

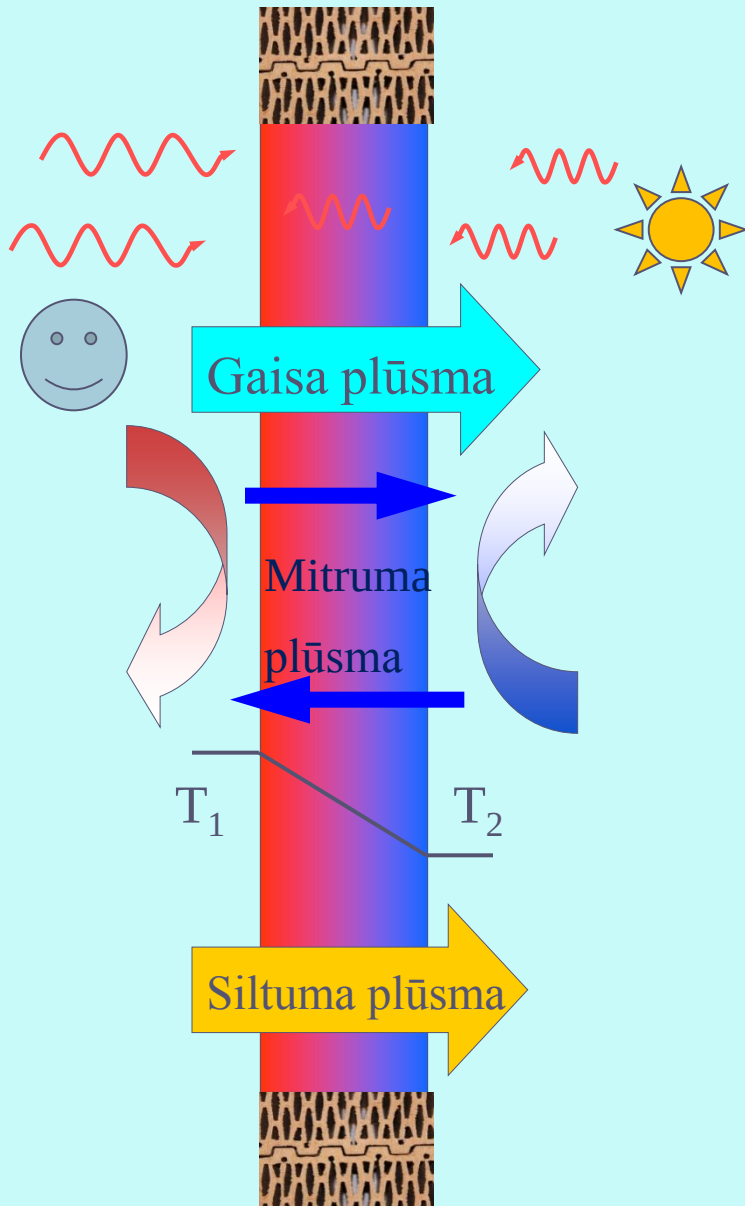
Daudzdzīvokļu ēku energoefektivitātes novērtēšanas pamatnostādnes un iespējas

Andris Jakovičs

Seminārs
“Nosacījumi kvalitatīvam energoauditam daudzdzīvokļu mājām”
Rīgā, RTU, 2012.g. 18. aprīlī



Siltuma apmaiņas veidi



Siltuma jeb infrasarkanais
starojums:

- caurlaidība
- absorbcija
- atstarošana un emisija



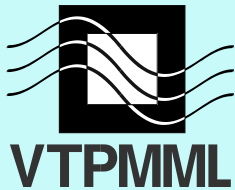
Konvekcija jeb siltuma pārnese ar
gāzes/šķidruma plūsmu:

- caur konstrukciju;
- konstrukcijas virsmu tuvumā



Siltuma vadīšana, ko nosaka
izmantojamo būvmateriālu (vielu)
mikroskopiskās īpašības





EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS



EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Izmaiņas 2009.g. MK noteikumos Nr. 39 “Ēku energoefektivitātes aprēķina metode”, kas tika pieņemtas 2011.g.

Andris Jakovičs



Ēkas energoefektivitātes aprēķins

Aprēķina metodiku nosaka 2009.g. MK Noteikumi Nr. 39 (laboti 2011.g) “Ēku energoefektivitātes aprēķina metode”

- Energosertifikācijai un energoefektivitātes pārskatu sagatavošanai to veic **sertificēti energoauditori**, bet savām vajadzībām var veikt katrs interesents
- Latvija ir viena no trim ES valstīm, kur nav definēta ēku energoefektivitātes skala pēc to energopatēriņa (kWh/m^2 gadā)
- Ja energopatēriņš apkurei $< 50 \text{ kWh/m}^2$ gadā, tad vienkāršotā aprēķinu metode nav lietojama – jāveic aprēķins sistēmu līmenī un jāņem vērā dinamiskie efekti atbilstoši Eiropas standartiem
- Ieteicams izmantot pārbaudītas un atzītas aprēķinu programmas
 - *EXCEL* tabula *EfA2* - ir pieejama EM mājas lapā
 - *HeatMod6* – pieejama www.heatmod.lv



Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode

- 2011.g. labojumos novērstas daudzas būtiskas kļūdas, kas sākotnējo metodes versiju formāli pieejot padarīja praktiski nelietojumu
- Rediģēti un precizēti daudzi formulējumi
- Skaidri pateikts, ka metode lietojama tikai tad, ja apkurei nepieciešamā enerģija nav mazāka par **50 kWh/m²** gadā;
- Izmērītās un aprēķinātās energoefektivitātes rezultāti (pie normatīvās iekštelpu temperatūras) nedrīkst atšķirties
 - vairāk par **10%**,
 - vairāk par **10 kWh/m²** gadā.



Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode

2011.g. izlabotajos MK noteikumos joprojām ir virkne kļūdu:

- Pārvades siltuma zudumu apkurei un dzesēšanai formulās (19) un (20) k ir summācijas indekss nevis skaitlisks reizinātājs
- Ventilācijas siltuma zudumu apkurei un dzesēšanai formulās (21) un (22) k ir summācijas indekss nevis skaitlisks reizinātājs
- Ventilācijas siltuma zudumu apkurei un dzesēšanai formulās (21) un (22) lieki iekļauts reizinātājs f_t , jo gaisa plūsmas elementa darbības laika daļa $f_{t,k}$ jau ņemta vērā formulā (23¹) aprēķinot gaisa plūsmas elementa vidējo plūsmas līmeni
- 7. pielikuma tabulā norādītā mērvienība ($W \cdot h/K$) attiecas tikai uz C_m , bet lielums A_{gr} nav definēts (domāts aprēķina laukums)

Ēnojuma samazināšanas koeficienta aprēķina formula (37) būtiski vienkāršojama: $F_{\bar{e}n,g} = 1 - g_{\bar{e}n}$ (formāli kļūdas nav)



Problēmas dzesēšanas aprēķinam Latvijā

Dzesēšanas aprēķinam nav fiksēta aprēķinu perioda, kā tas ir apkurei.

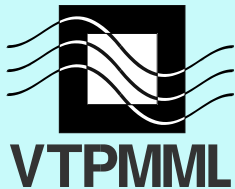
Vienmērīgo metodi aprēķinam var lietot tikai retos gadījumos, jo

- dzesēšanas periodi ir relatīvi īsi (parasti īsāki par 12 stundām diennaktī)
- neizpildās arī nosacījumi, kas ļauj veikt vienkāršoto aprēķinu (apakšpunkts 5.10.1)

Dinamiskā dzesēšanas aprēķina pieeja MK noteikumos Nr. 39 praktiski nav izklāstīta

Tā kā renovējamajās daudzdzīvokļu ēkās dzesēšanas sistēmas parasti netiek uzstādītas, tad minētās problēmas šo jomu neskar.





EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS



EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Ēkas siltuma bilances veidošana energoefektivitātes aprēķinam un pamatnostādnes energoaudita pārskata sagatavošanai

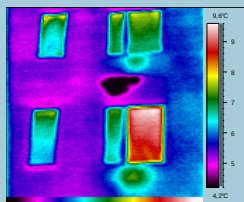
Andris Jakovičs



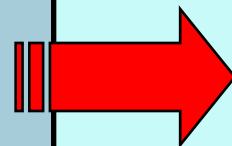
Ēkas siltuma balance apkures sezonā

Siltuma zudumi

$$T_{\text{telpā}} > T_{\text{ārā}}$$

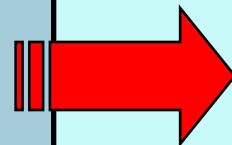


Siltuma vadīšana un starojums caur būvkonstrukcijām, siltuma atdeve no to virsmas



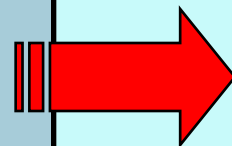
Būvelementu U vērtība,
 $W/(m^2K)$

Konvektīvie (ventilācijas) siltuma zudumi, iekštelpu siltajam gaisam apmainoties ar auksto āra gaisu



Gaisa apmaiņas koeficients
 n , $1/h$

Pārējie siltuma zudumi (siltā ūdens patēriņš, kanalizācija, gaisa mitrums u.c.)

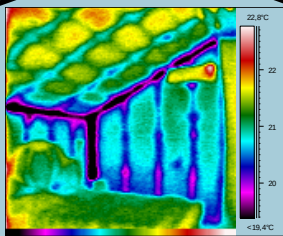


Īpatnējie siltuma zudumi

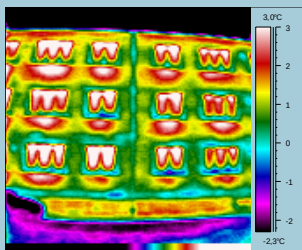


Ēkas siltuma balance apkures sezonā

Siltuma avoti



Pievadītais siltuma daudzums



Iekšējie siltuma avoti
(elektriskās iekārtas,
mākslīgais apgaismojums,
siltā ūdens apgāde, cilvēku
un dzīvnieku siltums u.c.)

Saules radiācija: siltuma
starojums caur caurspīdīgām
virsmām (logi, stiklojumi) un
siltuma absorbcija
necaurspīdīgās virsmās
(ārsienas, jumts)

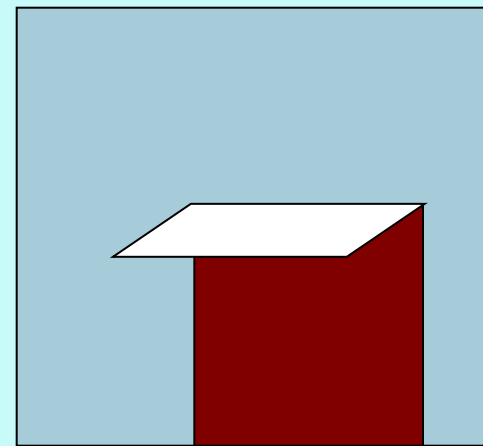


Ēkas siltuma bilance

Papildus faktori

Ēkas siltuma bilanci būtiski ietekmē:

- Temperatūru starpība $T_{\text{telpā}} - T_{\text{ārā}}$
- Tilpuma un norobežojošo konstrukciju laukuma proporcija
- Noēnojums un aizvējš (blakus ēkas, koki u.c.)
- Orientācija attiecībā pret debespusēm
- Iekštelpu temperatūru regulēšana (piem., pazemināšana naktī)
- Ēkas izmantošanas veids (bērnudārzs, dzīvokļi, biroji vai cits) un lietotāju paradumi
- Citi faktori



Ēkas siltuma bilance

Pamatnostādnes

- Ēku sadala vairākos blokos un katru no tiem apskata atsevišķi, ja tajos būtiski atšķiras iekštelpu temperatūra

- Uzdod vidējās iekštelpu temperatūras, kā arī āra gaisa temperatūru (LBN 003-01) apkures sezonā

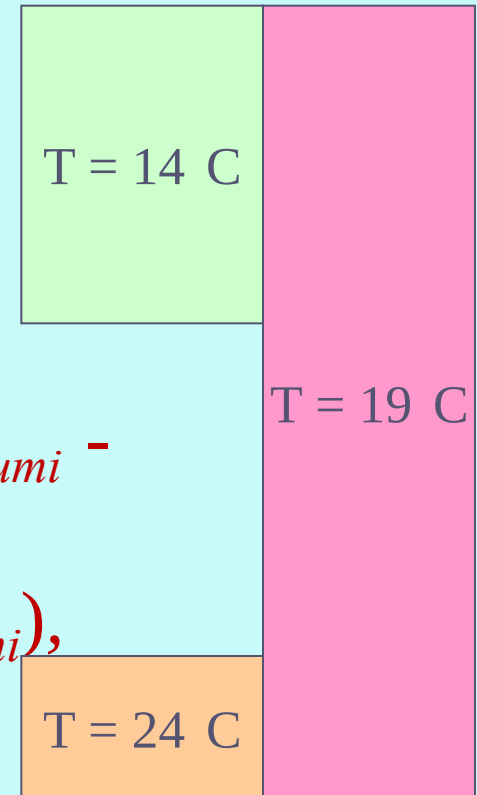
- Apkurei nepieciešamo siltuma daudzumu $Q_{apkures}$ nosaka kā starpību:

$$Q_{apkures} = Q_{pārvades\ zudumi} + Q_{ventilācijas\ zudumi} -$$

$$- \eta_{apk,ieg} (Q_{iekšējie\ ieguvumi} + Q_{solārie\ ieguvumi}),$$

kur $\eta_{apk,ieg} < 1$ - apkures ieguvumu izmantošanas faktors

Piemērs



$T_{\text{āra}} = -0,6 \text{ C}$

Nevar būt korekta prognoze siltuma ietaupījumam pēc renovācijas, ja kāds no šajā vienādībā ietilpstošajiem lielumiem aprēķināts kļūdaini!



Aprēķinu struktūra apkures patēriņa aprēķinam

$Q_{apk,sol}$ (101., 102., 103., 104. punkts MK noteikumos Nr.39)

$Q_{apk,iek}$ (82.punkts MK noteikumos Nr.39)

$$Q_{apk,ieg} = Q_{apk,sol} + Q_{apk,iek}$$

(65.punkts MK noteikumos Nr.39)

$$Q_{apk} = Q_{apk,z} - \eta_{apk,ieg} \cdot Q_{apk,ieg}$$

aprēķina pēc MK noteikumu
114.punkta. Atkarībā no

$\gamma_{apk} = Q_{apk,ieguvumi} / Q_{apk,zudumi}$
vērtības ir atšķirīgas formulas, bet
tajās visās parametrs

$$a_{apk} = a_{apk,0} + \tau_{apk} / \tau_{apk,0}$$

(apkures sezonas gadījumā

$a_{apk,0} = 0.8$ (-) un $\tau_{apk,0} = 30$ (h)), bet
 τ_{apk} nosakāms saskaņā ar MK
noteikumu Nr.39 7.pielikumu,
izvēloties aprēķinu zonai atbilstošu
konstrukcijas klasifikāciju, kā ļoti
viegla/viegla/smaga utt.

$$Q_{apk,z} = Q_{apk,pr} + Q_{apk,ve}$$

$Q_{apk,ve}$ (73. un 75. punkts MK noteikumos Nr.39)

Aprēķina mērķis – noteikt zonas apkures
vajadzību MWh sezonas laikā



EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS



EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

MK noteikumi Nr.272 (no 2011.gada 5. aprīļa)
Noteikumi par darbības programmas "Infrastruktūra un
pakalpojumi" papildinājuma 3.4.4.1.aktivitātes
"Daudzdzīvokļu māju siltumnoturības uzlabošanas
pasākumi" devīto projektu iesniegumu atlases kārtu
3.Pielikums "Ēkas energoaudita pārskats"

Andris Jakovičs
Ilze Dimdiņa



2011.g. MK noteikumos Nr. 272 noteiktā energoaudita pārskata forma

- Satur būtiskos datus, kas nepieciešami atsevišķo audita rezultātu izsekojamības nodrošināšanai;
- Nodrošina siltuma bilances pārbaudes iespēju, jo ietver datus arī par solārajiem un iekšējiem siltuma ieguvumiem un gaisa apmaiņas intensitāti;
- Svarīgi ir vienveidīgi (saskaņā ar izstrādāto metodiku) aizpildīt pārskata 6. un 7. sadaļas;
- Sadaļu 6 un 7 tabulas apstiprinātajā pārskata formā ir nedaudz jāmodificē (piem., nākotnē sasniedzamie rādītāji nevar būt jau izmērīti, u.c.)



2011.g. MK noteikumos Nr. 272 noteiktā energoaudita pārskata forma

- Energoauditu veic sertificēti speciālisti – tāvad **profesionāli** ar izpratni par analizējamajiem procesiem, praktisko pieredzi un atbildību;
- Nedrīkst “mehāniski” aizpildīt pārskatu, vajag visur, kur nepieciešams, pievienot komentārus un norādes par saviem vērtējumiem, lai tie būtu **viennozīmīgi interpretējami** (piem., norādot, kas iekļauts energoefektivitātes rādītājos, norādot, vai pagrabi un bēniņu telpas iekļautas aprēķina platībā un tml.)



2011.g. MK noteikumos Nr. 272 noteiktā energoaudita pārskata forma

- Jāveic ēkas apkures siltuma patēriņa aprēķins ēkai vismaz 4 situācijās:
 - esošajā stāvoklī pie faktiskās (modeļa validēšana) un normatīvās iekštelpu temperatūras;
 - vismaz divos variantos realizējot ieteikto renovācijas pasākumu kompleksu;
- Uz energoaudita pārskatiem attiecināmas visas tās pašas prasības, kas energosertifikācijai (2010.g. MK noteikumi Nr. 504)



Ēkas energoaudita pārskats 2011.g. MK Nr. 272

VII. Ēkas energoefektivitātes rādītāji un izmaiņu prognoze pēc ieteicamo renovācijas pasākumu īstenošanas

Pārskata VI nodaļā norādīto pasākumu numuri:			1.1	1.2
Rādītāji	Mērvienība	Esošā situācija	Sasniedzamie rādītāji pēc priekšlikumu īstenošanas (varianti*)	
1. Izmērītais ēkas energoefektivitātes novērtējums, t.sk.:	kWh/m ² gadā	197,4		
1.1. apkurei (aprēķina temperatūra „esošā situācijā” +18°C)	kWh/m ² gadā	153,3		
1.2. dzesēšanai	kWh/m ² gadā	-		
1.3. karstā ūdens sagatavošanai	kWh/m ² gadā	42,1		
1.4. mehāniskajai ventilācijai	kWh/m ² gadā	2,0		
2. Ēkas norobežojošo konstrukciju siltuma zudumu koeficients H _T	W/K	2119,0	1247,2	922,6
3. Ēkas ventilācijas siltuma zudumu koeficients H _{ve}	W/K	1010,9	855,8	855,8
4. Gaisa apmaiņas intensitāte**	1/h	2,74	2,60	2,60
5. Iekšējie siltuma ieguvumi ēkā	kWh/m ² apkures periodā	76,2	76,2	76,2
6. Saules siltuma ieguvumi ēkā	kWh/m ² apkures periodā	10,3	5,7	5,4
7. Aprēķinātais ēkas energoefektivitātes novērtējums gadā, t.sk.:	kWh/m ² gadā	248,36	153,46	134,83
7.1. apkurei (aprēķina temperatūra pēc renovācijas +20°C)	kWh/m ² gadā	184,26	109,36	90,73
7.2. dzesēšanai	kWh/m ² gadā	-	-	-
7.3. karstā ūdens sagatavošanai	kWh/m ² gadā	42,1	42,1	42,1
7.4. mehāniskajai ventilācijai	kWh/m ² gadā	2,0	2,0	2,0
8. Aprēķinātais oglekļa dioksīda (CO ₂) emisijas novērtējums	kg CO ₂ gadā	73434	49389	43410
9. Cita informācija Aprēķinātais apkures siltuma patēriņš (p. 7.1) ir noteikts pie 20°C iekštelpu temperatūras				



Būtiski aspekti pārskatu sagatavošanā

■ Aprēķinu platības noteikšana:

- patēriņa relatīvie lielumi (kWh/m^2 gadā) dažādām ēkām nav savstarpēji salīdzināmi, ja vienā gadījumā aprēķina platībā iekļauti nekondicionēti pagrabi un/vai bēniņi, bet citā nē;
- ja pagrabi un bēniņi netiek apkurināti un pēc renovācijas izmantoti dzīvošanai, tad tie nav iekļaujami aprēķina platībā;
- abos gadījumos atšķiras ārējās norobežojošās konstrukcijas caur kurām jārēķina siltuma zudumi (piem., bēniņu pārsegums vai jumts) un iekšējie siltuma avoti;
- abos gadījumos atšķirīgi jāievērtē bilancē iekšējie siltuma ieguvumi (piem., saistībā ar slikti izolētām apkures un/vai karstā ūdens caurulēm);
- pagrabos un bēniņos pēc pārsegumu un cauruļvadu siltuma izolācijas būtiski samazināsies siltuma ieguvumi un līdz ar to sagaidāma arī temperatūras samazināšanās;
- aprēķina platība nevar pārsniegt noteiktas robežvērtības, ko nosaka ēkas gabarīti (ārējie izmēri) un stāvu skaits.

