsessi kestel tehtavaid otsuseid toetada numbriliste arvutustega ehk hoones tekkivate energiavoogude ja sisekliima modelleerimisega. See annab võimaluse konkureerivaid lahendusi läbi "mängida", nähes mõju kogu süsteemi tõhususele ning leida lahendused, mille rakendamine konkreetse hoone puhul antud asukohas on energiatõhususe saavutamisel kõige tulemuslikumad.



Ēkas klimata simulācijas metodes

APRĒĶINU KVALITĀTE

Attiecība uz ēku klimata simulācijas metodēm, ir ļoti svarīgi novērtēt dažādu projektēšanas metožu kvalitāti un precizitāti. Metodes iedalāmas divās atšķirīgās grupās, pamatojoties uz aprēķina pieeju:

A. Vienkāršas aprēķina programmas, ar nelielu datora jaudas noslodzi un attiecīgi nelielu ievadāmo ēkas datu daudzumu;

B. Matemātiskā modelēšana, kura veidota tā, lai analizētu katra iespējamā enerģijas veida plūsmu, un to savstarpējo mijiedarbību. Šādā veidā ēkas datu simulācija ir mēģinājums sacensties ar realitāti.

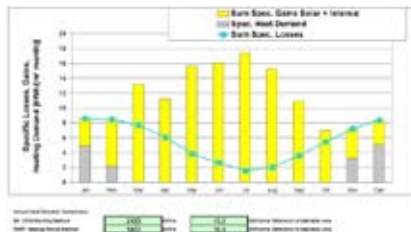
Matemātiskie modeļi un aprēķina metodes, kuras mēģina maksimāli attēlot reālos procesus, tiek dēvētas par detalizētām ēkas dinamiskās simulācijas metodēm. Dinamiskā simulācija sniedz iespēju

aprēķināt ēkas enerģijas balansu ļoti īsā laikā (vienkāršām ēkām mazāk par vienu stundu), kas piešķir ēkas projektēšanas procesam papildu precizitāti.

Aprēķiniem ir pieejami vairāku veidu datorprogrammas un simulācijas datu bāzes, kuras ļauj veikt dinamisko aprēķinu ēkas enerģijas patēriņam un iekštelu klimatam. Piemēram, biežāk lietotie programmrīki ir TRNSYS (TRaNsient SYstem Simulation Program), ESP-r, EnergyPlus, IDA-ICE, DOE 2, un citas.

Dinamiskās simulācijas metodes nav piemērotas arhitektūras ideju aprēķinam ļoti agrīnā projektēšanas stadijā. Metodes, protams, var izmantot, taču praktiski tās ir vairāk piemērotas detalizētai izpētei un projekta risinājumu uzlabošanai. Dažādas vienkāršotas metodes sniedz iespēju

aprēķināt gada vai mēneša enerģijas precizitāti ar diezgan lielu precizitāti. Daži piemēri aprēķina metodēm: Apkures grādu dienu aprēķina metode; Gada (apkures sezonas) un mēnešu metode, saskaņā ar Eiropas standartu EN-ISO 13790 (piemēram, PHPP2007, Pasīvo ēku projektēšanas programma); Aprēķina metodes, kuras balstītas uz temperatūras līknēm (piemēram, BV²). Kā piemēru varam apskatīt iespējami vienkāršotu programmrīku, kurš izveidots tieši Pasīvo ēku aprēķinam, PHPP (Pasīvo ēku projektēšanas programma⁸). PHPP2007



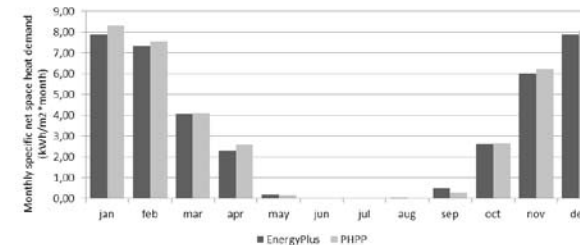
2. attēls. PHPP2007 datu un rezultātu attēlojuma piemērs

ir galvenais pārbaudes un sertifikācijas mērinstruments sertificētai Pasīvajai ēkai. Šī programma izmanto ISO 13790 gada un mēneša enerģijas balansa metodi, un ir īpaši izstrādāta zema enerģijas patēriņa ēku prasībām, salīdzinot ar detalizētām dinamiskās simulācijas metodēm un mērījumiem pēc Pasīvā standarta uzbūvētās ēkās. Metode ir stingri balstīta uz citiem attiecināmiem Eiropas standartiem ((ISO 13370, ISO 6946, ISO 13789, ISO 10077-1, ISO 10077-2, ISO 10211-2 un citiem).