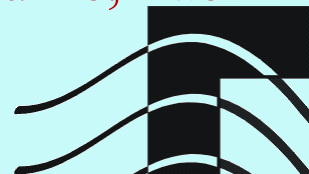


Būtiski aspekti pārskatu sagatavošanā

■ Iekšējo siltuma avotu aprēķins:

- bieži tiek iegūtas nepamatoti mazas iekšējo siltuma ieguvumu vērtības, piem., mazāk par 10 kWh/m^2 gadā (tas aptuveni atbilst 5 100W kvēlspuldzēm, kas 50 m^2 dzīvoklī apkures sezonā deg 5 stundas diennaktī, bet vēl ir TV, datori, veļas mašīnas, citas sadzīves elektroiekārtas, cauruļvadi, boileri, cilvēki un tml.);
- iekšējo siltuma ieguvumu vērtības pirms un pēc renovācijas var būtiski atšķirties – pēc renovācijas parasti samazinās (piem., siltumizolējot cauruļvadus, izmantojot energoekonomiskās spuldzes un tml.);
- pēc renovācijas samazinās arī siltuma ieguvumu izmantošanas faktors $\eta_{apk,ieg}$.

Faktiskais piegādātās enerģijas ietaupījums tādējādi parasti ir mazāks nekā pārvades un gaisa apmaiņas siltuma zudumu samazinājums, kas tiek iegūts renovācijas pasākumu rezultātā.



Būtiski aspekti pārskatu sagatavošanā

■ Gaisa apmaiņas (ventilācijas) siltuma zudumu ietekme:

- renovācijas pasākumu rezultātā gaisa apmaiņas intensitāte n (1/h) ēkā parasti samazinās, jo netiek ierīkota piespiedu ventilācija;
- īpaši nozīmīgs gaisa apmaiņas zudumu samazinājums sagaidāms, ja nomaina logus, durvis un/vai aizstiklo lodžijas;
- ja nelieto piespiedu (mehāniskās) ventilācijas sistēmas, tad pēc renovācijas gaisa apmaiņas intensitāte jāplāno ne mazāka par 0,5;
- n ēkai esošajā stāvoklī ir būtiski atkarīga no tās stāvokļa (hermetizācijas), bieži $n > 1$ 1/h;
- daļā pārskatu, uzdodot piegādātās enerģijas ietaupījumu, ar gaisa apmaiņu saistītās enerģijas patēriņa izmaiņas netiek ņemtas vērā.



Būtiski aspekti pārskatu sagatavošanā

■ Nesamērīgi liela solāro siltuma ieguvumu daļa ēkas siltuma bilanciē:

- solārie siltuma ieguvumi būtiski pieaug līdz ar stikloto virsmu (logu) laukuma pieaugumu, caur pārējām būvkonstrukcijām šie ieguvumi ir relatīvi mazi:

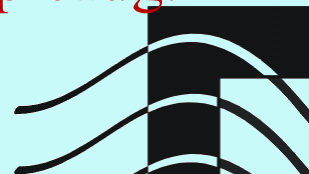
$$Q_{apkures} = Q_{pārvades\ zudumi} + Q_{ventilācijas\ zudumi} -$$

$$- \eta_{apk,ieg} (Q_{iekšējie\ ieguvumi} + Q_{solārie\ ieguvumi});$$

- solāro ieguvumu novērtējumu var izmantot kā vienu no rādītājiem siltuma bilances kontrolei ēkai esošajā stāvoklī. Tipveida dzīvojamajām ēkām:

$$Q_{solārie\ ieguvumi} < 0,2(Q_{pārvades\ zudumi} + Q_{ventilācijas\ zudumi})$$

Pēc renovācijas solāro ieguvumu absolūtā vērtība samazinās (ja nepieaug logu laukums), bet to relatīvā daļa siltuma bilanciē pieaug.



Būtiski aspekti pārskatu sagatavošanā

- Pārskatā apkurei piegādātais enerģijas ietaupījumu jāaprēķina izmantojot ēkas siltuma bilances pie normatīvās temperatūras esošajā un renovētajā stāvoklī
- Vienkārši summējot pārvades un ventilācijas siltuma zudumu samazināšanos renovācijas rezultātā **neiegūst** pēc renovācijas sagaidāmo piegādātās enerģijas ietaupījumu.
- iekļaujot aprēķinu platībās nekondicionētas telpas (piem., pagrabus un bēniņus, vaļējas lodžijas), kā arī neiekļaujot energopatēriņā siltā ūdens sagatavošanu pēc renovācijas tiek iegūtas nereālistiski zemas relatīvā energopatēriņa (kWh/m^2 gadā) vērtības.



Ēkas energoaudita pārskats



Mājas fasādes fotogrāfija

I. Vispārīgā informācija

1. Ēkas identifikācija

1.1. Adrese	<i>Norādīt precīzu PIV norādītās daudzdzīvokļu dzīvojamās mājas adresi. Projekta iesniegumā drīkst iekļaut darbus tikai par vienu dzīvojamo māju.</i>
1.2. Ēkas kadastra numurs	<i>Norāda ēkas kadastra numuru saskaņā ar būves kadastrālās uzmērīšanas lietu.</i>
a. Ēkas daļa (paskaidro, ja novērtējums veikts ēkas daļai)	<i>Ēkas energoefektivitātes aprēķins (novērtējums?) veicams atsevišķai ēkai (ar individuālu ēkas kadastra numuru). Paskaidrojums par „ēkas daļu” nepieciešams, ja divām vai vairāk ēkām ir kopīgas norobežojošās konstrukcijas, kā rezultātā var rasties domstarpības par ēkas robežām.</i>

I. Vispārīgā informācija

2. Ēkas apsaimniekotājs

2.1. Nosaukums	<i>Saskaņā ar Uzņēmumu reģistra datiem (pieejams www.lursoft.lv)</i>
2.2. Reģistrācijas numurs	<i>Saskaņā ar Uzņēmumu reģistra datiem (pieejams www.lursoft.lv)</i>
2.3. Administratīvā adrese	<i>Saskaņā ar Uzņēmumu reģistra datiem (pieejams www.lursoft.lv)</i>
2.4. Kontaktinformācija (tālrunis, e-pasts)	
2.5. Cita informācija	<i>Vēlams norādīt par energoauditoram iesniegto informāciju atbildīgo kontaktpersonu - vārdu, uzvārdu, amatu, kontaktinformāciju (tālrunis, e-pasts)</i>

3. Energoauditors

3.1. Vārds, uzvārds	
3.2. Sertifikāta numurs	<i>Saskaņā ar Energoauditoru reģistra datiem (pieejams www.em.gov.lv)</i>
3.3. Organizācija*	
3.4. Organizācijas reģistrācijas numurs	<i>Saskaņā ar Uzņēmumu reģistra datiem (pieejams www.lursoft.lv)</i>
3.5. Kontaktinformācija (tālrunis, e-pasts, adrese)	<i>Norādīt energoauditora un juridiskās personas kontaktinformāciju</i>

Piezīme. * Fiziska vai juridiska persona, *kuru pārstāv energoauditors (?priekš kam fiziska persona?)*.

4. Ēkas apsekošanas datums	
----------------------------	--

II. Pamatinformācija par ēku

1. Dzīvojamās mājas tipveida projekta numurs vai konstruktīvais risinājums	<i>Saskaņā ar ēkas inventarizācijas lietā vai projektā norādīto informāciju vai apsekojuma rezultāts (tipveida ēku raksturlielumi - sk. Metodika)</i>
2. Eksploatācijā nodošanas gads	<i>Saskaņā ar ēkas inventarizācijas lietu vai ēkas eksploatācijā nodošanas aktu</i>
3. Stāvi	3.1. pagrabs _____ (ir/nav) <i>Ēkas stāvs (vai tās daļa), kas attiecībā pret planēto zemes līmeni ir iedziļināts vairāk nekā par pusi no stāva augstuma</i> 3.2. tipveida stāvi _____ (skaits) <i>Vienādas nozīmes un plānojuma stāvi, daudzdzīvokļu ēkām ieskaitot pirmo stāvu ar atšķirīgu plānojumu ieejas daļā</i> 3.3. tehniskie stāvi _____ (skaits) <i>Paredzēti inženieriekārtu un komunikāciju izvietošanai, kas var atrasties ēkas apakšējā daļā (tehniskā pagrīde), vidējā daļā vai augšējā (tehniskais jumta stāvs, tehniskie bēniņi) daļā</i> 3.4. mansarda stāvs _____ (ir/nav) <i>Starp jumta norobežojošajām konstrukcijām, ārsienām un augšējā stāva pārsegumu (bēniņos) izbūvēts stāvs (telpas ar iekšējo apdari), kuram ir noteikts izmantošanas mērķis</i> 3.5. jumta stāvs _____ (ir/nav) <i>Plakanā jumta līmenī izbūvētas dzīvojamās, publiskās un tehniskās telpas vai palīgtelpas, kurām ir izeja uz jumta terasi vai staigājamu jumtu</i>



II. Pamatinformācija par ēku

4. Dzīvokļi	4.1 skaits	
	kopējā platība (m ²) (bez lodžijām un balkoniem)	<i>Visu dzīvokļu platību summa, bez dzīvokļa ārtelpu (balkonu, lodžiju un terašu) platības, saskaņā ar ēkas inventarizācijas lietu vai projektu</i>
	4.3. telpu augstums (m)	
	4.4. aprēķina temperatūra (°C)	<i>Faktiskā iekštelpu temperatūra novērtēšanas periodā, var būt atšķirīga katrā novērtēšanas periodā. Programmā aprēķins dokumentā „a”.</i>
	4.5. aprēķina platība (m ²)	<i>Visu kondicionēto telpu platības t.sk., nekondicionēto telpu platības, ja tās sasaistītas ar kondicionētām telpām un tajās tiek uzturēts iekšējais mikroklimats (piemēram, iekšējās halles, gaiteni, koridori, kāpņu telpas). Aprēķina platība apkures un dzesēšanas sezonai var būt noteikta atsevišķi. (4.5. ≤ 4.2.)</i>
	4.6. cita informācija	
5. Kāpņu telpas	5.1. skaits	
	5.2. platība (m ²)	<i>Visu kāpņu telpu platību summa, saskaņā ar ēkas inventarizācijas lietu vai projektu</i>
	5.3. aprēķina platība (m ²)	<i>Sk. 4.5. (5.3. ≤ 5.2.)</i>
	5.4. telpu augstums (m)	
	5.5. aprēķina temperatūra (°C)	<i>Sk. 4.4.</i>
	5.6. cita informācija	

II. Pamatinformācija par ēku

6. Pagrabs, bēniņi, jumta stāvs, mansarda stāvs	6.1. telpas nosaukums			
	6.2. platība (m ²)			
	6.3. telpu augstums (m)			
	6.4. aprēķina temperatūra (°C)	Sk. 4.4.	Sk. 4.4.	Sk. 4.4.
	6.5. aprēķina platība (m ²) <i>Aprēķina platībā neiekļauj telpas, kurās nav paredzēts uzturēt iekšējo telpu temperatūru (piemēram, neapkurināmus pagrabus, bēniņus, garāžas). Aprēķina platība apkures un dzesēšanas sezonai var būt noteikta atsevišķi.</i>	<i>(6.5. ≤ 6.2. vai vienāda ar "0", ja aplūkotās telpas nav iekļaujamās aprēķina platībā)</i>	<i>(6.5. ≤ 6.2. vai vienāda ar "0", ja aplūkotās telpas nav iekļaujamās aprēķina platībā)</i>	<i>(6.5. ≤ 6.2. vai vienāda ar "0", ja aplūkotās telpas nav iekļaujamās aprēķina platībā)</i>
	6.6. cita informācija			
7. Citas telpas	7.1. telpas nosaukums			
	7.2. platība (m ²)			
	7.3. telpu augstums (m)			
	7.4. aprēķina temperatūra (°C)	Sk. 4.4.	Sk. 4.4.	Sk. 4.4.
	7.5. aprēķina platība (m ²)	Sk. 4.5., 6.5. <i>(7.5. ≤ 7.2. vai vienāda ar "0", ja aplūkotās telpas nav iekļaujamās aprēķina platībā)</i>	Sk. 4.5., 6.5. <i>(7.5. ≤ 7.2. vai vienāda ar "0", ja aplūkotās telpas nav iekļaujamās aprēķina platībā)</i>	Sk. 4.5., 6.5. <i>(7.5. ≤ 7.2. vai vienāda ar "0", ja aplūkotās telpas nav iekļaujamās aprēķina platībā)</i>
	7.6. cita informācija			

II. Pamatinformācija par ēku

8. Kopējā aprēķina platība (m ²)	<i>Visu aprēķina platību summa (4.5.+5.3.+6.5.+7.5. ≤ dzīvojamā nama kopējā platība)</i>	
9. Ēkas ārējie izmēri	garums (m)	
(ja ēkai ir neregulāra forma, pielikumā pievieno skici) <i>Pievienot skici vai foto arī gadījumā, ja divām vai vairāk ēkām ir kopīgas norobežojošās konstrukcijas, kā rezultātā var rasties domstarpības par ēkas robežām</i>	platums (m)	
	augstums (m)	
10. Iepriekš veiktie energoefektivitātes pasākumi	<i>Norāda energoefektivitātes pasākumus, kas ēkā jau ir veikti, vēlams norādot arī gadu</i>	
11. Cita informācija		

12. Ēkas apsekošanas fotodokumentācija vai termogrammas (*termogrāfija veicama atbilstoši LVS EN 13187 standarta prasībām*) – pielikumā uz _____ lapām.



III. Ēkas norobežojošās konstrukcijas

1. Informācija par katru ārējo norobežojošo konstrukciju veidu, kas aptver kopējā aprēķina platībā iekļautās apkurināmās telpas

Nr. p.k.	Norobežojošā konstrukcija	Materiāls(-i)	Biezums	Laukums	Būvelementa siltuma caurlaidības koeficients (U)	Ar būvkonstrukciju saistīto termisko tiltu siltuma caurlaidības koeficients (ψ)	Termiskā tilta garums	Temperatūru starpība starp būvkonstrukcijas siltajām un aukstajām pusēm	Konstrukcijas siltuma zudumu koeficients
			mm	m ²	W/(m ² K)	W/(m K)	m	°C	W/K
1.	<i>Ņemot vērā aprēķina modelī izvēlētajam ēkas sadalījumam zonās. Atsevišķi norādāmas norobežojošās konstrukcijas ar veiktiem uzlabojumiem, piem., siltināta gala ārsiena, nomainīti logi.</i>			<i>Norobežoj ošās konstrukci jas platību nosaka pēc būvelementa ārējiem izmēriem</i>	<i>Koeficients (U) var būt noteikts, ņemot vērā būvelementa konstruktīvo slāņu neviendabību, lineāros un punktveida termiskos tiltus</i>	<i>Nav jāaizpilda, ja koeficients (ψ) ņemts vērā, nosakot koeficienta (U) vērtību</i>	<i>Nav jāaizpilda, ja koeficients (ψ) ņemts vērā, nosakot koeficienta (U) vērtību</i>	<i>Ņemot vērā aprēķina modelī izvēlētajam ēkas sadalījumam zonās</i>	<i>Koeficients ietver būvelementa konstruktīvo slāņu neviendabību, lineāros un punktveida termiskos tiltus</i>
2.									
3.									
...									
2. Ēkas norobežojošo konstrukciju siltuma zudumu koeficients H_T								2.1. faktiskais	
								2.2. normatīvais*	

Piezīme. * Aprēķināts saskaņā ar Ministru kabineta 2001.gada 27.novembra noteikumiem Nr.495 "Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 002-01 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika". *Pirms ēkas renovācijas raksturīgi: 2.1.faktiskais > 2.2.normatīvais!*



IV. Ēkas tehniskās sistēmas un enerģijas sadalījums

1. Ventilācijas sistēmas telpās, kuras iekļautas kopējā aprēķina platībā

1.1. Telpas ar dabisko ventilāciju	1.1.1. aprēķina laukums _____ m ² 1.1.2. tilpums _____ m ³ aprēķinā izmantotā gaisa apmaiņas intensitāte, iekļaujot infiltrāciju, _____ (1/h)
1.2. Telpas ar mehānisko ventilāciju	1.2.1. aprēķina laukums _____ m ² 1.2.2. tilpums _____ m ³ 1.2.3. aprēķinātā izmantotā gaisa apmaiņas intensitāte _____ (1/h) <i>(laika periodā, kad darbojas mehāniskā ventilācija)</i> 1.2.4. aprēķinātā izmantotā infiltrācija _____ (1/h) <i>(jānorāda laika periodā, kad mehāniskā ventilācija nedarbojas; nav jānorāda, ja mehāniskā ventilācija darbojas visu laiku un tās ietekme uz telpu ventilāciju ir būtiski lielāka par dabisko ventilāciju, infiltrāciju ieskaitot)</i>
1.3. Ēkas ventilācijas siltuma zudumu koeficients H_{ve}	_____ (W/K) esošais
1.4. Cita informācija	<i>Norādes par dzīvokļos uzstādītām individuālajām sadzīves ventilācijas iekārtām, ēkas ventilācijas sistēmas darbību kopumā</i>



IV. Ēkas tehniskās sistēmas un enerģijas sadalījums

2. Enerģijas patēriņa sadalījums apkurei, dzesēšanai un karstā ūdens sagatavošanai (pamatojoties uz izmēritajiem datiem)

Enerģijas patēriņa sadalījums	Vidējais (MWh gadā)	Īpatnējais (kWh/m ² gadā)	Vidējais koriģētais* (MWh gadā)	Īpatnējais koriģētais (kWh/m ² gadā)
2.1. Apkurei				
2.2. Dzesēšanai				
2.3. Karstā ūdens sagatavošanai				
2.4. Mehāniskajai ventilācijai				
2.5. Kopā	2.5.=2.1.koriģētais + 2.2.+2.3.+2.4.	2.5.=2.1.koriģētais + 2.2.+2.3.+2.4.		
Paskaidrojumi par enerģijas patēriņa sadalījumu sistēmām ar kopīgu skaitītāju		Paskaidrot aprēķinu metodi, ja tabulas 2.1., 2.2., 2.3., 2.4. norādītie enerģijas patēriņa dati iegūti, sadalot ēkas kopējo izmērīto enerģijas patēriņu starp minētajām sistēmām, piemēram, viens kopīgs siltumenerģijas skaitītājs ēkas apkures un karstā ūdens sagatavošanas sistēmai.		

Piezīme. * Aprēķināts, ņemot vērā normatīvos ārējos klimatiskos apstākļus (tikai apkurei).

„Vidējais (MWh gadā)” un „Īpatnējais (kWh/m² gadā)” – dati pēc izmērītā faktiskā enerģijas patēriņa, **bez** korekcijas dēļ laikapstākļiem, **bez** korekcijas uz normatīvo vai komforta iekštelpu temperatūru.

„Vidējais koriģētais (MWh gadā)” un „Īpatnējais koriģētais (kWh/m² gadā)” – tikai apkurei, dati pēc izmērītā faktiskā enerģijas patēriņa korekcijas dēļ laikapstākļiem, **bez** korekcijas uz normatīvo vai komforta iekštelpu temperatūru. Aprēķinu programmā tiek aprēķināti koriģētie dati automātiski, neatkarīgi no ievadīto izmērīto enerģijas patēriņa datu gadu skaita. Svarīgi norādīt, saskaņā ar kādas apdzīvotas vietas normatīviem datiem vai citiem vidējiem datiem veikts koriģētais aprēķins dēļ laikapstākļiem.

IV. Ēkas tehniskās sistēmas un enerģijas sadalījums

3. Aprēķinātie siltuma ieguvumi ēkā apkures periodā

Enerģijas ieguvumu sadalījums	Kopējais (MWh gadā)	Īpatnējais (kWh/m ² gadā)
3.1. Iekšējie siltuma ieguvumi		
3.2. Saules siltuma ieguvumi <i>Tikai saules siltuma ieguvumus, kurus var iegūt tieši (piemēram, caur logiem) vai netieši (piemēram, ar absorbciju caur ēkas elementiem)</i>		
3.3. Ieguvumu izmantošanas koeficients		
3.4. Cita informācija		

4. Siltuma piegāde/ražošana

4.1. Siltumenerģijas piegādes sistēma		centralizēta siltumapgāde
		lokāla siltumapgāde
4.2. Lokālās siltumapgādes apkures katls	4.2.1. apkures katla pārbaudes akts* pielikumā	(ir/nav)
	4.2.2. pārbaudes akta datums	
4.3. Cita informācija	<i>Norādīt kurināmo</i>	

Piezīme. * Saskaņā ar Ministru kabineta 2010.gada 8.jūnija noteikumu Nr.504 "Noteikumi par ēku energosertifikāciju" 4.pielikumu. *Saskaņā ar Saeimas pieņemto 2008.gada 13.marta Ēku energoefektivitātes likuma 17.pantu: „Ja ēkas apkures katla nominālā jauda ir lielāka par 20 kilovatiem vai apkures sistēma ir vecāka par 15 gadiem, energoauditors novērtē apkures katlu kopā ar apkures sistēmu, sniedz atzinumu par apkures katla efektivitāti n dod ieteikumus par tā nomaiņu vai citām iespējamām attiecīgās ēkas apkures sistēmas izmaiņām un alternatīviem risinājumiem, lai samazinātu enerģijas patēriņu un oglekļa dioksīda izmešu daudzumu.”*



IV. Ēkas tehniskās sistēmas un enerģijas sadalījums

5. Siltuma sadale – apkures sistēma

5.1. Apkures sistēma		vienas caurules
		divu cauruļu
5.2. Siltummezgla tips		atkarīgā pieslēguma shēma
		neatkarīgā pieslēguma shēma
5.3. Siltumenerģijas piegādes kontrole un uzskaitē dzīvokļos	(ir/nav)	
5.4. Cauruļu izolācijas tehniskais stāvoklis		
5.5. Siltuma regulēšana ēkā (t.sk. individuāli)		
5.6. Cita informācija		

6. Karstā ūdens sadales sistēma

6.1. Karstā ūdens piegādes vidējā temperatūra (°C)		
6.2. Aukstā ūdens ieplūdes temperatūra (°C)		
6.3. Karstā ūdens sagatavošana		sagatavošana siltummezglā
		centralizēta apgāde
		individuālā
6.4. Karstā ūdens sadales sistēmas tips		bez cirkulācijas
		ar cirkulāciju
6.5. Cauruļu izolācijas tehniskais stāvoklis		
6.6. Cita informācija		



IV. Ēkas tehniskās sistēmas un enerģijas sadalījums

7. Dzesēšana

7.1. Dzesēšanas sistēmas pārbaudes akts* pielikumā	(ir/nav)
7.2. Pārbaudes akta datums	
7.3. Cita informācija	

Piezīme. Saskaņā ar Ministru kabineta 2010.gada 8.jūnija noteikumu Nr.504 "Noteikumi par ēku energosertifikāciju" 5.pielikumu. *Gaisa kondicionēšanas sistēmām, kuru nominālā jauda ir lielāka par 12 kilovatiem.*



V. Enerģijas patēriņš un uzskaite

1. Enerģijas patēriņa dati

(ja pieejama informācija, pārskatā iekļauj datus par pēdējiem pilniem pieciem gadiem vai sezonām)

Norādīt izmērītos enerģijas patēriņa datus!

1.1. Siltumenerģijas patēriņš telpu apkurei <i>Norādīt iekavās pie kalendārā gada vidējo āra gaisa un faktisko vai uzstādīto iekštelpu gaisa temperatūru apkures sezonā, ja dati nav pievienoti pielikumā vai ir norādīti Programmā</i>	Kalendāra gads	Patēriņš (MWh)
1.2. Siltumenerģijas patēriņš karstā ūdens sagatavošanai	Kalendāra gads	Patēriņš (MWh)



V. Enerģijas patēriņš un uzskaitē

1.3. Enerģijas patēriņš telpu dzesēšanai, kas nepieciešams kondicionēšanas sistēmas iekārtu darbināšanai <i>Norādīt kondicionēšanas sistēmas iekārtu darbināšanai patērēto enerģiju (saražotais „aukstums” šeit nav jānorāda)</i>	Kalendāra gads	Patēriņš (MWh)
1.4. Enerģijas patēriņš telpu ventilācijai, kas nepieciešams mehāniskās ventilācijas sistēmas iekārtu darbināšanai <i>Norādīt mehāniskās ventilācijas sistēmas iekārtu darbināšanai patērēto enerģiju (ventilācijas gaisa sagatavošanai patērētā enerģija šeit nav jānorāda, apkures periodā patērētā siltumenerģija pieplūdes gaisa uzsildīšanai ir iekļauta ailē „1.1. Siltumenerģijas patēriņš telpu apkurei”)</i>	Kalendāra gads	Patēriņš (MWh)
1.5. Cita informācija	<i>Paskaidrot aprēķinu metodi, ja norādītie enerģijas patēriņa dati iegūti, sadalot ēkas kopējo izmērīto enerģijas patēriņu starp minētajām sistēmām, piemēram, viens kopīgs siltumenerģijas skaitītājs ēkas apkures un karstā ūdens sagatavošanas sistēmai.</i>	



V. Enerģijas patēriņš un uzskaitē

2. Enerģijas uzskaitē

2.1. Siltumenerģijas skaitītājs apkurei		ir, uzstādīšanas datums:
		nav
		kopā ar karstā ūdens siltuma patēriņu
2.2. Siltumenerģijas skaitītājs karstajam ūdenim		ir, uzstādīšanas datums:
		nav
2.3. Karstā ūdens kopējā patēriņa skaitītājs		ir, uzstādīšanas datums:
		nav
2.4. Cita informācija		



VI. Ēkas renovācijas priekšlikumi

Nr. p.k.	Pasākums un tā apraksts	Sasniedzamais rādītājs un mērvienība*	Piegādātās enerģijas ietaupījums (no esošā aprēķinātā ēkas energoefektivitātes novērtējuma) <i>Šeit norādīt 1.punktā definēto tikai komplekso pasākumu rezultējošo sasniegumu</i>			Pasākuma īstenošanas rezultātā iegūtais finansiālais ietaupījums
			MWh gadā	kWh/m ² gadā	%	Ls/m ² gadā
1. Priekšlikumi ēkas ārējo norobežojošo konstrukciju uzlabošanai <i>Norādīt priekšlikumus ēku ārējo norobežojošo konstrukciju būvelementu siltināšanai un nomaiņai (tai skaitā atsevišķu dzīvokļu īpašumu robežās esošo ārsienu logu atjaunošana un nomaiņa); pagraba un augšējā stāva pārseguma siltināšanai. Katrs priekšlikums var saturēt vairāku atšķirīgu pasākumu komplektu. Priekšlikumi savā starpā var būt vienādi pēc veicamajiem pasākumiem, bet ar atšķirīgiem sasniežamajiem rādītājiem.</i>						<i>Pievienot izvērstu finanšu aprēķinu</i>
1.1.						
1.2.						
1.3.						
...						
...						
...						

Piezīme. * Būvelementa siltuma caurlaidības koeficients U (W/(m²×K)), ar būvkonstrukciju saistīto termisko tiltu siltuma caurlaidības koeficients ψ (W/(m×K)).

VI. Ēkas renovācijas priekšlikumi

Nr. p.k.	Pasākums un tā apraksts	Sasniedzamais rādītājs un mērvienība*	Piegādātās enerģijas ietaupījums (no esošā aprēķinātā ēkas energoefektivitātes novērtējuma) <i>Šeit norādīt 1.punktā definēto tikai komplekso pasākumu rezultējošo sasniegumu</i>			Pasākuma īstenošanas rezultātā iegūtais finansiālais ietaupījums
			MWh gadā	kWh/m ² gadā	%	Ls/m ² gadā
2. Priekšlikumi ēkas tehnisko sistēmu uzlabošanai <i>Norādīt priekšlikumus, kas skar ēkas siltumapgādes un karstā ūdens sadales sistēmas renovāciju vai rekonstrukciju, ventilācijas sistēmas izveidi, renovāciju vai rekonstrukciju, tai skaitā pasākumus, kas nodrošina individuālas telpu mikroklimata uzturēšanas iespējas un enerģijas patēriņa uzskaiti.</i> <i>Ja pēc pasākumiem, kuru mērķis ir nodrošināt optimālu un veselīgu iekštelpu mikroklimatu, sagaidāms enerģijas patēriņa palielinājums, uzrādīt ietaupījumu, lietojot " " zīmi (piemēram, ēkā uzstādītās apkures temperatūras palielināšana no +16 līdz +18 °C; ventilācijas sistēmas modernizācija, palielinot gaisa apmaiņas intensitāti (1/h)).</i>						<i>Pievienot izvērstu finanšu aprēķinu</i>
..						
..						
..						

Piezīme. * Būvelementa siltuma caurlaidības koeficients U ($W/(m^2 \times K)$), ar būvkonstrukciju saistīto termisko tiltu siltuma caurlaidības koeficients ψ ($W/(m \times K)$).

VI. Ēkas renovācijas priekšlikumi

Nr. p.k.	Pasākums un tā apraksts	Sasniedzamais rādītājs un mērvienība*	Piegādātās enerģijas ietaupījums (no esošā aprēķinātā ēkas energoefektivitātes novērtējuma) <i>Šeit norādīt 1.punktā definēto tikai komplekso pasākumu rezultējošo sasniegumu</i>			Pasākuma īstenošanas rezultātā iegūtais finansiālais ietaupījums
			MWh gadā	kWh/m ² gadā	%	
3. Citi ēkas energoefektivitātes pasākumu priekšlikumi <i>Norādīt pasākumus, kas veicami ēkas apsaimniekošanas ietvaros vai individuāli dzīvokļos, piemēram:</i> <i>1) siltuma padeves regulēšana atkarībā no āra temperatūras un diennakts laika;</i> <i>2) termostatu un individuālā siltumenerģijas patēriņa uzskaites iekārtu uzstādīšana uz sildķermeņiem, viencauruļu apkures sistēmas gadījumā aprīkojot sildķermeni ar apvadcauruli (ja nav iekļauts 2.punktā);</i> <i>3) lodžiju vai balkonu aizstiklošana, saskaņā ar vienotu saskaņotu arhitektonisko risinājumu (ja nav iekļauts 1.punktā);</i> <i>4) dzīvokļu ieejas durvju no kāpņu telpas blīvēšana vai otro durvju ierīkošana;</i> <i>5) kāpņu telpu logu stiklojuma atjaunošana vai nomaina no 1-stikla uz 2-stiklu risinājumu (ja nav iekļauts 1.punktā);</i>						<i>Pievienot izvērstu finanšu aprēķinu</i>
<i>6) atstarojošas siltumizolācijas uzstādīšana uz sienas iekšējās virsmas aiz sildķermeņiem;</i> <i>7) ventilācijas sistēmas ekspluatācijas apkope (nosūces šahtu tīrīšana, ja nav iekļauts 2.punktā);</i> <i>8) apkures sistēmas ekspluatācijas apkope (sistēmas skalošana un balansēšana, cauruļu siltumizolācijas nomaina, ja nav iekļauts 2.punktā);</i> <i>9) individuālas aukstā un karstā ūdens uzskaites nodrošināšana;</i> <i>10) karstā ūdens cauruļvadu izolācija (ja nav iekļauts 2.punktā);</i> <i>11) bēniņu un pagrabu telpu logu, lūku u.c. atvērumu izolēšana vai vēdināšanas restes uzstādīšana;</i> <i>12) u.c.</i> <i>Minētie pasākumi, atkarībā no sākotnējā ēkas un atsevišķā dzīvokļa tehniskā stāvokļa, var nodrošināt enerģijas patēriņa ietaupījumu robežās līdz 10%, kā prioritāro nodrošinot iekštelpu mikroklimata normalizēšanu vai uzlabošanu arī bez enerģijas patēriņa ietaupījuma.</i>						

Piezīme. * Būvelementa siltuma caurlaidības koeficients U ($W/(m^2 \times K)$), ar būvkonstrukciju saistīto termisko tiltu siltuma caurlaidības koeficients ψ ($W/(m \times K)$).



**VII. Ēkas energoefektivitātes rādītāji un izmaiņu prognoze
pēc ieteicamo renovācijas pasākumu īstenošanas**

Pārskata VI nodaļā norādīto pasākumu numuri:				
Rādītāji	Mērvienība	Esošā situācija	Sasniedzamie rādītāji pēc priekšlikumu īstenošanas (varianti*)	
1. Izmērītais ēkas energoefektivitātes novērtējums, t.sk.:	kWh/m ² gadā	Sk. IV. nodaļa, 2.5.		
1.1. apkurei (<i>koriģēts dēļ laikapstākļiem, bez korekcijas uz iekštelpu normatīvo vai komforta temperatūru</i>)	kWh/m ² gadā	Sk. IV. nodaļa, 2.1. koriģētais		
1.2. dzesēšanai	kWh/m ² gadā	Sk. IV. nodaļa, 2.2.		
1.3. karstā ūdens sagatavošanai	kWh/m ² gadā	Sk. IV. nodaļa, 2.3.		
1.4. mehāniskajai ventilācijai	kWh/m ² gadā	Sk. IV. nodaļa, 2.4.		
2. Ēkas norobežojošo konstrukciju siltuma zudumu koeficients H_T	W/K			
3. Ēkas ventilācijas siltuma zudumu koeficients H_{ve}	W/K			
4. Gaisa apmaiņas intensitāte**	1/h			
5. Iekšējie siltuma ieguvumi ēkā	kWh/m ² apkures periodā			
6. Saules siltuma ieguvumi ēkā	kWh/m ² apkures periodā			

Piezīmes.

* Norāda vismaz vienu sasniedzamo variantu.

** Ja norādītais gaisa apmaiņas intensitātes rādītājs ir mazāks par 0,5, sasniedzamo parametru vērtējumā tiks izmantota vērtība 0,5.

*** Aprēķina modeļa validācija veicama pie sākotnējās – II nodaļā norādītās aprēķina temperatūras.



**VII. Ēkas energoefektivitātes rādītāji un izmaiņu prognoze
pēc ieteicamo renovācijas pasākumu īstenošanas**

Pārskata VI nodaļā norādīto pasākumu numuri:				
Rādītāji	Mērvienība	Esošā situācija	Sasniedzamie rādītāji pēc priekšlikumu īstenošanas (varianti*)	
7. Aprēķinātais ēkas energoefektivitātes novērtējums gadā, t.sk.:	kWh/m ² gadā			
7.1. apkurei <i>(norādīt normatīvo vai citu temperatūru, t.i., kādu plānots uzturēt ēkā pēc renovācijas pasākumu īstenošanas***)</i>	kWh/m ² gadā	<i>Esošā situācija, koriģēta uz iekštelpu normatīvo vai komforta temperatūru</i>	<i>Situācija pēc pirmā priekšlikuma īstenošanas pie koriģētās iekštelpu normatīvās vai komforta temperatūras</i>	<i>Situācija pēc otrā priekšlikuma īstenošanas pie koriģētās iekštelpu normatīvās vai komforta temperatūras</i>
7.2. dzesēšanai	kWh/m ² gadā			
7.3. karstā ūdens sagatavošanai	kWh/m ² gadā			
7.4. mehāniskajai ventilācijai	kWh/m ² gadā			
8. Aprēķinātais oglekļa dioksīda (CO ₂) emisijas novērtējums	kg CO ₂ gadā			
9. Cita informācija				

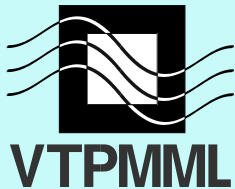
Piezīmes.

* Norāda vismaz vienu sasniedzamo variantu.

** Ja norādītais gaisa apmaiņas intensitātes rādītājs ir mazāks par 0,5, sasniedzamo parametru vērtējumā tiks izmantota vērtība 0,5.

*** *Aprēķina modeļa validācija veicama pie sākotnējās – II nodaļā norādītās aprēķina temperatūras.*





EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS



EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Energoefektivitātes aprēķinu programmas *EfA2* papildinājumi un papildus aprēķinu iespējas

Andris Jakovičs
Staņislavs Gendelis



EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Proj.*

- Normatīvo klimata datu vietā iespējams izmantot arī citus datus (normatīvā āra gaisa vidējā temperatūra apkures periodā un normatīvais apkures dienu skaits).

Vai izmantot LBN 003-01 normatīvos klimata datus?

Tuvākā apdzīvota vieta	Rīga
Ārgaisa vidējā temperatūra apkures periodā (°C)	0.0
Normatīvais apkures dienu skaits Dn _{apr}	203

Jēkabpils
-0.3
202



EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Izm.*

- Ja nav zināms enerģijas patēriņš kWh, iespējams to izrēķināt, uzdodot energonesēja veidu, daudzumu, (siltumspēju) un iekārtas lietderības koeficientu.

Energonesēja daudzuma pārrēķins uz atbilstošām enerģijas mērvienībām (Wh)

Vai ir zināma energonesēja siltumspēja?	nē
Izmantotā energonesēja veids	koksne
Norādītajam energonesējam atbilstošā siltumspēja (Wh/kg, Wh/m ³)	15
Aprēķinā izmantojamā siltumspēja (Wh/kg, Wh/m ³)	4250
Energonesēja daudzums (kg, m ³)	1 500
Iekārtas lietderības koeficients (%)	90%
Norādītajam energonesēja daudzumam atbilstošais enerģijas patēriņš (Wh)	5 737 500



EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Zonas*

- Konstrukcijas klasifikācijas uzdošanas vietā – konstrukciju materiāla izvēle

Galvenais konstrukciju materiāls	Gāzbetons, dobtais keramikas ķieģelis, keramzītbetons, skaidbetons
Konstrukciju klasifikācija	vidēja

- Vidējais zonas augstums tiek izrēķināts no zonas tilpuma, nevis otrādi

Zonas aprēķina platība $A_{apr,1}$ (m ²)	2014
Zonas telpu vidējais augstums (m)	2.60
Zonas tilpums V_1 (m ³)	5240.00

- Vidējās temperatūras noteikšanai zonas telpām ar atšķirīgām temperatūrām ir izveidots kalkulators

	grīdas laukums, m ²	temperatūra, °C
1. telpu grupa	56	18
2. telpu grupa	890	19
3. telpu grupa	20	23
Vidējais lielums visām telpu grupām		19.02

EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Pārve*

- Pievienots saraksts ar raksturīgām lineāro termisko tiltu vērtībām saskaņā ar LVS EN ISO 14683.

Savienojuma veids	Siltuma caurlaidības koeficients ψ , W/(m·K)
Ārsienai caurejošas balkona konstrukcijas	0,7 ... 0,95
Ārsienas un jumta salaidumam (salaidums ir siltināts)	
Ārsienai caurejošas balkona konstrukcijas	
Ārsienu ārējie stūri	
Ārsienu iekšējie stūri	
Starpstāvu pārsegumi (siltinājuma slānis nav vai pārtraukts)	

- Normatīvais siltuma zudumu koeficients H_{TR} tagad tiek aprēķināts pēc pilnās formulas. Tāpēc ir ieviests papildus parametrs – ārsienas masa:

Ārsienas masa
< 100 kg/m ²
< 100 kg/m ²
< 100 kg/m ²
>= 100 kg/m ²
< 100 kg/m ²

EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Vent.*

- Ir iespējams ņemt vērā gan dabisko, gan mehānisko ventilāciju, ievērojot katras no tām darbības laiku un raksturojīgo gaisa apmaiņas koeficientu

	Dabiskā ventilācija (ieskaitot infiltrāciju)	Mehāniskā (piespiedu) ventilācija	Kopējie ventilācijas sistēmas rādītāji
Gaisa apmaiņas koeficients n_d (1/h)	0.5	0.9	0.58
Gaisa plūsmas likme (norma) kondicionētajās platībās $q_{ve,k,d}$ (m ³ /h)	0	0	
Gaisa plūsmas piegādes temperatūra apkures periodā $T_{2, pieg,d}$ (°C)	0	10	
Gaisa plūsmas piegādes temperatūra dzesēšanas periodā $T_{2, pieg,d}$ (°C)			
Darbības laika daļa aprēķina periodā $f_{t,d}$ (-)	0.80	0.20	



EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Avotī*:

- Nosakot iekšējos siltuma ieguvumus, pievienota iespēja tuvināti noteikt siltuma plūsmas no:
 - Apgaismojuma
 - Karstā ūdens sistēmas
 - Apkures/karstā ūdens caurulēm

Siltuma plūsmas no apgaismojuma tuvināta noteikšana:	Uzstādītā apgaismojuma jauda (W)	Siltuma enerģijas koeficients (-)	Darības laiks diennaktī (h)	Siltuma plūsma $\Phi_{\text{iek,apg}}$ (W)
	4 000	0.9	2	300
Siltuma plūsmas no karstā ūdens sistēmas (izņemot karstā ūdens cirkulāciju) noteikšana:	Diennaktī izlietojamais ūdens daudzums, litri	Ūdens temperatūra, °C	Telpas gaisa temperatūra, °C	Siltuma plūsma $\Phi_{\text{iek,d,da}}$ (W)
	1 200	55	20	173.80
Siltuma plūsmas noteikšana no caurulēm:	Caurules tips	Caurules ārējais diametrs, mm	Ūdens temperatūra, °C	Siltuma plūsma, W/m
	siltināta	21	50	6



EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Saule* (1):

- Sagrupēti kolonnu virsraksti, samazināts rindu skaits
- Ir pieejami dati par solāro starojumu atbilstoši Rīgai (arī pa mēnešiem) no ģeogrāfiskās IS

	Ziemeļi	Dienvidi	Rietumi	Austrumi	horizontālā virsma	
Apkures periodā saņemtais saules starojums pa debess pusēm, W/m^2 :						
Dzesēšanas periodā saņemtais saules starojums pa debess pusēm, W/m^2 :						
Saules starojuma dati, W/m^2 :	11.5	59.7	30.4	29.8	43.8	apkures sezonā (1.X-15.IV) apkures sezonā (1.X-15.IV) gada laikā janvārī februārī martā aprīlī maijā

EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Saule* (2):

- Ieveidota tabula ar raksturīgajiem absorbcijas koeficientiem

Dažu materiālu absorbcijas koeficienti	
Virsmas materiāls (krāsa)	Koeficients $a_{s,c}$ (-)
Cements/betons (pelēks)	0.75
Sarkanā/brūnā keramika (sarkankoks)	
Pelēka/balta keramika (pelēks)	
Cements/betons (pelēks)	
Filcs (melns)	
Balts kaļķa apmetums (balts)	
Gaiša nokrāsas pārklājums (zaļpelēks)	
Ģipškartons (dzeltenpelēks)	
Mauriņš/zāle (zaļš)	

- Tabulas beigās ir apkopoti rezultāti par ievadītajiem datiem, kas atvieglo ievadinformācijas kontroli

Ēka skopējie saules siltuma ieguvumi $\Phi_{sol,k}$ (W)	apkures	dzesēšanas
	periodā	periodā
Ziemeļu fasāde	18.19	0.00
Dienvidu fasāde	146.21	0.00
Rietumu fasāde	40.97	0.00
Austrumu fasāde	40.16	0.00
Horizontālās virsmas	0.00	0.00

EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Aprēķins*

- Rezultāti par visām 3 zonām ir izvietoti blakus (horizontāli), kas atvieglo to analīzi