PHPP neanalizē visus ēkas matemātiskās modelēšanas un optimizācijas aspektus (īpaši publisko ēku projektos), piemēram, dienas gaismas maksimālu izmantošanu, detalizētu apkures un ventilācijas jaudu sadalījumu, dzesēšanas zonējumu, u.tml. Tādos gadījumos jālieto citi simulācijas programmrīki. Taču, neraugoties uz PHPP, kā vienkāršotas metodes, ierobežotām iespējām, tas ir:

- uzlabots attiecībā uz plašu sistēmisko dinamisko simulāciju klāstu, un veidots Pasīvo ēku Institutā⁹ tieši Pasīvās ēkas standarta sasniegšanai;
- kalibrēts un precīzi piemērots atbilstoši reāli uzbūvētu Pasīvo ēku monitoringa rezultātiem;

- konservatīvs attiecībā uz sasniedzamajiem rezultātiem (šaubu gadījumā aprēķini ir 'ar rezervi');
- pārskatāmi dokumentēta darba procedūra (PHPP rokasgrāmata), lai samazinātu potenciālas lietotāju kļūdas;
- nodrošināti izejas dati specifiskiem sertificētiem ēku būvelementiem, lai novērstu nepareizu datu ievadīšanas iespējas;
- viegli apgūstams;
- pārbaudīts kā pietiekami precīzs programmrīks Pasīvo ēku projektēšanai.



4. attēls. Salīdzinājums pēc mēneša specifiskā telpu apkures enerģijas patēriņa, ar vienkāršoto aprēķina metodi (PHPP2007) un detalizētu dinamiskās simulācijas metodi (EnergyPlus) dzīvojamai ēkai.

8 Passive House Planning Package

9 Passivhaus Institut, Pasīvo ēku institūts, www.passiv.de

10 J. Schnieders and A. Hermelink, CEPHEUS results: measurements and occupants' satisfaction provide evidence for Passive Houses being an option for sustainable building, Energy Policy 34 (2006), pp.151-171

PHPP2007 aprēķinu rezultātu salīdzinājums uzbūvētās Pasīvajās ēkās rāda augstu atbilstību starp aprēķinātajiem un ēkā izmērītajiem parametriem, lai gan enerģijas patēriņš var būt augstāks vai zemāks, tiešā atkarībā no lietotāja paradumiem ēkas apsaimniekošanā. Tomēr, Pasīvo ēku standartam atbilstošām rindu mājām, ar CEPHEUS projekta monitoringa rezultātiem, vidējais ēku enerģijas patēriņš bija tuvs aprēķinu rezultātiem¹⁰.

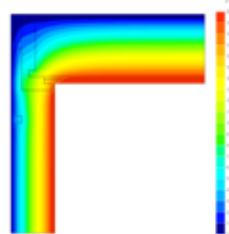
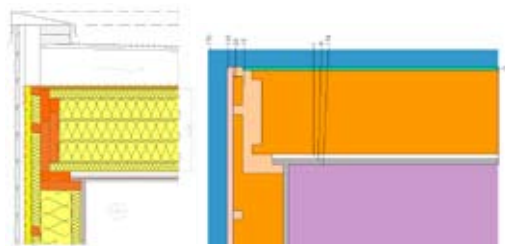
Ēkas simulācijai ārkārtīgi svarīgi ir ievadīto datu kvalitāte. Ja datiem raksturīga neprecizitāte, vai tie nav pārbaudīti, tad simulācijas rezultāti var būtiski atšķirties no reālās situācijas. Tādēļ ar ievadāmiem datiem jārikojas ļoti uzmanīgi, un tie jāspecificē, cik vien precīzi iespējams. Mēs izšķiram trīs lielas ievadāmo datu grupas.