	1. aprēķinu zona	2. aprēķinu zona	3. aprēķinu zona
Bezdimensionāls skaitliskais parametrs $\beta_{k,z}$ (kg _a)	0.8	0.8	0.8
Norādīts laika konstante $t_{k,z}$ (kg _a)	30	30	30
Kopējais siltuma zudumu koeficients H_k (W/K)	0	1781.6	0
Konkrēts iekšējais siltuma ietilpība $C_{k,z}$ (W/K)	0	7451.8	0
Ēsai veidošanas laika konstante $t_{k,z}$ (kg _a)	4.18		
Skaitliskais parametrs $\beta_{k,z}$ (kg _a) atbilstoši laika konstantei $t_{k,z}$ (kg _a)	0.94		
Apkurei uzstādītā iekšējā temperatūra $T_{k,z}$ (°C)	19	20	20
Normatīvais apķures dienu skaits $D_{k,z}$ (dienas)	203	203	203
Kopējais siltuma zudumi ar pārvadi apķurei $Q_{k,z,p}$ (Wh)	0.0	0.0	0.0
Kopējais siltuma zudumi ar ventilāciju apķures periodā $Q_{k,z,v}$ (Wh)	0.0	173 599 104.0	86.2 kWh/m ² gadā
Kopējais siltuma zudumi apķures daļai $Q_{k,z,k}$ (Wh)	0.0	173 599 104.0	0.0
Kopējais iekšējais siltuma ieguvumi apķures periodā $Q_{k,z,i}$ (Wh)	0.0	58 873 248.0	29.2 kWh/m ² gadā
Sauļos siltuma ieguvumu summa apķures periodā $Q_{k,z,s}$ (Wh)	0.0	0.0	0.0
Kopējais siltuma ieguvumi apķures daļai $Q_{k,z,g}$ (Wh)	0.0	58 873 248.0	29.2 kWh/m ² gadā
Siltuma bilances koeficients apķurei $\eta_{k,z}$ (%)	0.00	0.34	0.00
Ieguvumu izmantošanas faktors apķurei $\eta_{k,z}$ (%)	0.00	0.34	0.00
Apkurei nepieciešamā enerģija $Q_{k,z}$ (Wh)	0.0	130 726 057	
Apkurei nepieciešamā ietilpība enerģija (kWh/m ²)		65	
Dzesēšanai uzstādītā iekšējā temperatūra $T_{d,z}$ (°C)	21	21	21
Dzesēšanai ilgums kalendārā gada laikā (h)	10.0	10.0	10.0
Kopējais siltuma zudumi ar pārvadi dzesēšanai $Q_{d,z,p}$ (Wh)	0.0	0.0	0.0
Kopējais siltuma zudumi ar ventilāciju dzesēšanas periodā $Q_{d,z,v}$ (Wh)	0.0	0.0	0.0
Kopējais siltuma zudumi dzesēšanas daļai $Q_{d,z,k}$ (Wh)	0.0	0.0	0.0
Kopējais iekšējais siltuma ieguvumi dzesēšanas periodā $Q_{d,z,i}$ (Wh)	0.0	0.0	0.0
Sauļos siltuma ieguvumu summa dzesēšanas daļai $Q_{d,z,s}$ (Wh)	0.0	0.0	0.0
Kopējais siltuma ieguvumi dzesēšanas daļai $Q_{d,z,g}$ (Wh)	0.0	0.0	0.0
Siltuma bilances koeficients dzesēšanai $\eta_{d,z}$ (%)	0.00	0.00	0.00
Ieguvumu izmantošanas faktors dzesēšanai $\eta_{d,z}$ (%)	0.00	0.00	0.00
Dzesēšanai nepieciešamā enerģija $Q_{d,z}$ (Wh)			
Dzesēšanai nepieciešamā ietilpība enerģija (kWh/m ²)			

- Izveidota iespēja papildus uzdot dzesēšanai nepieciešamo enerģijas daudzumu no cita aprēķina

Apkurei nepieciešamā enerģija $Q_{ap,k,kopa}$ (Wh)	14 249 710	101.5 kWh/m ² gadā
Vai ir zināma dzesēšanai nepieciešamā enerģija no cita aprēķina?	jā	
Dzesēšanai nepieciešamā enerģija no cita aprēķina Q_{dz} (Wh)	1 400 000	
Dzesēšanai nepieciešamā enerģija $Q_{dz,kopa}$ (Wh)	1 400 000	10 kWh/m ² gadā

EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne CO₂

- Ir iespējams aprēķināt emitēto CO₂ masu apkurei, dzesēšanai, karstā ūdens sagatavošanai, apgaismojumam un ventilācijai atsevišķi

CO₂ emisijas aprēķins citiem emisijas faktoriem

	Enerģijas patēriņš (MWh)	CO ₂ emisijas faktors (tCO ₂ /MWh)	Kopējā izmērītā oglekļa dioksīda emitētā masa apkurei (kg CO ₂)
Apkurei	130.79		
Dzesēšanai			
Karstā ūdens sagatavošanai			
Apgaismojumam			
Ventilācijai			



EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Izklājloksne *Pārtr.*

- Papildināts un uzlabots pārtraukumu aprēķins atbilstoši LVS EN ISO 13790.
- Ir iespējams definēt pārtraukumus atsevišķām ēkas zonām.

Pārtraukumi un "brīvdienu korekcijas" apkures aprēķinam	
Cik zonām būs nepieciešams aprēķins? 1	
1 2 3	
Nepieciešamā enerģija apkurei nepārtrauktā apkures periodā, pieņemot, ka uzstādītā temperatūra tiek kontrolēta visās mēneša dienās $Q_{apk,N}$ (Wh)	
Pārtraukumu korekcijas	
Apkures laika daļa nedēļā $f_{N,apk}$ (-)	0.90
Samazināšanas faktors apkures pārtraukuma laikā $a_{samz,apk}$ (-)	1.0
Pārtraukuma īsākais laiks $t_{apk,pr,min}$ (h)	2.0
Pārtraukuma garākais laiks $t_{apk,pr,max}$ (h)	18.0
Pārtraukuma laikā uzstādītā temperatūra $T_{apk,pr}$ (°C)	18.9
Vidējotā aprēķina temperatūra, ņemot vērā pārtraukumus $T_{apk,pr,vid}$	18.9
Nepieciešamā enerģija apkurei nepārtrauktā apkures periodā, pieņemot, ka uzstādītā vidējotā aprēķina temperatūra $Q_{apk,N,vid}$ (Wh)	
Nepieciešamā enerģija apkurei, ņemot vērā pārtraukumus Q_{apk} (Wh)	
"Brīvdienu" perioda korekcijas	
Dienų skaits ar nepārtraukto (vai koriģēto pārtraukto) apkuri pret dienu skaitu apkures periodā $f_{apk,N}$ (-)	0.80
"Brīvdienu" laikā uzstādītā temperatūra $T_{apk,pr}$ (°C)	17.0
Nepieciešamā enerģija apkurei "brīvdienu" periodā, pieņemot, ka uzstādītā temperatūra tiek kontrolēta visās mēneša dienās $Q_{apk,uzt}$ (Wh)	
Gala rezultāts	
Nepieciešamā enerģija apkurei, ņemot vērā apkures pārtraukumus un "brīvdienu" periodus Q_{apk} (Wh)	

EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Jauna izklājloksne U (1)

- iespēja aprēķināt rezultējošo siltuma caurlaidību slāņainām būvkonstrukcijām, izmantojot:
 - LBN 002-01 datus,
 - savus datus par materiāliem.

U aprēķins slāņainām būvkonstrukcijām

LBN 002-01 dati	LBN 002-01 dati - materiāla nosaukums	$\lambda, \text{W/(m K)}$	Nosaukums	$\lambda, \text{W/(m K)}$	Aprēķinu $\lambda, \text{W/(m K)}$	Biezums, mm	$R, \text{m}^2\text{K/W}$	$U, \text{W/(m}^2\text{K)}$
jā	Koks un materiāli uz tā bāzes: (blīvums 300)	0.1			0.1	25	0.250	4.000
nē			Akmens vate	0.036	0.036	150	4.167	0.240
jā	Gipsis: ģipškartons (blīvums 900)	0.25			0.25	12	0.048	20.833
nē	Gipsis: ģipškartons (blīvums 900)				0			
nē	Java: normāla mūrjava, iejaukta būvobjektā (blīvums 1800)				0			
nē	Betoni: lietie betoni ar šķembām vai oļiem (blīvums 1600)				0			
nē	Betoni: (blīvums 2400)				0			
nē	Betoni: dzelzsbetons (blīvums 2500)				0			
nē	Betoni: māls ar salmiem (blīvums 800)				0			
nē	Betoni: skaidbetons (blīvums 800)				0			
nē	Betoni: (blīvums 1000)				0			
nē					0			

Siltuma plūsma: horizontāla uz āru

Kopā 187 mm

Rezultējošais U 0.22



EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

Jauna izklājloksne U (2)

- Ievietota informācija par:
 - Dažu tipveida projekta dzīvojamo māju norobežojošo konstrukciju U vērtībām (*Dati no VARAM Būvniecības departamenta, VU Vides Projekti izdevuma «Ēku siltumefektivitātes paaugstināšana – Rīga, 2000»*)
 - Logu un durvju orientējošām U vērtībām (*Dati no Lielbritānijas normatīva «The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings (SAP 2009)»*)



EfA2 būtiskie papildinājumi un izmaiņas

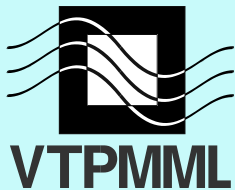
Jauna izklājloksne *Ietaupījumi*

- Lietotājam ērtā veidā ir iespējams noteikt:
 - Kredīta atmaksas laiku, uzdodot ikmēneša maksājumu
 - Ikmēneša maksājuma summu, uzdodot kredīta atmaksas laiku
- Aprēķinos tiek ņemts vērā uzdodams enerģijas tarifa pieaugums un gada procentu likmes

Enerģijas ietaupījumu priekšlikumu aprēķina tabula

Aprēķini ir derīgi atmaksāšanas periodam līdz 25 gadiem

		Īpatnējais (kWh/m ²)	Gads	Naudas ekonomija gadā, Ls	Naudas ekonomija visā laika periodā, Ls
Enerģijas ietaupījums gadā, MWh	500	248	1	25 000	25 000
Enerģijas tarifs pirmajā gadā, Ls/MWh	50.0		2	26 000	51 000
Enerģijas tarifa pieaugums, %/gadā	4%		3	27 040	78 040
Enerģijas tarifs atmaksāšanas perioda beigās, Ls/MWh	63.3		4	28 122	106 162
		Īpatnējais (Ls/m ²)	5	29 246	135 408
Kopējie renovācijas ieguldījumi, Ls	100 000	50	6	30 416	165 824
No tiem kredīts, Ls	80 000	40	7	31 633	
Pirmā iemaksa, Ls	20 000	10	8	32 898	
Gada procentu likme, %	6%		9	34 214	
Zināms ikmēneša maksājums vai kredīta atmaksas laiks?	maksājums		10	35 583	
Ikmēneša maksājums, Ls	1000	0	11	37 006	
Kredīta atmaksas laiks, gadi	8.5		12	38 486	
			13	40 026	
			14	41 627	
			15	43 292	
			16	45 024	
Kredīta maksājumi, Ls	133 333	66	17	46 825	
Kopējā samaksātā summa, Ls	153 333	76	18	48 698	
			19	50 645	
Ieguldījumu atmaksāšanās laiks pie uzdotā enerģijas tarifa 50 Ls/MWh un enerģijas tarifa gada pieauguma 4%, gadi	6		20	52 671	
			21	54 778	
			22	56 969	
			23	59 248	
			24	61 618	
			25	64 083	



EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS



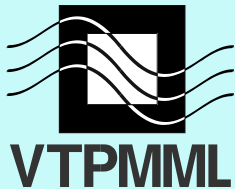
EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Instrumentālie mērījumi ēku energoefektivitātes pārbaudei

Andris Jakovičs





EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS



EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Būvkonstrukciju siltuma caurlaidības U un starojuma enerģijas caurlaidības g noteikšana

Andris Jakovičs



Siltuma vadīšanas kvantitatīvie raksturlielumi

- Materiālu raksturojumam lieto siltuma vadīšanas koeficientu λ [W/m·K], kas raksturo paša materiāla īpašības
- Nevienmērīgus materiālus bieži raksturo ar siltuma vadītspējas vidējo vērtību λ_{eff}
- Siltuma zudumu raksturojumam būvkonstrukcijās (sienas, pārsegumi u.c.) lieto:

- siltuma vadītspējas pretestību R [m²·K/W]

$$R_t = d / \lambda_{\text{eff}}$$

- siltuma caurlaidības koeficientu U [W/m²·K]

$$U_t = 1 / R_t = \lambda_{\text{eff}} / d$$

kas ir atkarīgi no materiāla īpašībām (λ) un biezuma (d)

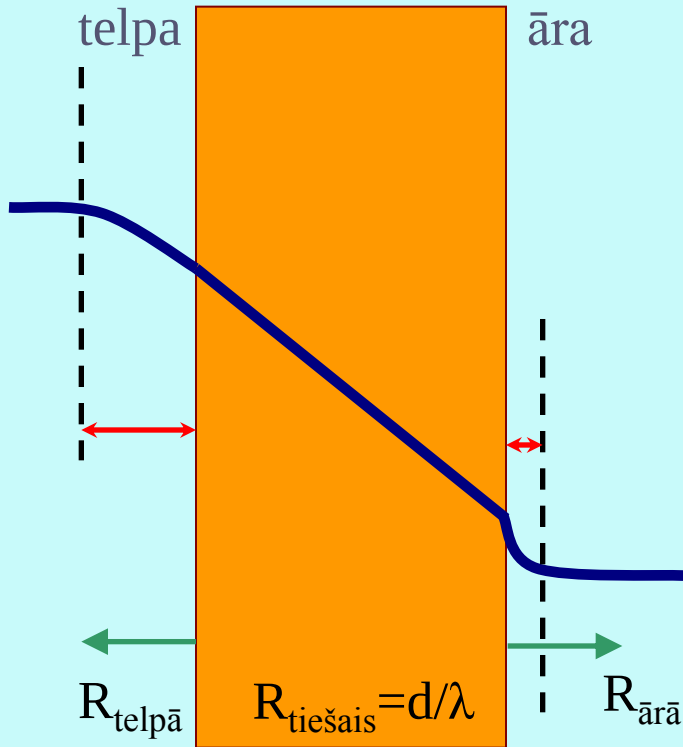
d_3, λ_3
d_2, λ_2
d_1, λ_1

• Slāņainām konstrukcijām rezultējošo siltuma caurlaidību var aprēķināt saskaņā ar formulu:

$$R_t = \frac{1}{U_t} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i}$$



Termiskie robežslāņi



Būvkonstrukcijas abās pusēs eksistē zonas (termiskie robežslāņi), kurās gaisa temperatūra mainās no virsmas līdz telpas/ārgaisa temperatūrai

Šīs zonas biezums atkarīgs no gaisa cirkulācijas intensitātes un uz dažādām virsmām atšķiras

Siltuma pretestības aprēķinos šis slānis jāievēro kā papildus siltuma pretestība, kuras raksturošanai izmanto atbilstošus lielumus:

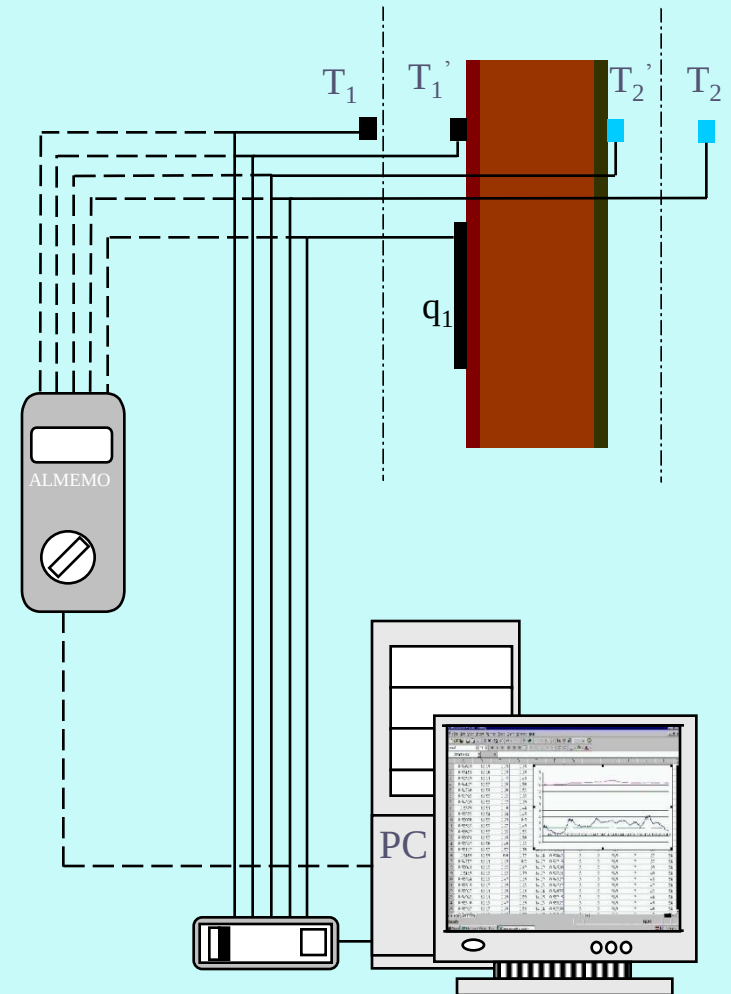
$$\frac{1}{U} = R = R_{ārā} + \frac{d}{\lambda} + R_{telpā}$$

Robežslāņu siltuma pretestību uzdošanai tiek izmantotas standartvērtības, kas atkarīgas no siltuma plūsmas virziena caur būvkonstrukciju: uz augšu, uz leju vai horizontāli.

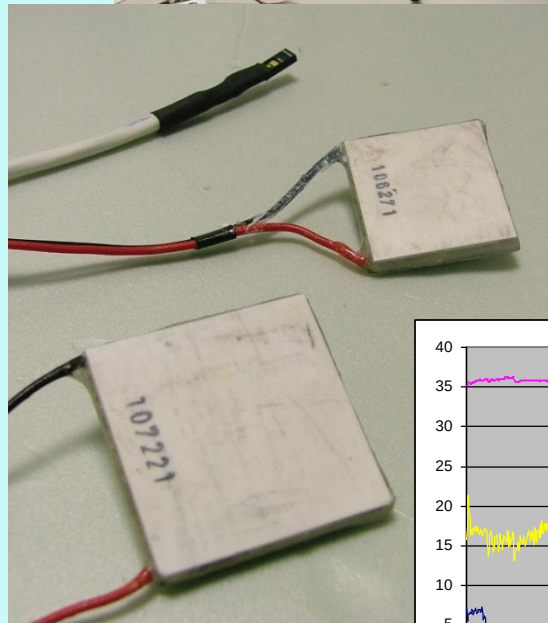
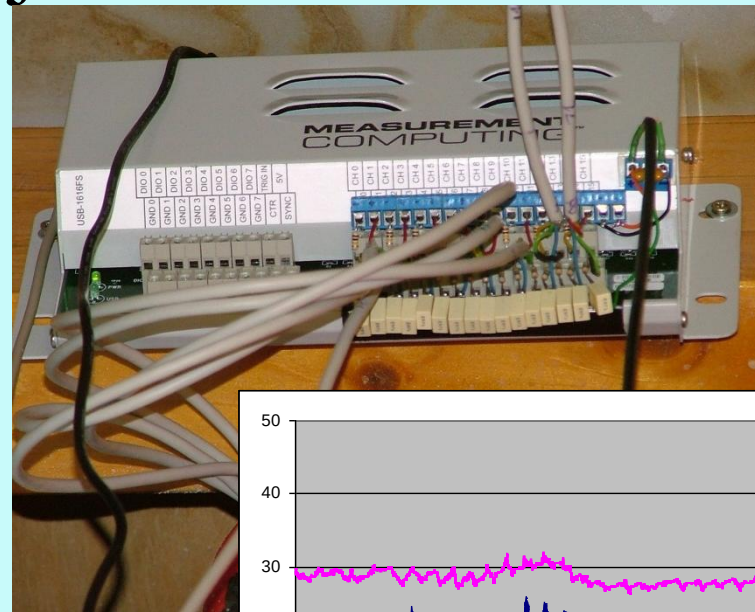
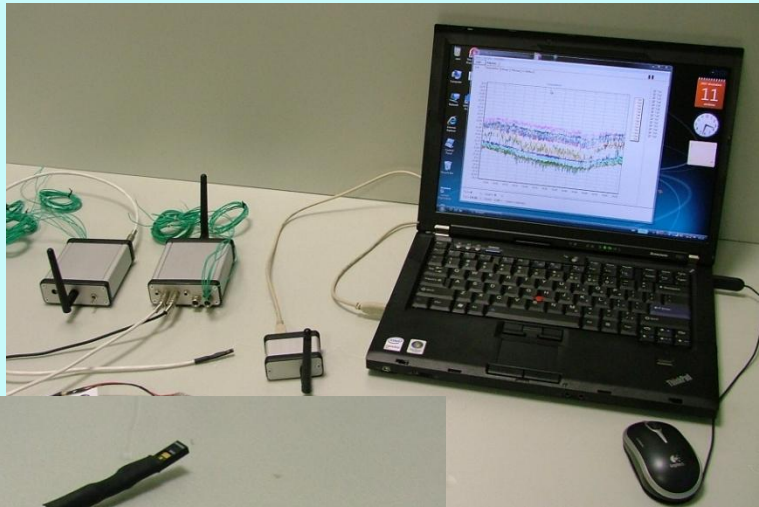