- **Klimata dati**
- **Ģeometriskie ēkas parametri, materiālu termiskās un fizikālās īpašības**
- **Dati par ēkas lietotājiem, apkures un ventilācijas sistēmu noslodzes grafiks**

Izvairīšanās no termiskajiem tiltiem

Termiskie tilti var radīt būtisku iespaidu uz ēkas kopējo enerģijas patēriņu. Ģeometriskie termiskie tilti veidojas vietās, kur mainās siltumizolācijas ieklāšanas virziens vai biezums (piemēram, ārsienas stūri, logaīlas u.c.). Konstruktīvie termiskie tilti novērojami konstrukciju salaidumos, kur materiāli ar augstu siltuma caurlaidību šķērso siltumizolācijas slāni (piemēram, balkona plātne, ārsienas pieslēgums pamatu plātnei u.tml.). Rūpīgi plānojot ēkas arhitektonisko formu (piemēram, izvairoties no sarežģītām ģeometriskām formām) un konstruktīvās detaļas, termisko tiltu klātbūtni var samazināt, vai no tiem izvairīties pilnībā. Jebkurā gadījumā, noteikti jāizvairās no siltumizolācijas slāņa pārtraukšanas, cik vien iespējams. Ja siltumizolācijas slānis jāpārtrauc, tad šķērsojošā materiāla siltuma pretestībai jābūt, cik vien iespējams, augstai (piemēram, nesošo

sienu mezglos grīdas siltumizolācijas līmenī var lietot putustiklu, vieglbetonu, u.c.)



7. attēls. Piemērs sienas un jumta salaiduma vietai (pa kreisi), termisko tiltu aprēķina piemērs (vidū), un aprēķina temperatūras konstrukcijas iekšpusē standarta iekštelpu/ ārtelpu klimata apstākļiem (pa labi).

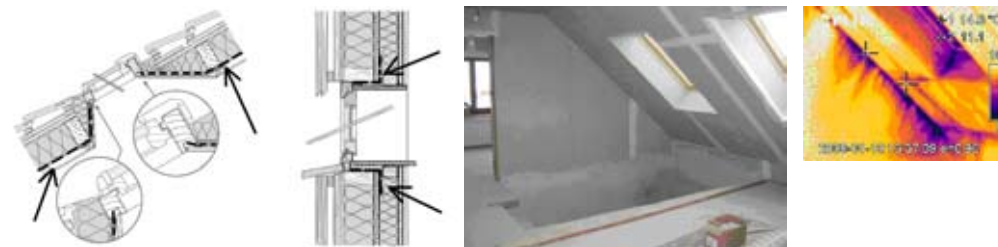
Ēkas norobežojošo konstrukciju hermētiskums

BŪVNICĪBAS STADIJĀ, ĒKAS FAKTISKĀ GAISNECAURLAIDĪBA (HERMĒTISKUMS) JĀPĀRBAUDA AR SPIEDIENA TESTU PIE 50 PA. TESTA VĒRTĪBAS JĀIEVADA APRĒĶINA PROGRAMMĀ, LAI PĀRLEICINĀTOS PAR SĀKOTNĒJĀ APRĒĶINA PAREIZĪBU ATTIECĪBĀ UZ ĒKAS GALA KVALITĀTI.

Ēkas norobežojošo konstrukciju hermētiskums iespaido ne tikai ēkas enerģijas patēriņu, bet arī iemītnieku veselību un konstrukciju ilgmūžību. Plānošanas stadijā, n_{50} (hermētiskuma koeficients pēc ēkas gaisnecaurlaidības tests, pie 50 Pa spiediena) vērtība jāparedz, un dati jāievada aprēķina programmā. Optimistiskām vai ļoti zemām hermētiskuma koeficienta vērtībām jāparedz ļoti rūpīga būvniecības un apdares materiālu izvēle, un risinājumu plānošana. Tas nozīmē, ka projekta dokumentācijā jāiekļauj rasējumi jebkurai detaļai (mērogā 1:10) un savienojumam, kurš pieslēdzas ēkas hermētiskajam slānim, norādot

zīmējumā hermētisko slāni. Sarežģītiem detaļu savienojumiem jānorāda pareiza darbu secība, lai nodrošinātu ēkas hermētiskumu. Speciālu hermētisko materiālu (līmlentas, membrānas, kabeļu apvalki) ražotāji vairumā gadījumu nodrošina arī tipisko mezglu zīmējumus. Turklāt, būvniecības darbu izpildītājiem jābūt apmācītiem pirms darbu veikšanas, un darbu laikā; jānodrošina, ka rasējumi tiek pareizi saprasti, tāpat kā atbilstoša darbu veikšana (tas īpaši attiecas uz elektrības montāžas darbiem). **Projektēšanas stadijā jāparedz iekšējais kabeļu instalācijas slānis, lai izvairītos no hermētiskā slāņa sabojāšanas.**

8. attēls. Detaļu rasējumu paraugi hermētiskā slāņa konstrukcijai (pa kreisi, PRO Clima buklets) un ēkas hermētiskuma testa rezultāti, kas uzrāda gaisa caurlaidīgu konstrukciju (aukstā gaisa ieplūšana) termogrāfiskajā testā (pa labi).