Izmantotā mēraparatūra

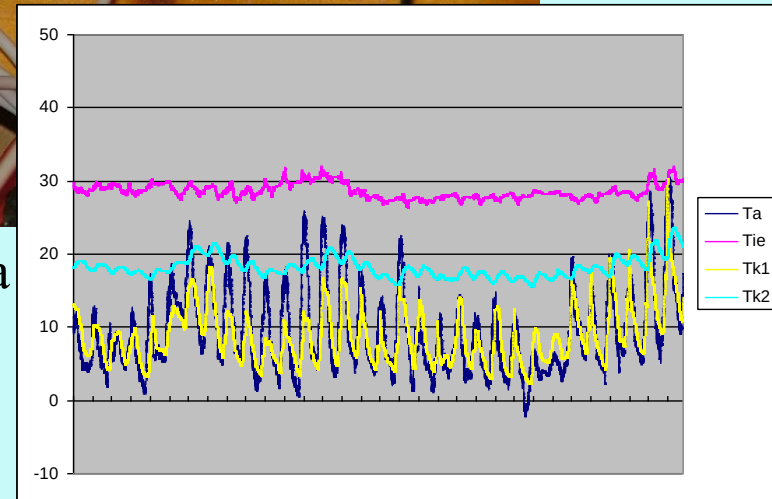
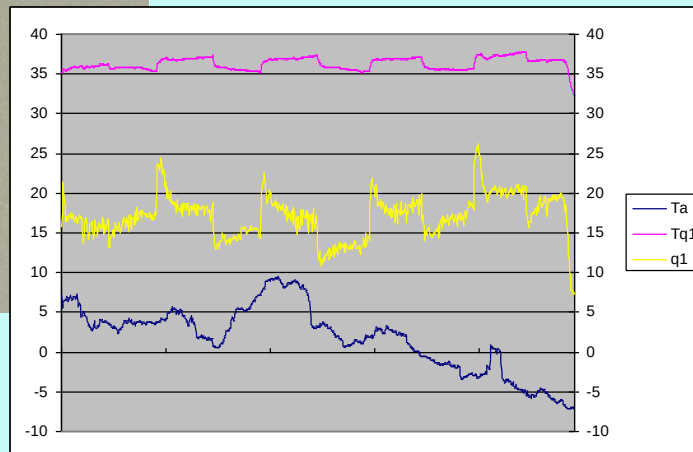
Komponente	Tips
Datu uzkrāšanas iekārta vai dators	<i>ALMEMO</i> 2290-8 IBM tipa PC
Integrējošs siltuma plūsmas sensors	<i>W-150 S</i> (25×25 vai 50×50 cm ²)
Temperatūras mērsensori	Termopretestības Pt100 vai NiCr-Ni termoelements
Spraudnis ar attiecīgi programmētu EE-PROM vai mērkarte	<i>ALMEMO</i> tipa NI AT MIO-16XE-50



Būvkonstrukciju stāvokļa ilgtermiņa monitorings ekspluatējamās ēkās



Augstas jūtības Peltjē tipa plūsmu sensori



Temperatūru, mitruma un siltuma plūsmu dinamikas analīze



Mērījumi reālos ekspluatācijas apstākļos

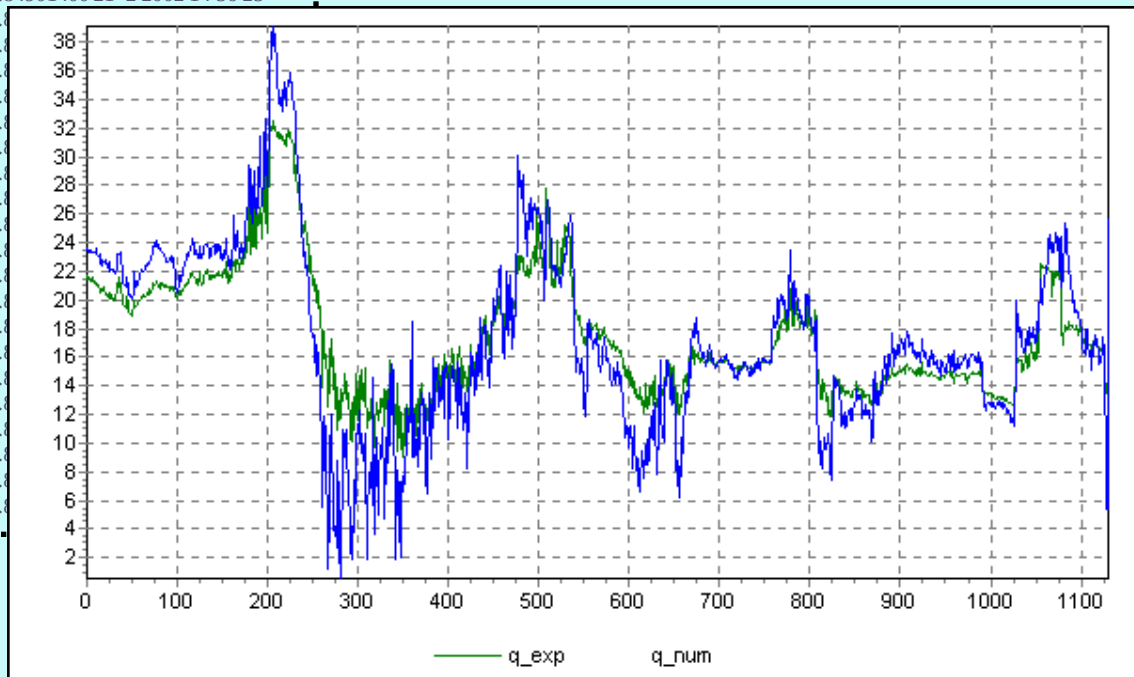


- Temperatūras sensori tiek novietoti ārpus termiskā robežslāņa, tādā veidā iekļaujot dabīgās gaisa apmaiņas ietekmi uz kopējo siltuma pretestību
- Svarīga ir temperatūras starpības nodrošināšana būvkonstrukcijas abās pusēs – tai jābūt vismaz 5 C. Nepieciešamības gadījumā telpā jānodrošina paaugstināta temperatūra
- Dati tiek reģistrēti 3-7 dienas atkarībā no temperatūru starpības un būvkonstrukcijas termiskās laika konstantes
- Iegūtie dati vēlāk tiek apstrādāti, izmantojot speciālu programmatūru *DataProc*



Mērījumu rezultāta piemērs ēkas ārsienai

-0.21375094	23.9173625	-4.1821121	-4.1532351	20.1375884	0.93709692	21	2	2002	14	52	25
-0.18001413	23.3108916	-4.1689210	-4.1246837	19.5516405	0.87887107	21	2	2002	14	53	25
-0.18919145	22.9992483	-4.1468960	-4.1035400	19.2132270	0.85329955	21	2	2002	14	54	25
-0.26296566	22.8230413	-4.1417542	-4.0948741	19.0062553	0.86856809	21	2	2002	14	55	25
-0.20580209	22.7455128	-4.1169270	-4.0511755	18.9093696	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.20923257	22.6844116	-4.0915925	-4.0271401	18.8492636	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.20982335	22.6410743	-4.0587363	-3.9985322	18.8194379	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.23117704	22.6500647	-4.0530615	-3.9793593	18.8183655	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19813902	22.6722066	-4.0422674	-3.9557627	18.8251059	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19728379	22.6422172	-4.0580044	-3.9729565	18.8009670	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19403615	22.6186175	-4.1004937	-4.0144924	18.7670254	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19722923	22.5928830	-4.1039474	-4.0068299	18.7366094	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.20464443	22.5991013	-4.0619073	-3.9699483	18.7161171	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19417748	22.5856974	-4.0625212	-3.9776638	18.7090155	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.20184945	22.5624239	-4.0565115	-3.9431851	18.6956876	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19654205	22.5513403	-4.0469272	-3.9486739	18.6881068	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.20152659	22.5196816	-4.0776040	-3.9839991	18.6823969	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19922229	22.5183238	-4.0699525	-3.9745696	18.6785756	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19631648	22.5404690	-4.0504389	-3.9582803	18.6669435	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19850137	22.5539763	-4.0871175	-3.9883688	18.6649046	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.20238602	22.5403009	-4.1309285	-4.0218182	18.6618091	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.20089854	22.5407963	-4.1200146	-4.0265556	18.6609329	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19885591	22.5475339	-4.1162101	-4.0223452	18.6589212	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19318646	22.5590765	-4.0952420	-4.0055805	18.6467629	0.84901400	21	2	2002	14	56	25
-0.19591931	22.5505901	-4.0904761	-4.0085570	18.6493584	0.84901400	21	2	2002	14	56	25

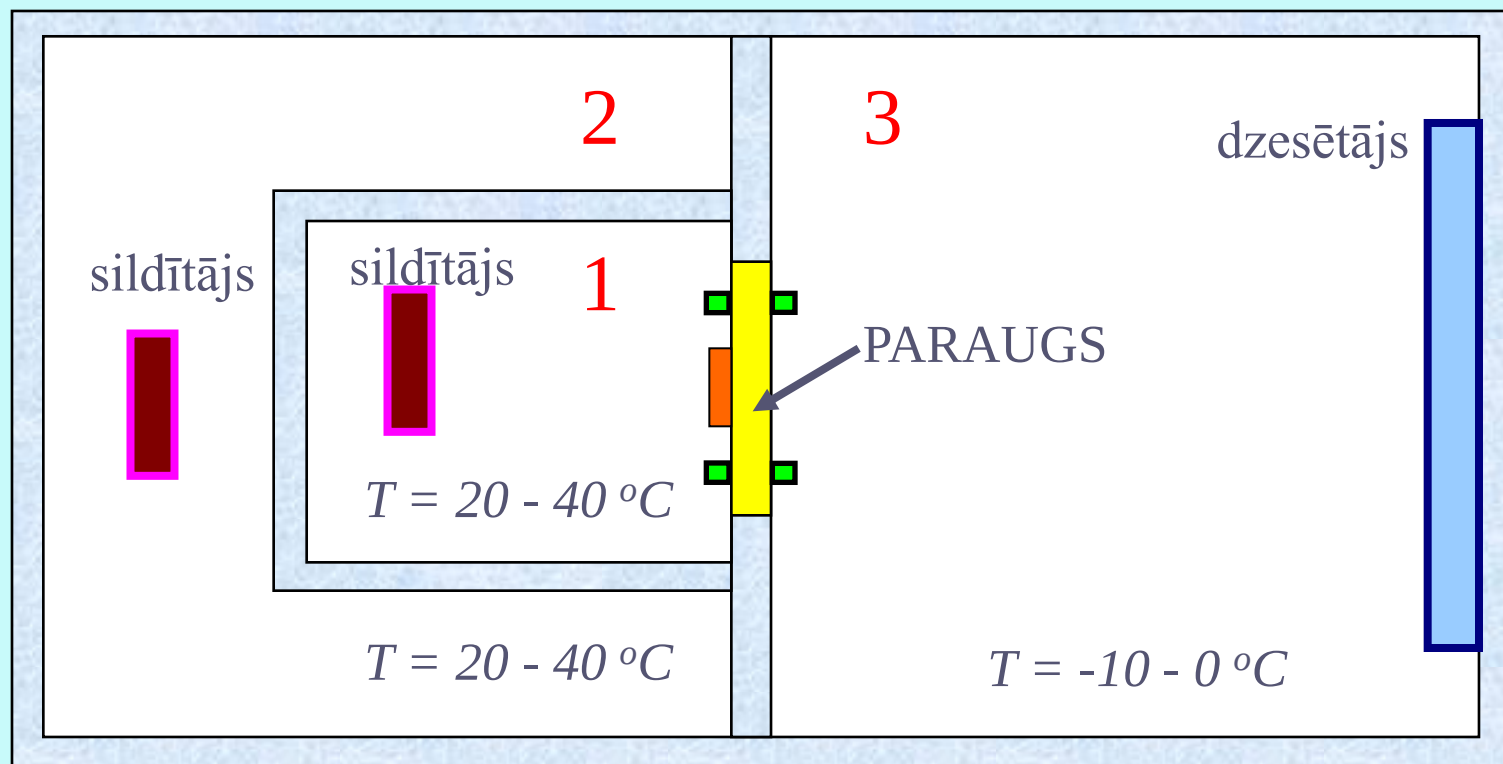


Eksperimentālā un aprēķinātā siltuma plūsmas

	U [W/m ² ·K]
Aprēķināts, izmantojot minimizāciju	1,1
Vidējais (kumulatīvi)	1,2



Gatavu būvizstrādājumu U noteikšana termiskā kamerā



Paraugs tiek iestiprināts starp sildkameru (1) un dzesēšanas kameru (3). Pieskaņojot temperatūru kompensācijas kamerā (2) sildkamerai, minimizē parazitāros siltuma zudumus.

Mērījumi jāveic saskaņā ar standartu LVS EN ISO 8990



Siltuma plūsmu mērījumi termiskajā kamerā



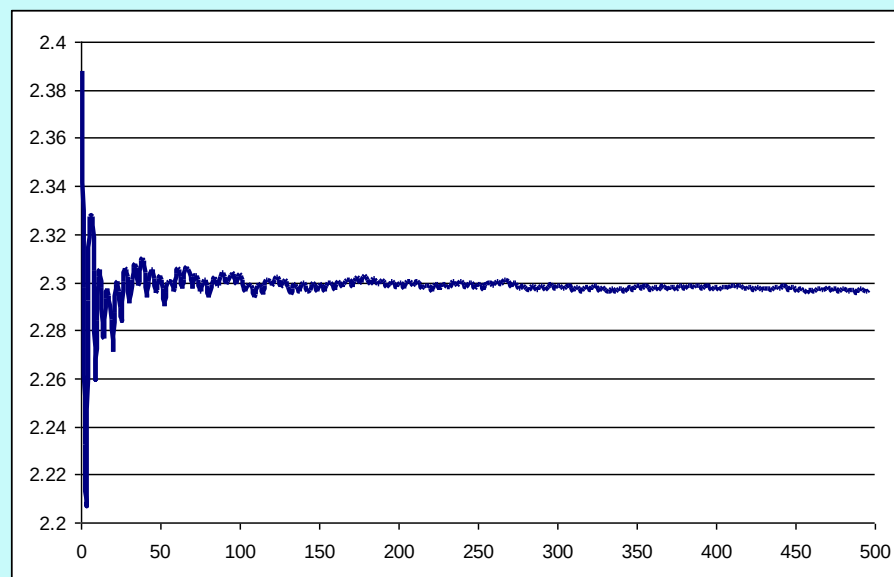
- Temperatūras sensori tiek novietoti uz mērāmā objekta virsmām, jo termiskajā kamerā gaisa cirkulācijas apstākļi var atšķirties no dabiskajiem. Tālākos aprēķinos tiek ņemtas vērā to standartizētas vērtības
- Kamerā tiek nodrošināta uzdota temperatūru starpība (parasti 30...40 °C) ar relatīvi nelielām tās svārstībām
- Dati tiek reģistrēti vairākas dienas atkarībā objekta siltuma caurlaidības
- No mērījumu datiem tiek aprēķinātas vidējās vērtības

Rezultāti tiek salīdzināti ar integrāliem mērījumiem



Mērījumu piemērs loga konstrukcijai

55.15202	2.44	29.04	28.93	0.62	67.59768	2.38792
57.84714	2.5	29.01	28.93	0.69	62.33329	2.2976
61.0613	2.51	28.97	28.9	0.73	59.16812	2.23218
64.53468	2.51	28.91	28.84	0.75	60.05131	2.20865
69.57245	2.46	28.95	28.84	0.72	73.89002	2.2921
73.02495	2.4	28.99	28.88	0.68	70.59873	2.32734
75.31153	2.3	29.02	28.94	0.55	66.07144	2.32737
78.07962	2.2	28.99	28.92	0.46	61.12882	2.30474
76.94286	2.09	28.92	28.87	0.32	54.41732	2.26003
77.17087	2.01	28.9	28.81	0.18	71.40796	2.28368
77.1368	1.95	28.99	28.85	0.05	71.56782	2.30225
75.07034	1.9	29.03	28.9	-0.06	67.79987	2.3055
75.26596	1.85	29.01	28.91	-0.15	64.24537	2.29807
73.15541	1.81	28.96	28.89	-0.21	59.41652	2.27938
71.4408	1.79	28.91	28.84	-0.25	64.95864	2.27623
70.78442	1.77	28.94	28.88	-0.25	73.96464	2.293
68.46214	1.78	28.98	28.92	-0.23	68.81386	2.29707
66.35838	1.78	28.96	28.92	-0.2	65.54694	2.29447
64.79907	1.79	28.93	28.89	-0.15	60.9836	2.28411
62.88343	1.81	28.88	28.84	-0.1	58.40868	2.27072
62.33735	1.84	28.88	28.81	-0.05	75.8009	2.28776
60.42238	1.88	28.96	28.87	0.01	73.22097	2.29914
58.69066	1.92	29	28.9	0.08	67.09097	2.3004
57.29574	1.98	28.98	28.92	0.17	62.96139	2.29581
57.70744	2.03	28.93	28.89	0.25	60.86598	2.28901
55.47114	2.08	28.87	28.84	0.32	61.84836	2.2844
54.88284	2.13	28.92	28.87	0.37	77.31821	2.30019
55.75113	2.2	28.96	28.92	0.45	69.86101	2.30563
56.05861	2.26	28.96	28.94	0.53	65.15671	2.30522
58.36931	2.29	28.93	28.94	0.6	62.89671	2.30239

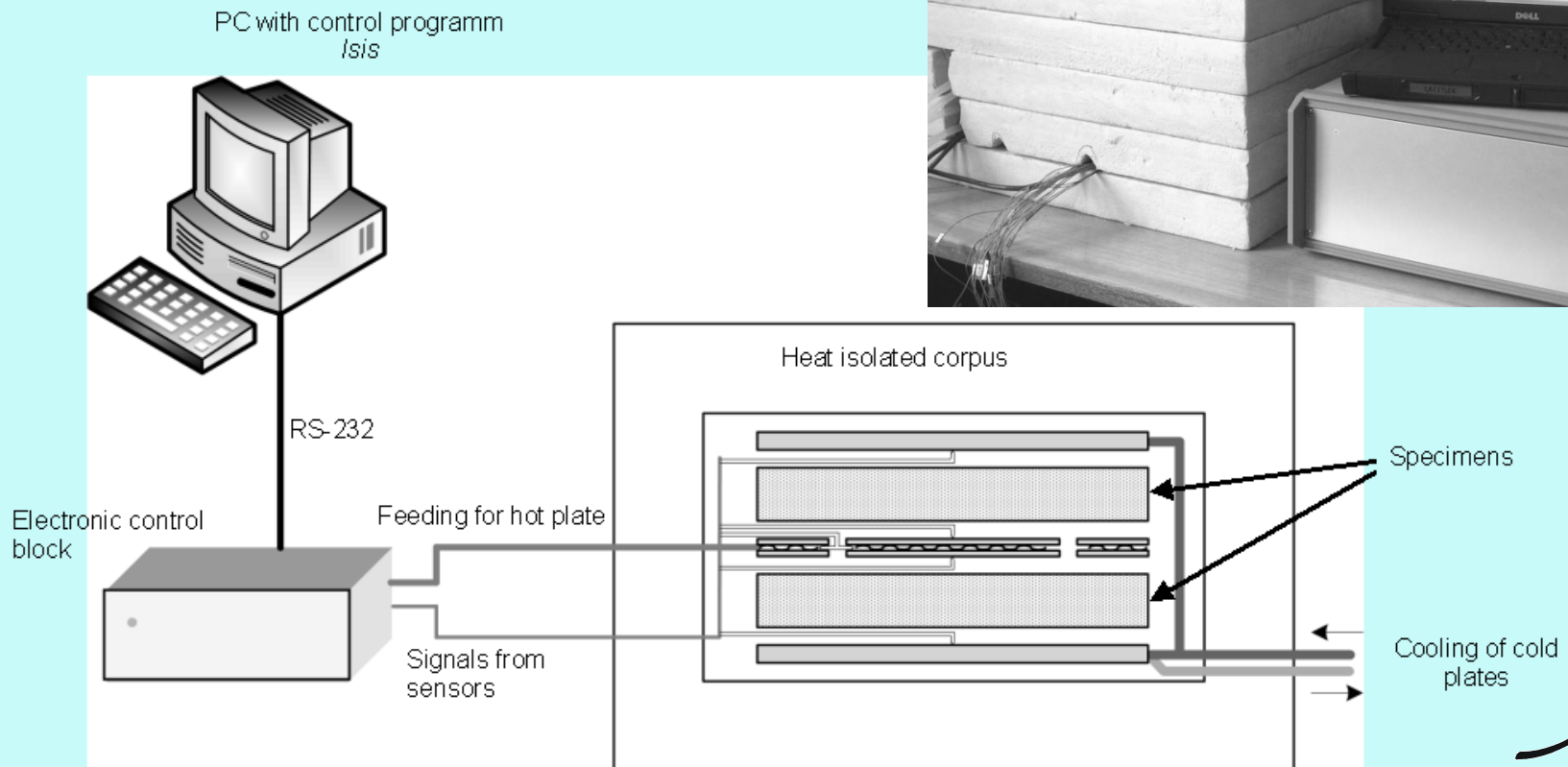
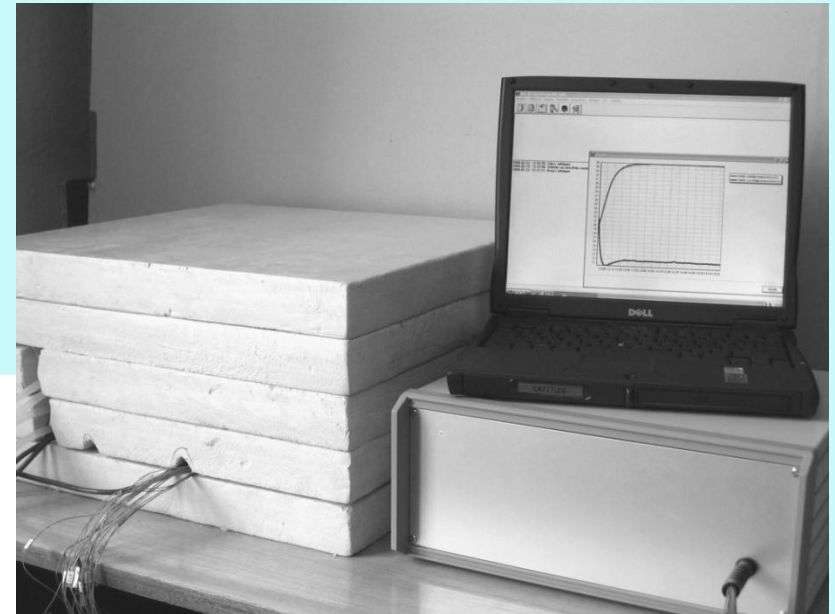