Ventilācijas sistēmas energoefektivitāte

Lai nodrošinātu veselīgu iekštelpu klimatu, telpās jābūt pietiekamai gaisa apmaiņai. Vēdināšana ar logu atvēršanu prasa ļoti disciplinētu attieksmi no ēkas lietotāju puses, un ir nepietiekama, lai uzturētu atbilstošu iekštelpu gaisa kvalitāti. Tāpēc jāparedz mehāniskās ventilācijas sistēmas. Konstanta gaisa apmaiņa apkures periodā var radīt lielus siltuma zudumus, ja tiek lietota parastā vēdināšanas metode, atverot logus. Sarežģītāka, savstarpēji balansēta (pieplūdes un nosūces gaisa apjoms) mehāniskā ventilācijas sistēma samazina siltuma zudumus, pielietojot efektīvu siltuma atgūšanu, ar siltā nosūces gaisa palīdzību piesildot pieplūdes gaisu. Energoefektīvai ventilācijas sistēmai jābūt projektētai ar minimāliem gaisa vadu garumiem, un sistēmai jābūt hermētiski izolētai. Gaisa vadi no ventilācijas iekārtas

līdz ēkas ārsienai jāizolē ar vismaz 50 mm biezu siltumizolācijas slāni un tvaika izolāciju, lai izvairītos no kondensāta. Ventilācijas iekārtai jānodrošina siltuma atgūšanas koeficients vismaz 75%, zems enerģijas patēriņš < 0,45W/(m³/h), vasaras gaisa caurplūdes iespēja, un aizsardzība pret aizsalšanu ziemā siltummainim. Aizsalšanu var novērst, āra pieplūdes gaisu piesildot pasīvi, caur gruntī ievietotiem gaisa vadiem (līdz pozitīvai T°); aktīvi, ar siltumsūkņa palīdzību, vai ar vienkāršu sistēmai piemērotu elektrisko sildītāju. Ar pretaizsalšanas pasākumiem iespējams āra gaisu piesildīt no -5°C līdz 0°C (atkarībā no siltuma atgūšanas iekārtas). Zemes siltummaiņiem jābūt ar atbilstošām dimensijām (izmantojot aprēķina programmatūru, piem. PHLuft, vai citu), un ļoti rūpīgi projektētiem, ieskaitot

visas nepieciešamās detaļas – kondensāta sifonus, kondensāta sūkņus, apkalpošanas akas, u.c. Izvēloties piemērotu ventilācijas iekārtu, jāpievērš pastiprināta uzmanība ražotāju norādītajam efektivitātes koeficientam. Ir vairākas metodes, kā noteikt iekārtas efektivitāti – tāpēc vienmēr jāpārbauda, vai iekārtas rekuperācijas efektivitātes koeficients tiešām atbilst konkrētās ēkas vajadzībām. Piemēram, Pasīvās ēkai piemērotai ventilācijai jābūt testētai un sertificētai saskaņā ar PHI pārbaudes metodi¹⁰, kura ir daudz konservatīvāka par citu Eiropas standartu atzītām metodēm (EN ISO 308, EN ISO 13053). Turklāt, iekārtas parametriem jābūt uzrādītiem tādā veidā, lai tos var lietot PHPP aprēķina programmā. Ja izvēlētajai iekārtai nav PHI sertifikāta, tad ražotāja norādītajam efektivitātes koeficientam

jāatskaita nost redukcijas faktors – 12%. Plānojot publisko ēku, ar augstiem gaisa apmaiņas rādītājiem, jāparedz decentralizētas mainīga gaisa apjoma (VAV – *variable airflow ventilation*) ventilācijas sistēmas, ar CO₂ līmeņa kontroli, un mitruma sensoriem, lai samazinātu kopējo gaisa apmaiņas daudzumu, tādējādi ekonomējot enerģiju. Karstā ūdens sagatavošanas sistēmu efektivitāte. Galvenais projektēšanas mērķis ir samazināt siltuma zudumus karstā ūdens sistēmā, samazinot cauruļu garumus ēkas robežās, it īpaši, ja ēkai ir neapkurināmas daļas. Projektējot stāvu plānus, īpaša uzmanība jāpievērš telpām ar karstā ūdens pieslēgumu, izvietojot virtuvi un vannasistabu tehniskās telpas (karstā ūdens sagatavošana) tiešā tuvumā.