Kumulatīvās siltuma caurlaidības
vērtības stabilizācija laikā



Materiālu siltumvadītspējas (LVS EN 8302) noteikšana

Datorizēta karstās plāksnes
mērsistēma ar vadības programmu
Isis



Stikloto konstrukciju Saules siltuma starojuma caurlaidības g analīze

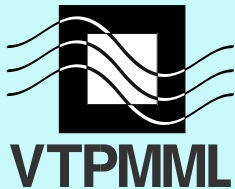


Stikloto konstrukciju
atbilstības
specificētajiem
parametriem pārbaude



Telpu
kondicionēšanai
nepieciešamo
jaudu analīze





EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS



EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Ēku vai tās bloku gaisa blīvējuma standartizēta noteikšana izmantojot *Blower Door*

Andris Jakovičs

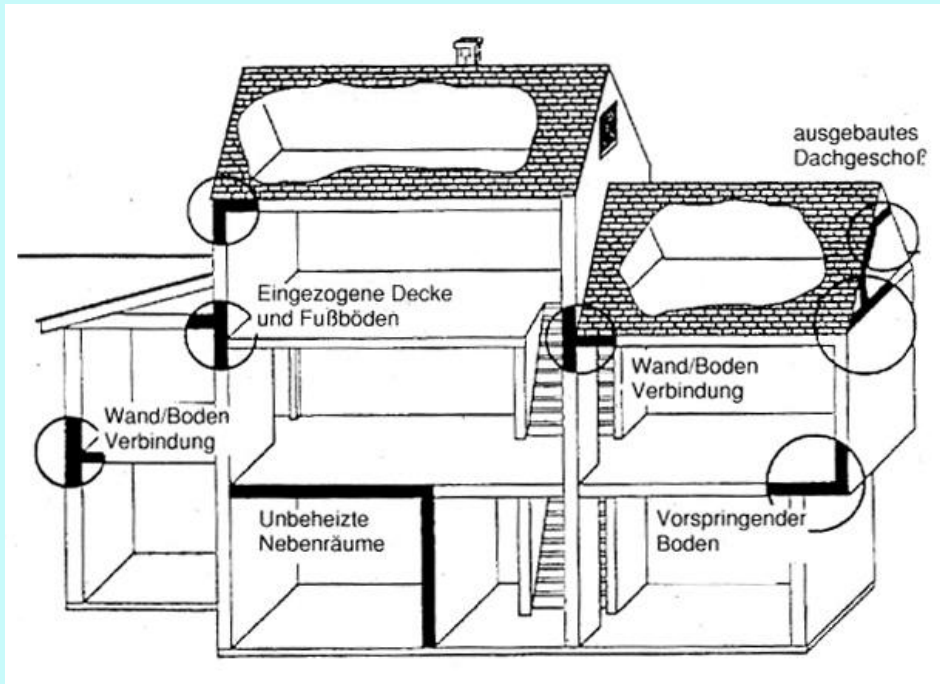


Gaisa plūsmu cēloņi

- Vēja izraisītās spiedienu starpības uz ēkas būvkonstrukcijām
- Temperatūru starpības:
 - starp iekštelpas gaisu un ārgaisu
 - pa telpas/ēkas augstumu
- Ventilācijas/kondicionēšanas iekārtu un apkures sistēmas darbība



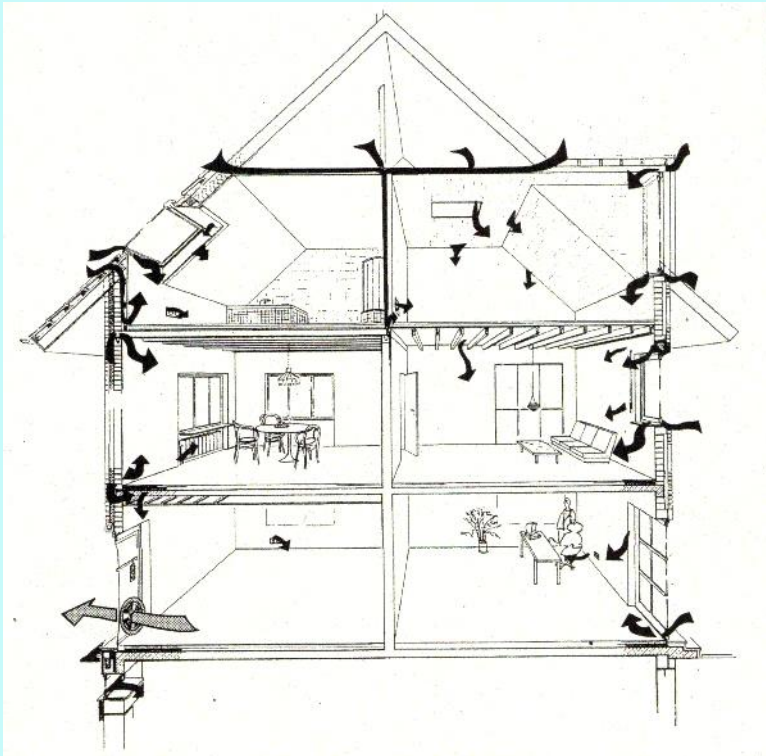
Tipiskās gaisa noplūdes vietas



- būvkonstrukciju savienojumi
- dažādu būvmateriālu salaiduma vietas
- cauruļu/kabeļu izvadi caur hermetizācijas slāni
- izbūvētās bēniņu telpas, piebūves
- logi, ārdurvis, jumta logi, dzīvokļa durvis (daudzdzīvokļu ēkās)
- lūkas, pagraba un garāžas durvis



Blīvējuma nepieciešamība



- samazina enerģijas zudumus
- novērš kondensāta rašanos būvkonstrukcijās
- novērš kaitīgu vielu ienešanu telpas gaisā
- novērš grīdu un jumtu izbūves sienu aukstumu
- nodrošina normālus darba apstākļus ventilācijas un kondicionēšanas sistēmām
- nodrošina skaņas izolācijas efektivitāti
- nodrošina siltumizolācijas efektivitāti



Kvantitatīvie raksturlielumi

Gaisa apmaiņas koeficients $n_{50} = V_{50}' / V_N$

- *normēts uz telpas tilpumu*
- *parāda, cik reizes stundas laikā nomainās telpā esošais gaiss*

Gaisa caurlaidība $q_{50} = V_{50}' / A_N$

- *normēts uz ārējās čaulas laukumu*

n_{50} – gaisa apmaiņas koeficients pie 50 Pa [1/h]

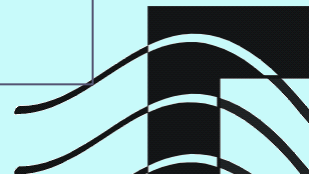
V_{50}' – ventilatora ražība pie 50 Pa [m³/h]

V_N – gaisa tilpums telpā [m³]

A_N – norobežojošo konstrukciju laukums [m²]

Dabiskās gaisa apmaiņas novērtēšanai lieto ēkas vēja aizsargātības koeficientu e : $n = e \cdot n_{50}$

- *brīvi stāvošām ēkām - 0.1, vēja aizsargātām - 0.04*



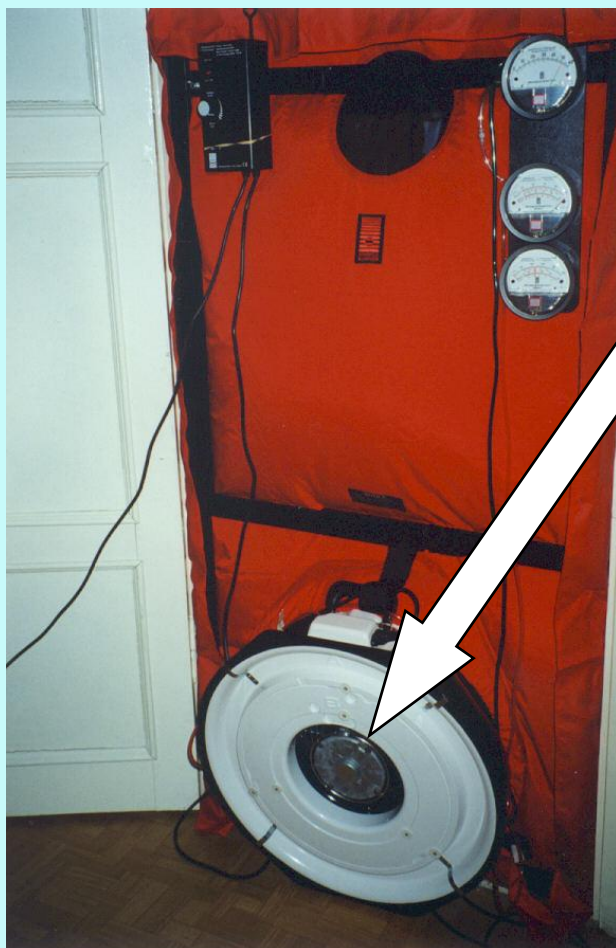
Mērīšanas tehnoloģija



- Ēkas blīvējuma pakāpes noteikšana notiek saskaņā ar standartu LVS EN ISO 9972
- Tiek reģistrēts gaisa tilpums, ko nepieciešams pievadīt laika vienībā, lai uzturētu noteiktu spiedienu starpību starp telpu un āru.
- Kā mēriekārtu var lietot BlowerDoor, kura tiek blīvi iestiprināta durvīs vai logā



Mēriekārta BlowerDoor



ventilators ar
regulējamu gaisa
plūsmas intensitāti

- spiedienu starpības
un gaisa plūsmas
mērierīces

- gaisa plūsmas
intensitātes regulators

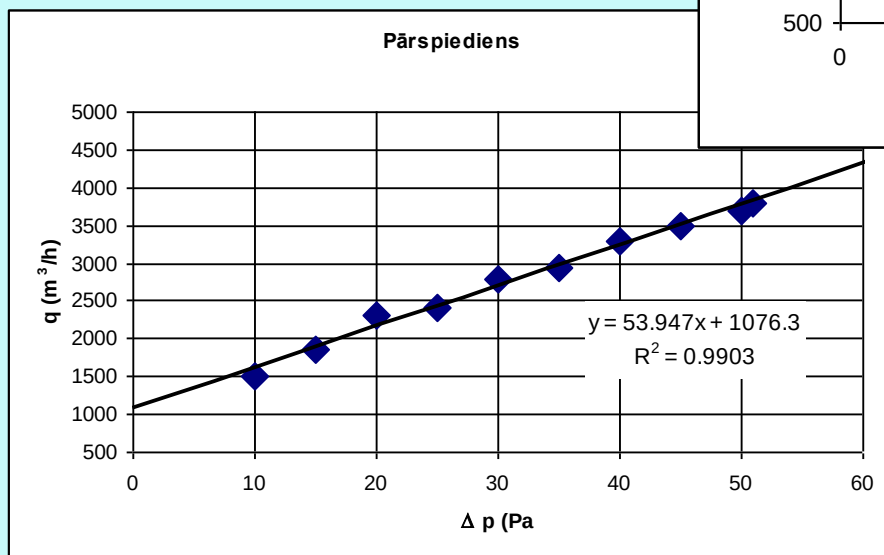
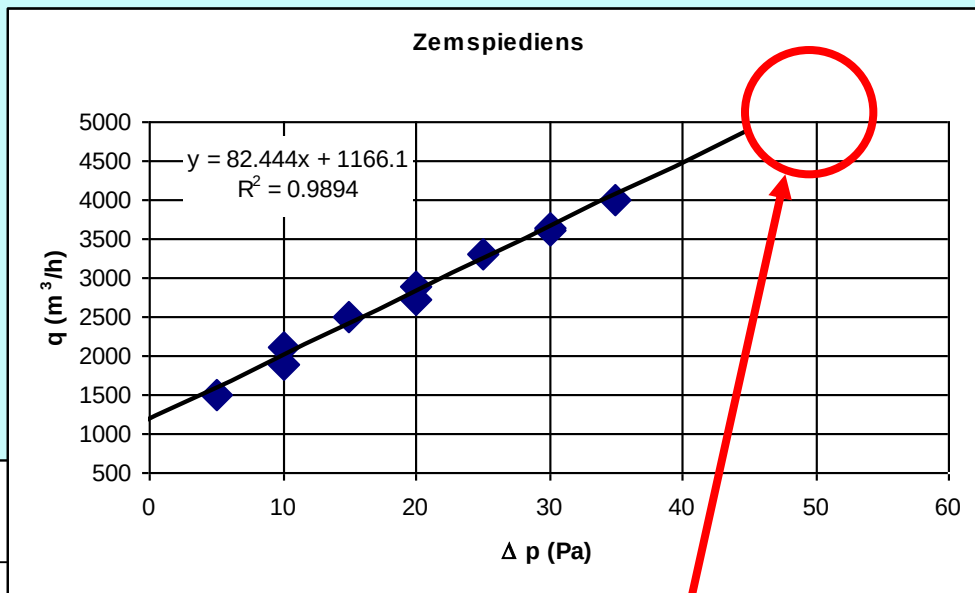


Piemērs

Pārspiediens		Zemspiediens	
P (Pa)	q (m³/h)	P (Pa)	q (m³/h)
10	1500	10	1880
20	2300	20	2720
30	2780	30	3600
40	3300	35	4000
51	3800	30	3650
50	3700	25	3300
45	3500	20	2900
35	2950	15	2500
25	2400	10	2100
15	1850	5	1500

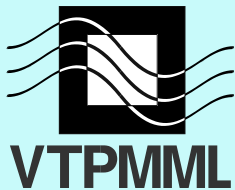
Grīdas laukums (m²)	35.6
Tilpums (m³)	103.2
Norob. konstr. laukums (m²)	149.5

	V ₅₀	n	q ₅₀
Pārspiediens	3774	3.8	27
Zemspiediens	5288	5.3	37



lietojam lineāru ekstrapolāciju





EIROPAS REĢIONĀLĀS
ATTĪSTĪBAS FONDS



EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Termogrāfisko temperatūras mērījumu fizikālie aspekti

Andris Jakovičs



Mērīšanas metodes

Mērījums vienmēr vairāk vai mazāk ietekmē mērāmo sistēmu – jācenšas, lai šī ietekme būtu pēc iespējas mazāka.

Mērīšanai izmanto:

- kontakta metodes (termometri, termopāri, termopretestības, termojutīgas krāsas);
- bezkontakta metodes (pēc kopējās starojuma jaudas, pēc starojuma intensitātes spektrālās attiecības (pirometri) un pēc starojuma noteiktā, šaurā viļņu garumu intervālā (termogrāfi)).

Kontakta metodēs svarīgi, lai mērsistēmas reģistrējošais elements būtu termiska līdzsvara stāvoklī ar mērāmo objektu – tam vajadzīgs laiks, ko nosaka sistēmas termiskā inerce.

Mērījumu kļūdu galvenokārt nosaka termiskā kontakta kvalitāte ar virsmu un siltuma pievade/aizvade no virsmas caur pašu mērsistēmu. Masīvs un siltumu labi vadošs mērsensors (termometrs) potenciāli var būtiski izkropļot ķermeņa, kas atrodas gaisā, virsmas temperatūras mērījumu rezultātus.



Virsmas emisija

Absolūti melnā ķermeņa starojuma jaudas blīvums ir vienāds ar Stefana-Bolcmaņa konstantes ($\sigma=5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$) un temperatūras 4. pakāpes reizinājumu:

$$E=\sigma T^4$$

No reāla objekta virsmas reģistrētais starojuma jaudas blīvums ir mazāks un ir atkarīgs no virsmas emisijas ε . Pamatā tā ir atkarīga no paša virsmas īpašībām un viļņa garuma.

$$E= \varepsilon \sigma T^4$$

Lielākai daļai objektu ε vērtību var pieņemt intervālā no 0,9 - 0.95, kas arī praksē, lietojot termogrāfisko metodi, bieži tiek darīts.

Bet, ja uzņemtajā kadrā atrodas objekti ar izteikti atšķirīgu virsmas emisiju, iegūtā temperatūras aina var atšķirties no reālās.



Virsmas emisija

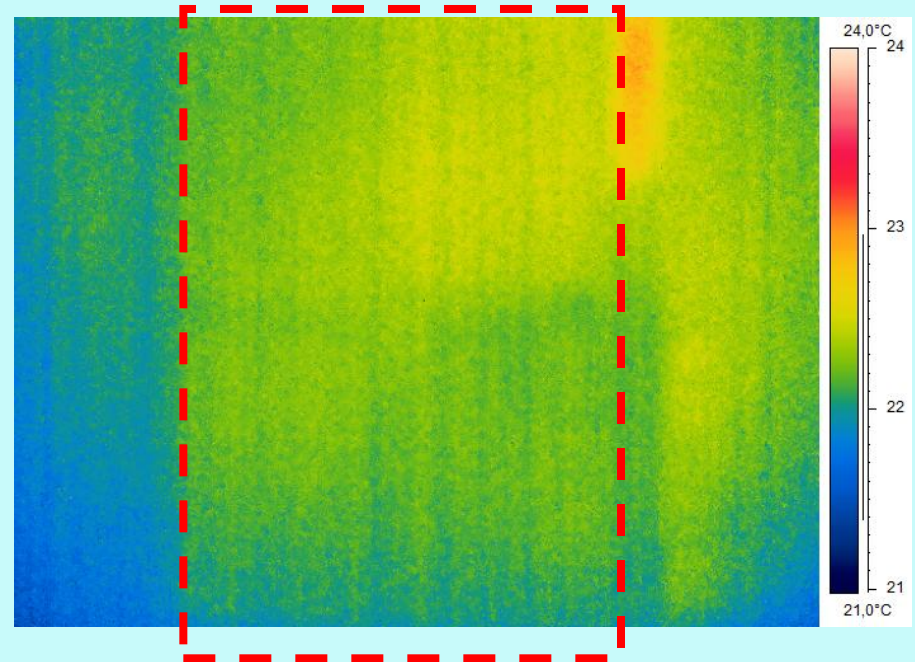
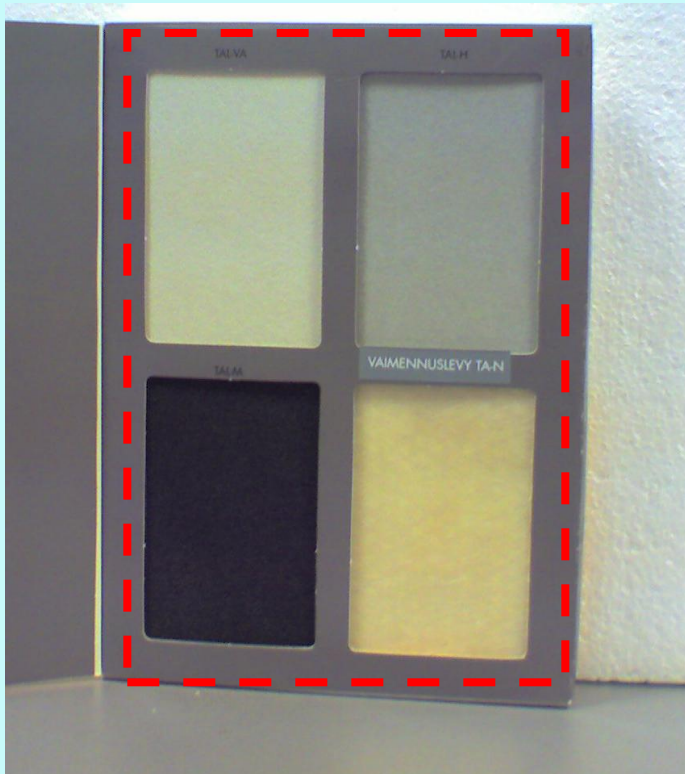
Daži piemēri materiālu virsmu emisijām:

•Pulēts alumīnijs, alumīnija folija	0.04-0.09
•Bronza pulēta	0.1
•Bronza poraina	0.55
•Ogle	0.96
•Māli	0.91
•Betons	0.92-0.97
•Granīts	0.85-0.97
•Cilvēka āda	0.98
•Balts papīrs	0.7-0.9
•Gumija	0.95
•Ūdens	0.96
•Sniegs	0.8-0.85
•Koks	0.83-0.98



Virsmas emisija

Dažādu krāsu, bet vienādas emisijas objekti pie vienādas temperatūras infrasarkanajos staros izskatās vienādi:

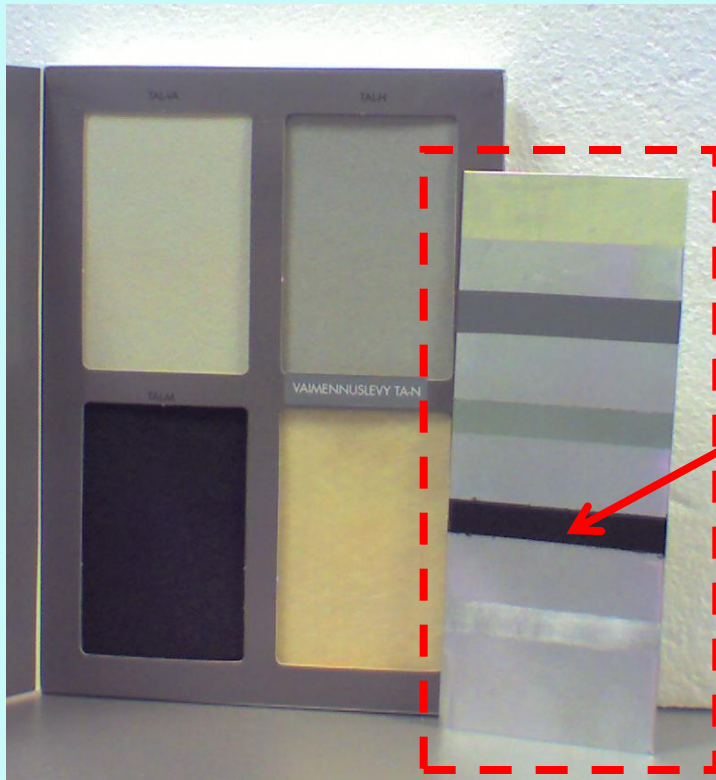


Krāsojuma tonim redzamajā gaismā ir sekundāra loma infrasarkanā staru mērījumos

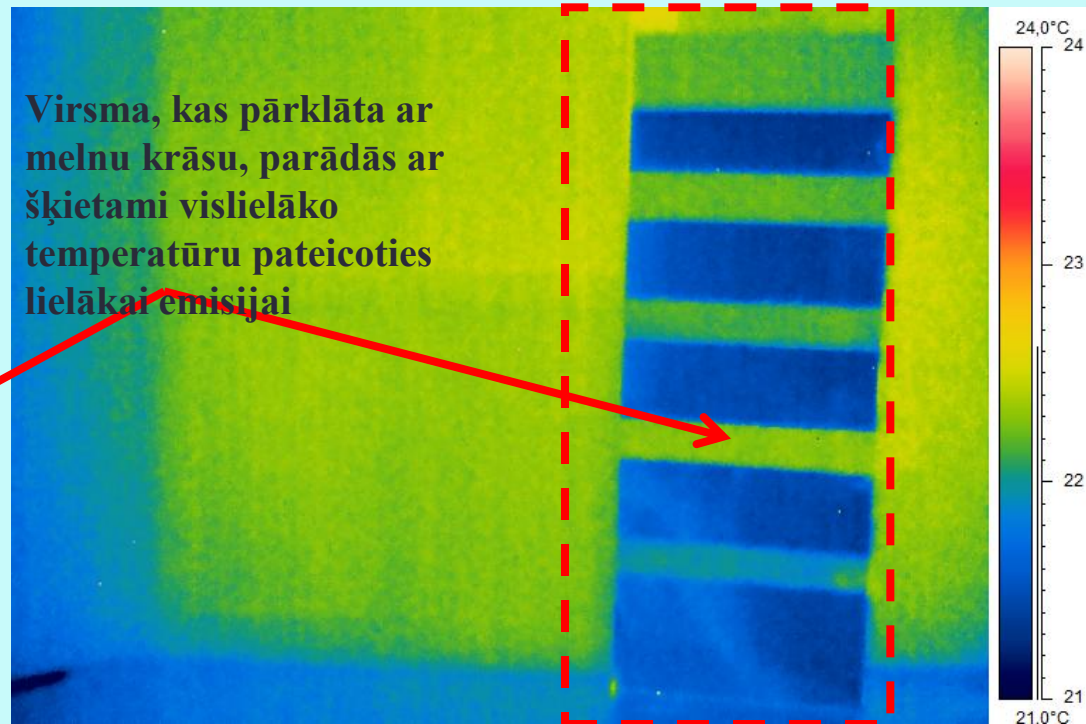


Virsmas emisija

Ja objektu ar vienādu temperatūru virsmas emisija atšķiras, atšķirsies arī termogrammā redzamais šķietamais temperatūras sadalījums.



Virsmā, kas pārklāta ar melnu krāsu, parādās ar šķietami vislielāko temperatūru pateicoties lielākai emisijai



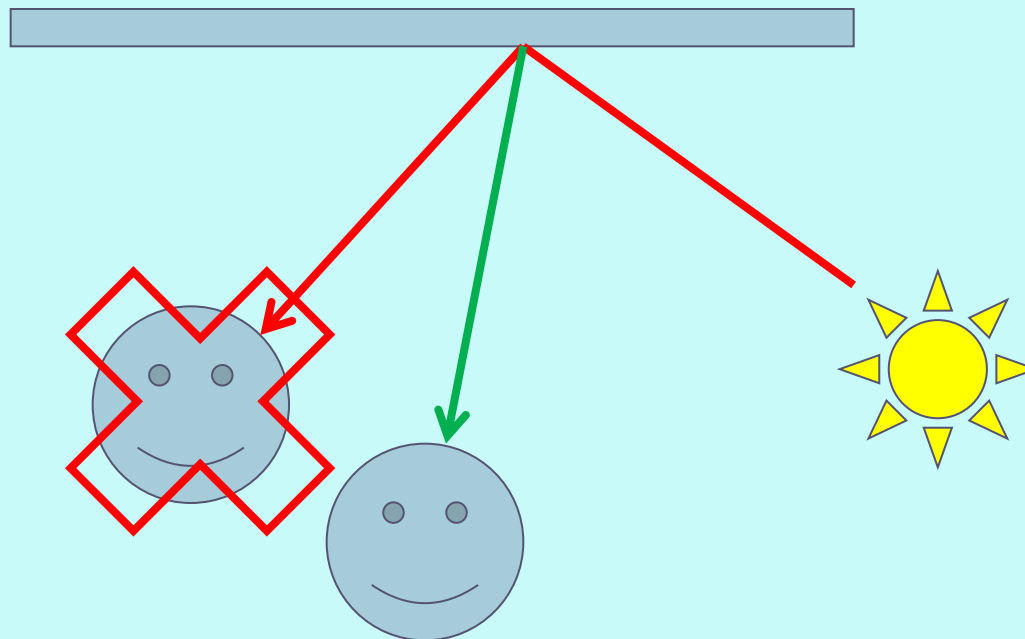
Virsmā ar mazāku emisiju, nekā uzstādīts mērierīcē, tiek parādīta ar zemāku šķietamo temperatūru nekā īstenībā



Atstarotais starojums

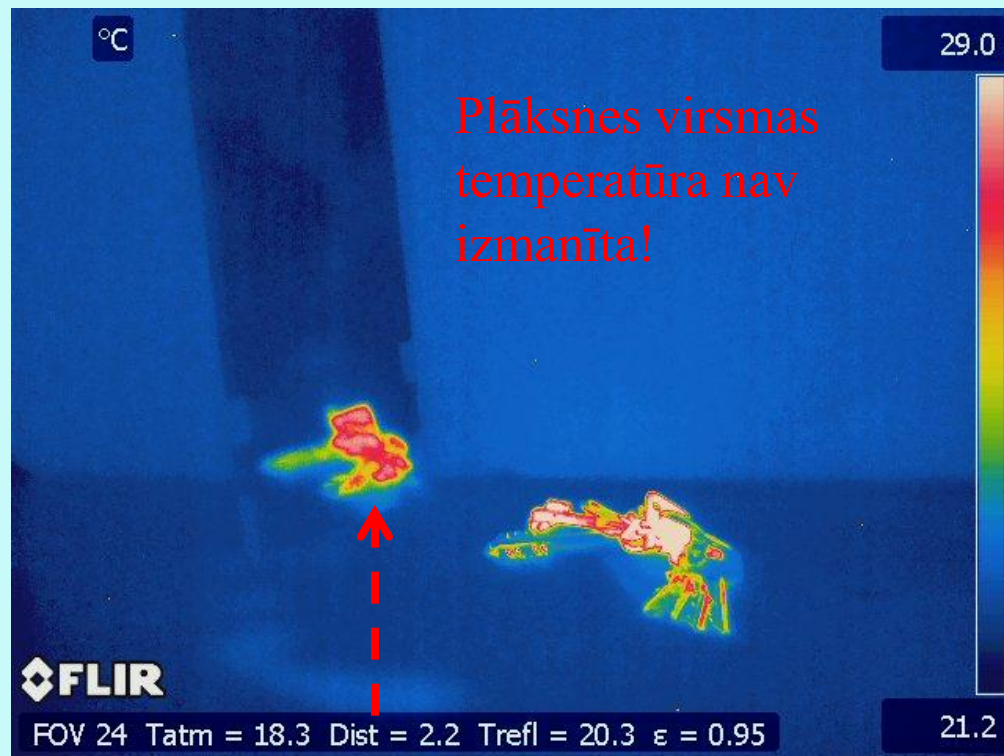
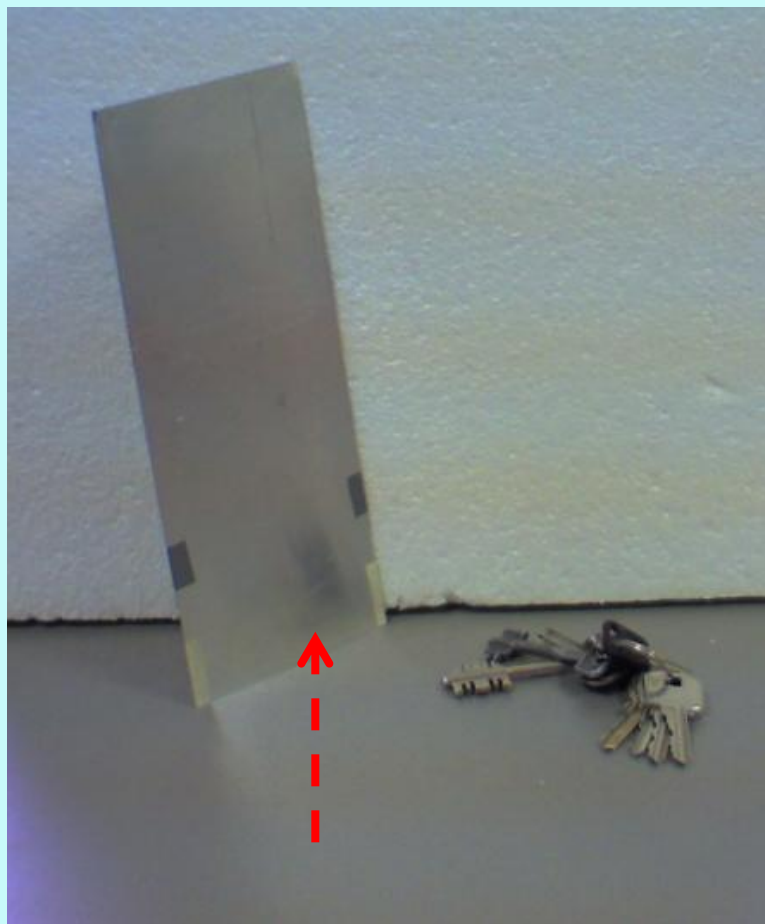
Virsmām ar nelielu emisiju (un gludām) ir vērojams cits efekts – orientēta atstarošanās (spoguļa efekts) no tām. Pārsvarā atstarošanās notiek līdzīgi arī redzamajā gaismā, bet ne vienmēr. Tāpēc ir svarīgi izvairīties no tādiem skatu punktiem, kad tiek reģistrēts nevis objekta izstarotais, bet no tā atstarotais citu objektu starojums.

Vai redzamā siltā zona ir atstarotais starojums, var vienkārši pārbaudīt, mainot skata leņķi.



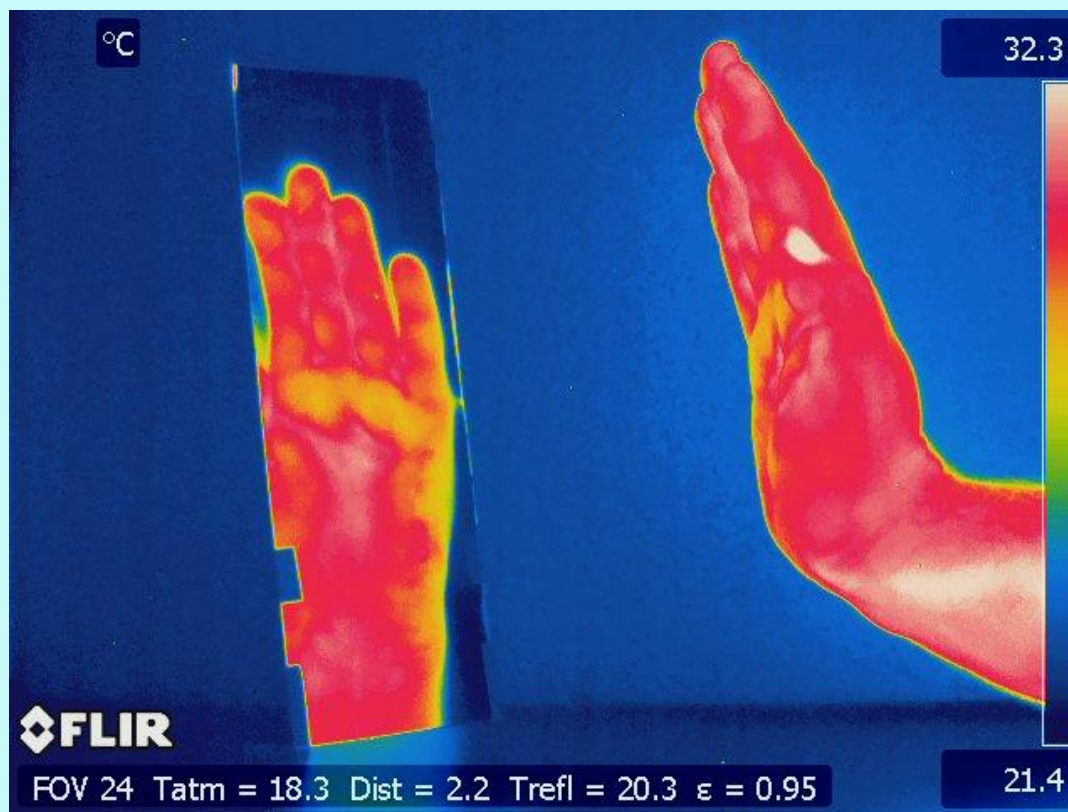
Atstarotais starojums

Tikko no kabatas izņemtas siltas atslēgas atspoguļojas metāla plāksnē ne tikai redzamajā gaismā, bet arī infrasarkanajā diapazonā, kurā notiek mērījumi



Atstarotais starojums

Siltās rokas atspīdums metālā plāksnē, kas nav saistīts ar tās faktisko temperatūru.

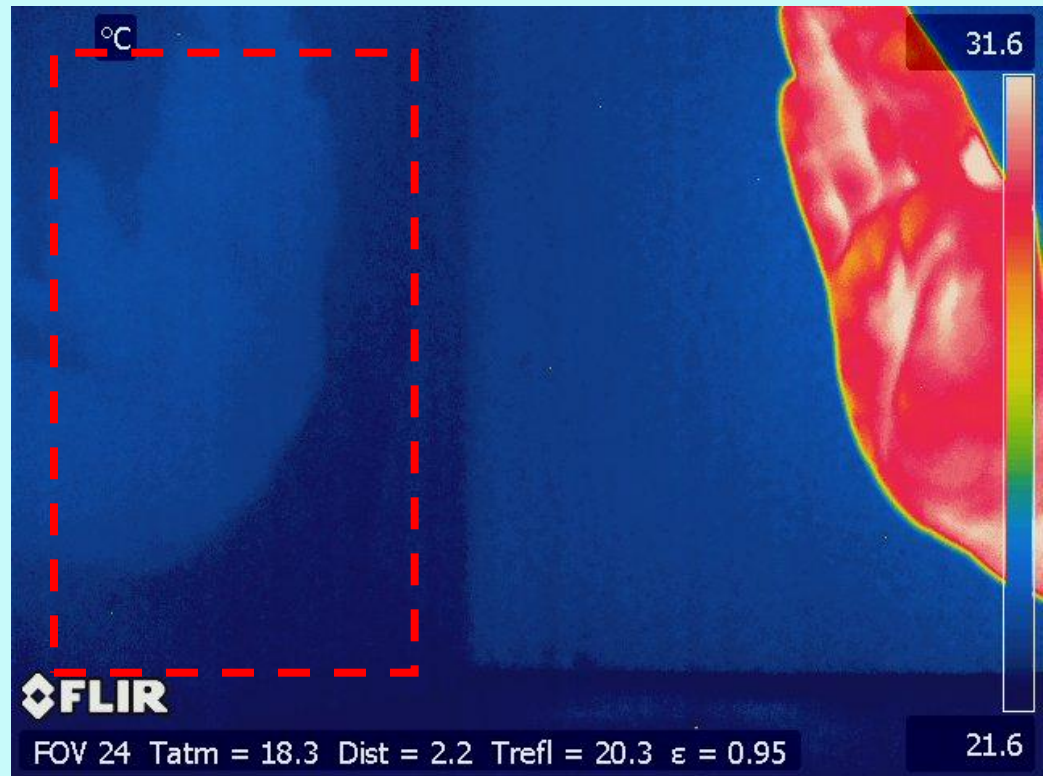
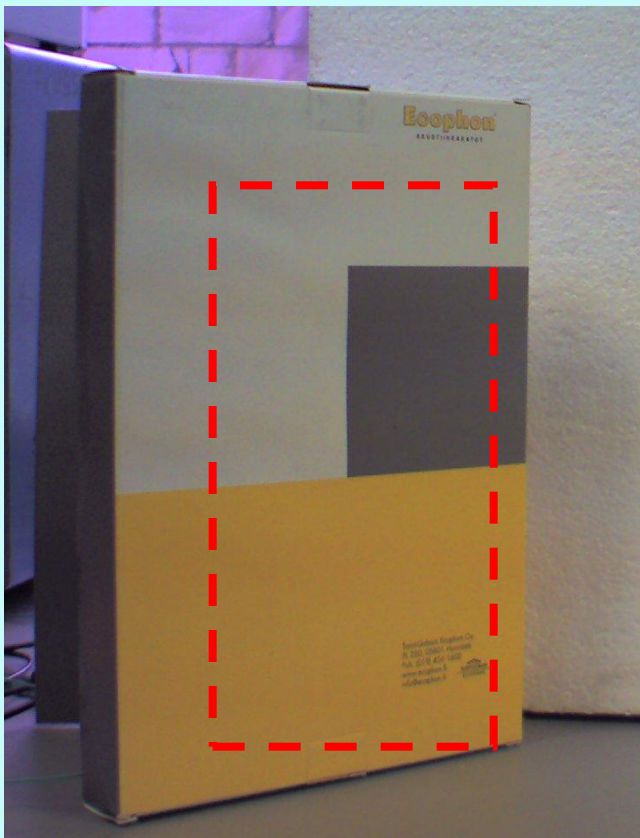


Redzamās gaismas diapazonā šai plāksnei orientētā atstarošana nav tik izteikta, jo tā nepietiekami gluda – infrasarkano staru viļņa garums lielāks



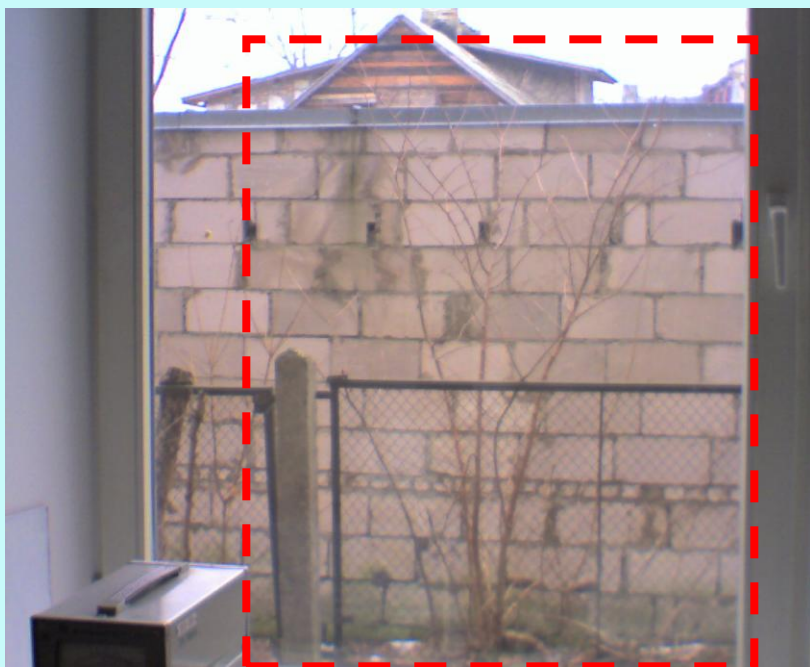
Atstarotais starojums

Citu priekšmetu atspulgi var tikt termogrāfiski konstatēti arī no tādām virsmās, kas redzamajā gaismā nav atstarotāji, piem., gludas (glancētas, lakotas) papīra vai koka virsmas



Atstarotais starojums

Logi - viens no visbiežāk sastopamajiem objektiem ēkās, kas redzamajā gaismā ir caurspīdīgs, bet infrasarkanajā var “strādāt” kā spogulis.



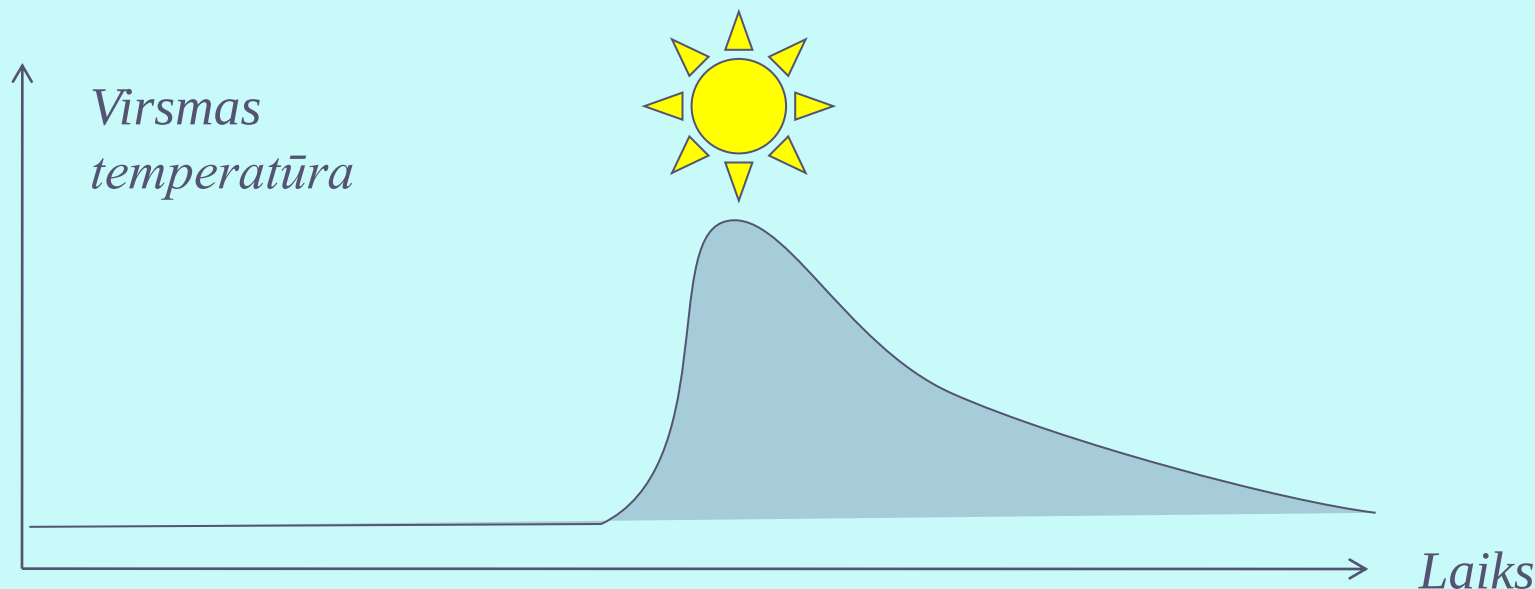
Īso infrasarkanā staru diapazonā ($\lambda \leq 4 \mu\text{m}$) logu stikls daļēji caurspīdīgs, bet garākiem viļņiem ($\lambda \geq 10 \mu\text{m}$) – praktiski necaurspīdīgs



Nestacionārie procesi

Lai pareizi novērtētu dažādu procesu ietekmi uz temperatūras sadalījumu un izslēgtu iespējamās kļūdas, bieži ir nepieciešams pareizi interpretēt nestacionāru (laikā mainīgu) procesu atstāto iespaidu.

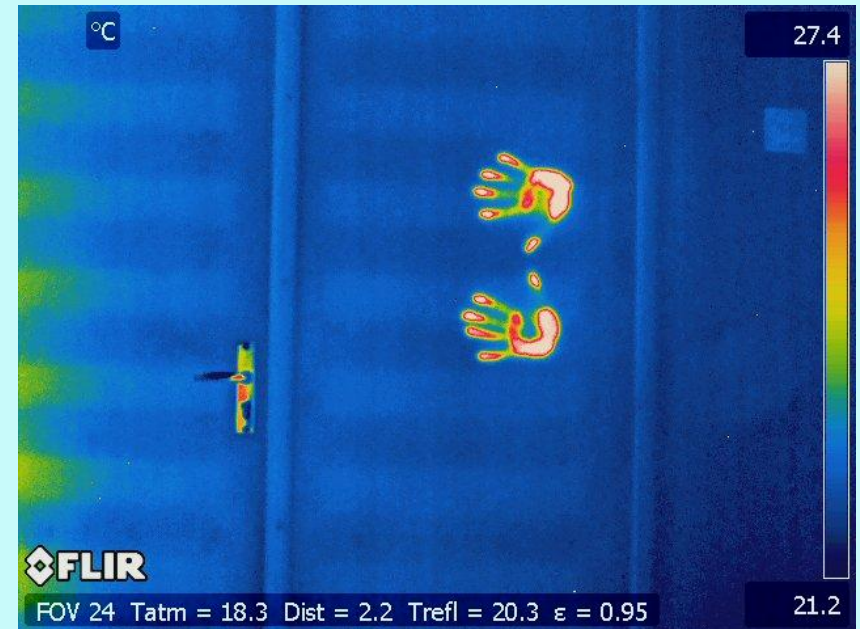
Piem., virsma var būt silta tāpēc, ka to pirms kāda laika ir apspīdējusi Saule, tādējādi paaugstinot virsmas temperatūru. Šajā gadījumā tas nav saistīts ar defektiem būvkonstrukcijā.



Nestacionārie procesi



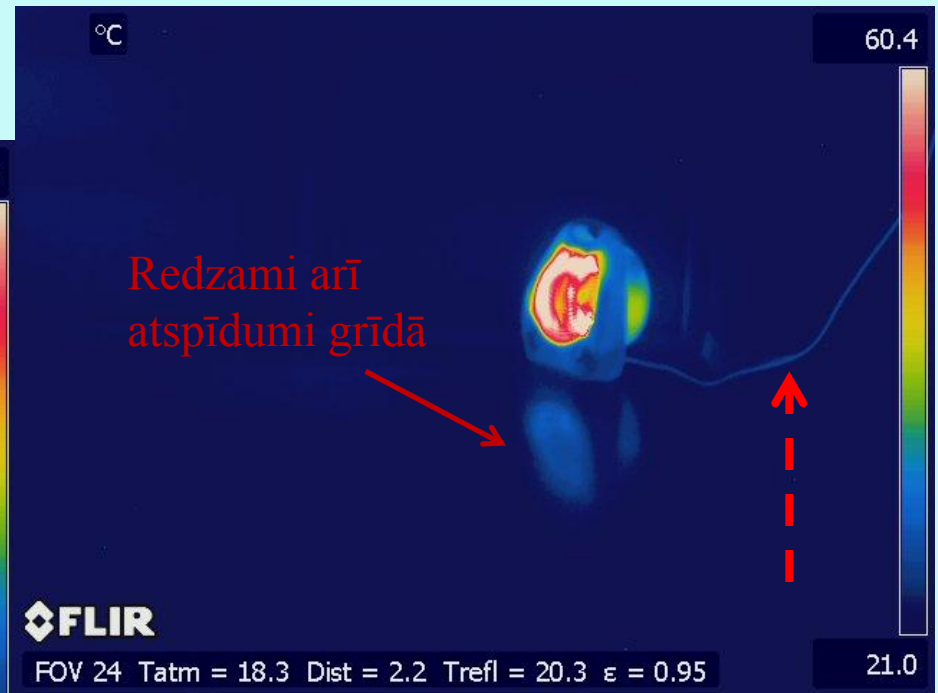
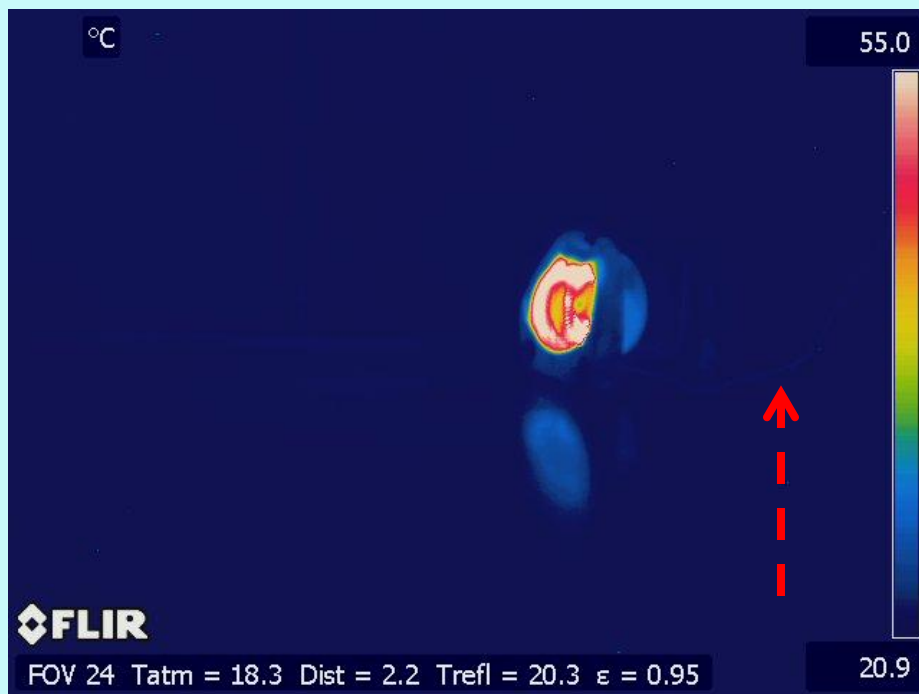
Uz konstrukcijas virsmas ir redzami paaugstinātas temperatūras apgabali vietās, kuras nesen bijušas kontaktā ar augstākas (vai zemākas) temperatūras ķermeni. Līdzīgi virsmu var uzsildīt arī starojuma ceļā (piem., Saule) vai arī ar siltas gāzes/šķidruma plūsmu.



Nestacionārie procesi

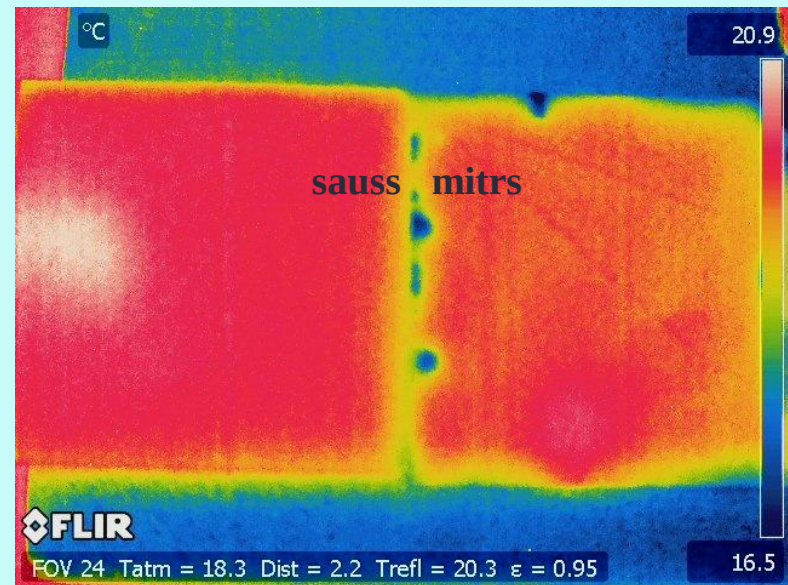


Dažādu elektrisko iekārtu sastāvdaļas (piem., elektrības vadi, motors) uzsilst tikai vairāku minūšu laikā pēc to ieslēgšanas



Iztvaikošana no virsmas

Intensīva iztvaikošana no virsmas izraisa tās temperatūras samazināšanos, tādā veidā var atklāt mitras būvkonstrukcijas, kā arī ūdens un tā tvaiku (mitruma) cirkulācijas ceļus būvkonstrukcijās un kondensācijas vietas.

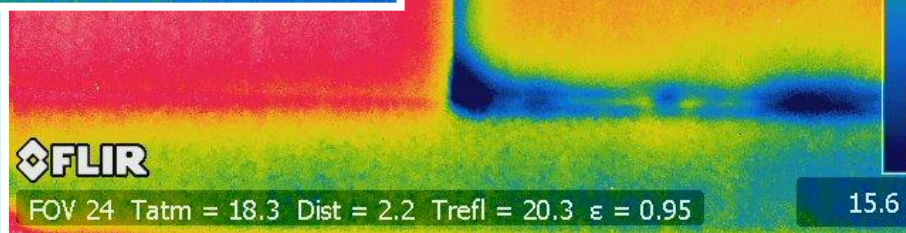
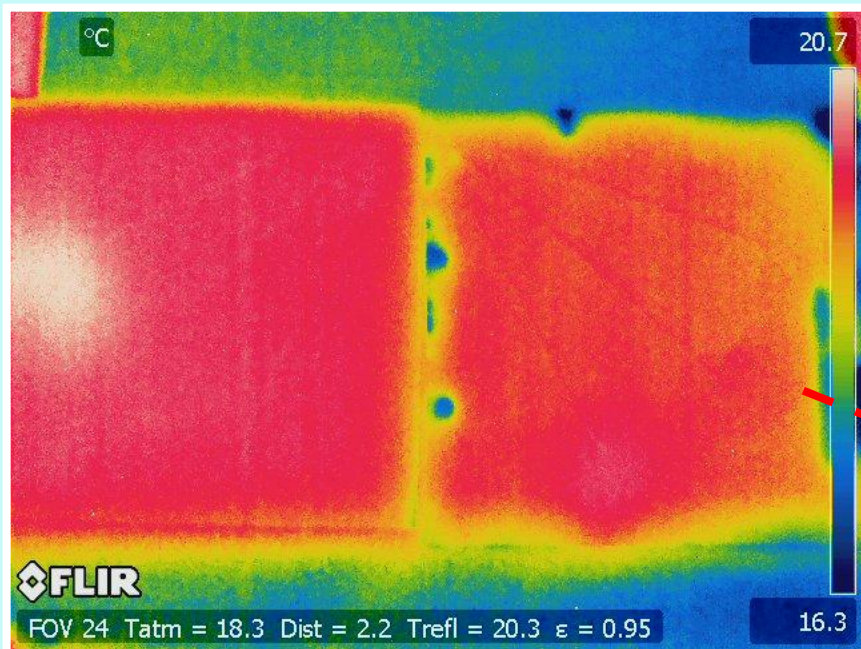


Tipiska kļūda termogrāfijisko attēlu interpretācijā ir mitru konstrukciju jaukšana ar labi siltumizolējošām



Iztvaikošana no virsmas

Palielināta gaisa kustības intensitāte gar mitrām virsmām izraisa intensīvāku iztvaikošanu un samazina virsmas temperatūru.



Gaisa kustības efekti

Ēkās ar vieglām būvkonstrukcijām (reģipsis, akmens vate, koka karkasi), kur, pateicoties nepietiekamam blīvējumam, ir iespējama gaisa cirkulācija pašās norobežojošās konstrukcijās, termogrāfisko attēlu analīzes rezultātā var identificēt gaisa ieplūdes/izplūdes izraisītās virsmas temperatūras izmaiņas.

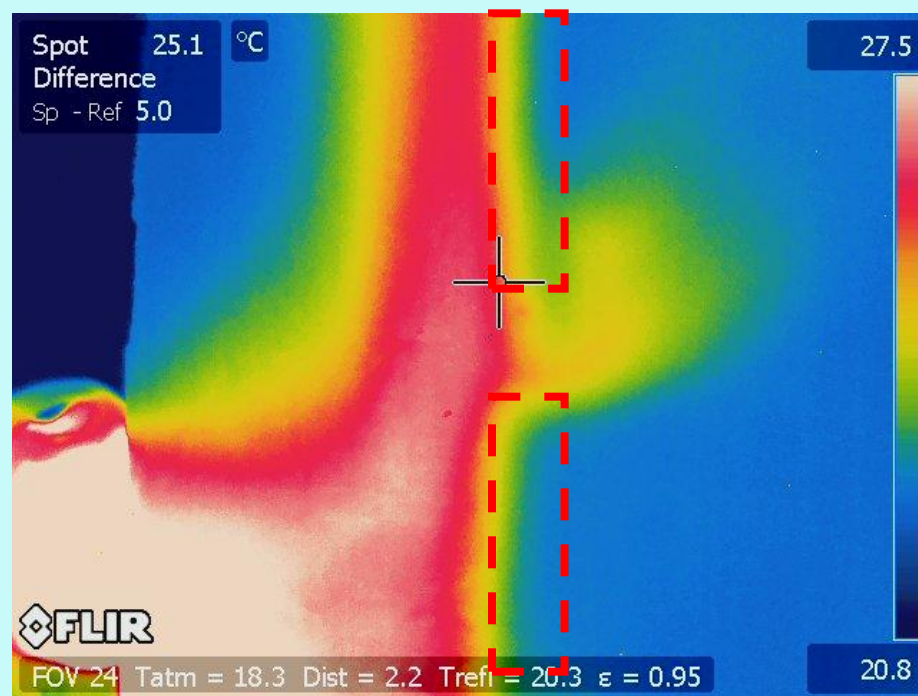
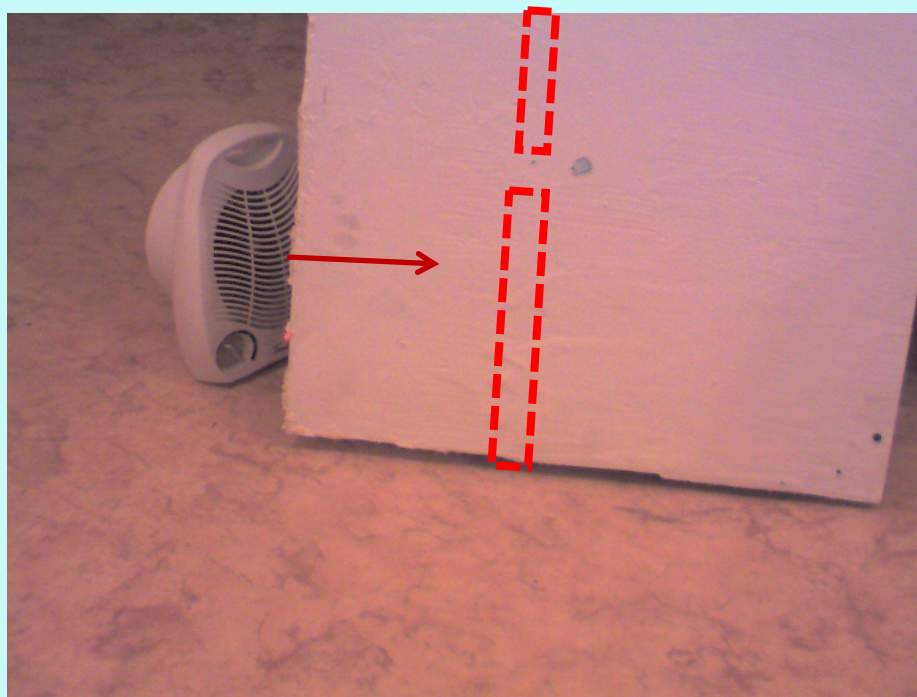
Veicot apskati no iekšpuses, parādās pazeminātās temperatūras zonas, bet no ārpuses – paaugstinātās. Šādām zonām ir neregulāras, difūzas (izplūdušas) formas.

Bezvēja laikā šādi defekti vispār var netikt atklāti, jo gaisa cirkulācijas nav, vai tā ir neliela un to nosaka tikai termiskā konvekcija (piem., skursteņa efekts). Tāpēc termogrāfisko diagnostiku ir ieteicams veikt kopā ar pārspiediena/zemspiediena uzturēšanas iekārtu *BlowerDoor*, mākslīgi radot intensīvu gaisa plūsmu caur spraugām un dobumiem būvkonstrukcijās.



Gaisa kustības efekti

Siltā gaisa cirkulācija ir labi redzama aiz režģša plāksnes, kur karkasā ir atstāta sprauga



Gaisa ieplūdes zona vienā būvkonstrukcijas pusē var atrasties ļoti tālu no tās izplūdes vietas būvkonstrukcijas otrā pusē.



ES perspektīvas – radikāla siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas samazināšana līdz 2020.g.

1. Jaunā ēku energoefektivitātes direktīva nosaka, ka no 2019.g. ceļamajām publiskajām ēkām un no 2021.g. visām jaunajām ēkām jābūt “**gandrīz nulles enerģijas ēkām**”
2. Šīm ēkām ir ļoti augsta energoefektivitāte, tām nepieciešamā nelielā enerģijas daudzuma būtiska daļa tiek iegūta no atjaunojamiem resursiem un ietver uz vietas vai tuvumā saražoto atjaunojamo enerģiju
3. Ko nozīmē “gandrīz nulles enerģijas ēka”, cik liela daļa enerģijas jāiegūst no atjaunojamiem resursiem un ko nozīmē “tuvumā saražotā atjaunojamā enerģija” ir jādefinē nacionālā līmenī.
4. Latvijai līdz 2012.g. jūnijam jāizstrādā savi normatīvie dokumenti šīs Direktīvas ieviešanai



Referāts un prezentācija sagatavotas, izmantojot Eiropas reģionālās attīstības fonda (ERAF) līdzfinansēta LU projekta Nr. 2011/0003/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/041 atbalstu



Dzīvojiet silti, bet taupīgi!

Kontakti:

Rīga, Zeļļu iela 8, tel. 7033780; mail:ajakov@latnet.lv; www.modlab.lv