¹⁰ Requirements and testing procedures for energetic and acoustical assessment of Passive House ventilation systems for Certification as "Passive House suitable component" – available from http://passiv.de/03_zer/Komp/Lueft/Requirements_L_EN.pdf

Kā iepirkt projektēšanas un būvniecības pakalpojumus?

SADAĻAS IETVER:

- Arhitektūras konkurss pirms iepirkuma procedūras?
- Tehniskā specifikācija projektēšanas pakalpojumiem
- Līguma piešķiršanas nosacījumi
- Dažas mācībstundas no Pasīvo ēku iepirkuma procedūrām

Kā būvobjektā nodrošināt darbu kvalitāti?

Precīzs, pietiekami detalizēts un pilnībā izstrādāts projekts (kvalitatīvu rasējumu un būvmateriālu specifikāciju formā) ir fundamentāli svarīgs būvniecības darbu kvalitātes nodrošināšanai. Tikai uz detalizēta projekta un pilnībā aprakstītu risinājumu bāzes ir iespējams kontrolēt vai piegādātie materiāli atbilst plānotajiem. Enerģiju taupoša projekta ietvaros arhitektam/ enerģijas patēriņa plānotājam jā sagatavo specifikācijas, kurās ir sniegts sīks skaidrojums par visiem būtiskajiem nosacījumiem un darbiem, kuri ir nepieciešami veiksmīgai energoefektīva projekta realizācijai; un kuras darbu veicēji tiešā veidā var izmantot būvniecības darbu veikšanai.

Darbu grafikā (t.sk. laika grafikā), bieži vien vispār nav paredzēts laiks plānošanas procesam, un kvalitātes pārbaudēm; vai aplēstā laika rezerve ir nepietiekama

enerģiju taupoša projekta realizācijai. Plānošanas procedūras parasti neļauj ievērot visus nepārtrauktas un secīgas enerģiju taupošas būvniecības aspektus. Tāpēc, labi sagatavotam būvniecības darbu grafikam un pilnam projekta kontaktpersonu sarakstam jābūt sagatavotam jau pašā būvniecības sākumā. Darbu plānā jāparedz savlaicīgi veikts hermētiskuma tests, ventilācijas iekārtu palaišana un pārbaude, un citi enerģijas taupīšanai būtiski pasākumi. Projekta vadības grupai jābūt atbildīgai par to, lai projekta laika grafiks būtu atbilstošs enerģiju taupošai būvniecībai un kvalitātes pārbaudēm.

Lai izvairītos no kļūdām un pārpratumiem starp projektētājiem un darbu veicējiem, regulāri jāorganizē projekta apspriedes būvobjektā (apmācības, pārbaudes, uzraudzība) un jāveic būtiskāko būvdetaļu

paraugu izveide, pirms montāžas.
Atsevišķas apmācības nepieciešamas
projektu vadītājiem un būvdarbu
vadītājiem, kuri ir atbildīgi par darbu
kvalitāti būvlaukumā, un citu darbu
veicēju pārraudzību. Īss darbību saraksts
nepieciešamās kvalitātes nodrošināšanai
dots zemāk:¹¹

**Apmācības darbu vadītājiem un
strādniekiem**

Būvmateriālu izvēle un iepirkšana

**Būvlaukuma vadība un būvdetaļu kvalitātes
kontrolē**

**Izvairīšanās no termiskajiem tiltiem, ko
rada nekvalitatīvi būvdarbi**

**Pārbaudes siltumizolācijas slāņa
vienmērībai, un termisko tiltu izslēgšanai**

**Ēkas norobežojošo konstrukciju
hermētiskuma pārbaude**

**Ventilācijas sistēmas hermētiskuma un citu
parametru pārbaude**

11 Izvilums no pilnā dokumenta, PHI publikācija - http://passiv.de/07_eng/Checklist/ChList_E_F.htm

Piemēri

PROJEKTI KODULEHE JAOKS DISAINITUD ÜHEPEREELAMU PASSIIVMAJA KAVAND EESTIS



Arhitektuuriline disain ja visand:

Dipl.-Arch. Urmas Muru

Planeeritud elanike arv: **4**

Elupind vastavalt PHPP metoodikale: **155,2 m²**

Soojusbilanss PHPP2007 programmipaketist
(ISO 13790 standardi kuise meetodi järgi) kasutades
Eesti energiaarvutuste baasaasta kliimaandmestikku
(vastab ISO 15927-4:2005 standardile)

Aastane ruumide neto küttevajadus:
15,0 kWh/(m²a)

U-väärtused:

Välissein (puitkarkass) – **0,090 W/(m²K)**

Põrand (betoon + EPS) – **0,120 W/(m²K)**

Soojustatud katuslagi (puitkarkass) –
0,060 W/(m²K)

Kolmekordne klaas (Guardian Neutralite
0.51 low-E) – **0,51 W/(m²K)**

Aknaraamid (Pazen ENERsign) –
0,66 W/(m²K)

Ventilatsiooniagregaadi (Paul Thermos 200 DC)
soojustagastuse efektiivsus PHI meetodi järgi –
92% (90,9% võttes arvesse kadusid torustikust)

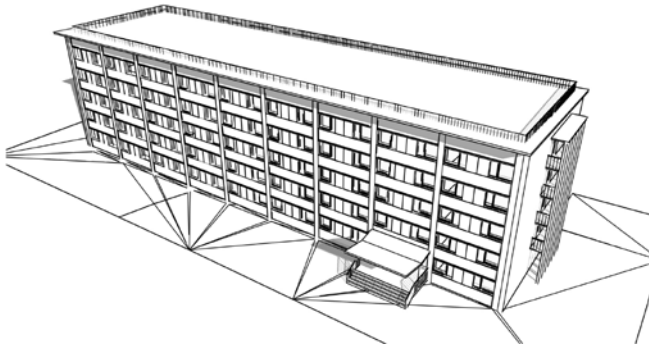
Välispiirde õhupidavus (n_{50}) – **0,4 h⁻¹**

Küttesüsteem – halukatel (otsene ja kaudne
soojuseraldus) väikeste radiaatoritega

Kuuma vee tootmine – halukatel (kütteperioodil)
või väike päikesekollektorite süsteem(suvel)
koos tagavara elektrisojendiga

ĒRĢĻI KUTSEKOOLI ŪHISELAMU LĀTIS, EHITUSAASTA 1972.

Renoveerimine passiivmajakomponentidega saavutamaks Saksamaa Passivhaus Institut'i EnerPHit standard.



Arhitektuuriline disain ja visand:
Dipl.-Arch., sertifitseeritud passiivmajadisainer
(certified passive house designer – CEPH)

Ervins Krauklis

Planeeritud elanike arv: **203**

Elupind vastavalt PHPP metoodikale: **3257,5 m²**

Soojusbilanss PHPP2007 programmpaketist
(ISO 13790 standardi kuise meetodi järgi) kasutades

Ergļi kohaliku kliimaandmestikku (vastab
ISO 15927-4:2005 standardite)

Aastane ruumide neto küttevajadus: **25,0 kWh/(m²a)**

U-väärtused:

Välissein (puitkarkass olemasoleval seinal) –
0,090 W/(m²K)

Põrand (betoonpaneelid + jäik kivivill) –
0,140 W/(m²K)

Soojustatud katuslagi (puitkarkass olemasoleval
betoonist lamekatusel) – **0,070 W/(m²K)**

Kolmekordne klaas – **0,50 W/(m²K)**

Puidust aknaraamid, 92 mm – **1,2 W/(m²K)**

Ventilatsiooniagregaadi (Paut Maxi 4001)

soojustagastuse efektiivsus PHI meetodi järgi – **78%**
(77,6% võttes arvesse kadusid torustikust)

Välispiirde õhupidavus (n_{50}) – **0,8 h⁻¹**

Kaugküte (puitlaastu katel) väikeste radiaatoritega

Kuuma vee tootmine kaugkütte (kütteperioodil)
või päikesekollektoritega(suvel) koos tagavara
elektrisoojendiga