

# Siltumsūkņu jaudas ietekme uz sasniedzamo efektivitāti auksta klimata apstākļos



ILZE DIMDIŅA  
MG.SC.ING.



EIROPAS SAVIENĪBA



EIROPAS REĢIONĀLĀS  
ATTĪSTĪBAS FONDS

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Projekta Nr. 2011/0003/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/041

# Apkures jaudas aprēķins. Siltuma zudumi.

2

- **Siltuma zudumi ar pārvadi  $Q_T$ , W:**

$$Q_T = \sum U_i A_i \cdot (t_{in} - t_{out}), \text{ kur}$$

$U_i$  - būvelementa  $i$  aprēķina siltuma caurlaidības koeficients  $W/(m^2 K)$ ;

$A_i$  - būvelementa  $i$  projektējamais laukums,  $m^2$ ;

$t_{in}$  - iekšējā gaisa temperatūra telpā,  $^{\circ}C$ ;

$t_{out}$  - āra gaisa temperatūra,  $^{\circ}C$ ;

- **Siltuma zudumi ar ventilāciju  $Q_{VE}$ , W:**

$$Q_{VE} = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{in} - t_{out}), \text{ kur}$$

$V$  – gaisa daudzums,  $m^3/h$ ;

$\rho$  - gaisa blīvums,  $kg/m^3$ ;

$c$  - gaisa siltumietilpība,  $Wh/(kg \text{ } ^{\circ}C)$ ;

- **Iekšējie siltuma ieguvumi**

# Apkures jaudas aprēķins. Siltuma inerce.

3

## LBN 002-01 “Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika”

- 51. Būvelementa siltuma inerci  $D$  aprēķina, izmantojot formulu (9):

$$D = \Sigma S_i / U = \Sigma R_i S_i, \quad \text{kur (9)}$$

$S_i$  - būvelementa siltumapgaves koeficients  $W/(m^2 \times K)$ ;

$R_i$  - būvelementa aprēķina siltumpretestība  $(m^2 \times K)/W$ , ko nosaka, izmantojot formulu (10):

$$R_i = 1/U_i \quad (10)$$

- 52. Būvelementa siltumapgaves koeficientu  $S_i$  aprēķina, izmantojot formulu (11):

$$S_i = 0,27 \sqrt{\lambda \rho (0,001c + 0,04\omega)} \quad W/(m^2 \times K), \quad \text{kur (11)}$$

$\lambda$  - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla siltumvadītspēja  $W/(m \times K)$ ;

$\rho$  - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla blīvums  $(kg/m^3)$ ;

$c$  - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla īpatnējā siltumietilpība  $J/(kg \times K)$ ;

$\omega$  - būvmateriāla vai siltumizolācijas materiāla svara mitrums procentos  $(kg/kg) \times 100$ , ko nosaka saskaņā ar šī būvnormatīva pielikuma 5.tabulu.

- 54. Būvelementa **siltuma inerci  $D$  izmanto apkures un ventilācijas sistēmu jaudas aprēķinos** saskaņā ar Latvijas būvnormatīvu LBN 231 “Ēku apkure un ventilācija”.

*Norobežojošās konstrukcijas spēja dzēst temperatūras un siltuma plūsmas izmaiņas sauc par siltumnoturību jeb tilpuma siltumizolāciju. Tā nosaka iekšējās virsmas temperatūru svārstību amplitūdu.*

# Apkures jaudas aprēķins. Temperatūra.

4

Apkures jaudas aprēķina āra gaisa temperatūra  $t_{out}$ , °C, atbilstoši ēkas siltuma inercei D un LBN 003-01 [4, 8]

Ēkas aprēķina siltumnerce D	Ēkas siltumnerces kvalificējums	Āra gaisa temperatūra $t_{out}$ , °C, Rīgai, pēc LBN 003-01
$D < 1.5$	Bezinerces ēka	<b>- 34.9</b> Absolūtā minimālā, iespējama 1x gadā
$4 > D \geq 1.5$	Mazas siltumnerces ēka	<b>- 31.0</b> Apkures sezonas visaukstākās diennakts vidējā (iespējama reizi 10 gados)
$7 > D \geq 4$	Vidējas siltumnerces ēka	<b>-24.6</b> Apkures sezonas visaukstāko piecu dienu vidējā. 98% nodrošinājums
$D \geq 7$	Lielas siltumnerces ēka	<b>-20.7</b> Apkures sezonas visaukstāko piecu dienu vidējā. 92% nodrošinājums

Apkures perioda vidējā āra gaisa temperatūra Rīgā 0.0 °C [4]

5 gadu monitoringa periodā āra gaisa temperatūra  $t_{out} < - 20.7$  °C vidēji 30 h gadā [2]

# Gaisa siltumsūkņa efektivitāte. COP.

5

- **COP** – no angļu val. “Coefficient of Performance”:

**efektivitātes koeficients =  $\frac{\text{efektīvā sildīšanas jauda, kW}}{\text{efektīvā elektrības ieejas jauda, kW}}$**

Iekārtas deklarētās kapacitātes koeficients  $\text{COP}_{\text{DC}}$  ( $\text{EER}_{\text{DC}}$ ) raksturo ierīces deklarētās sildīšanas (dzesēšanas) jaudas (kW) un nominālās ieejas sildīšanas (dzesēšanas) jaudas (kW) attiecību **pie nominālajiem standartapstākļiem sildīšanas (dzesēšanas) režīmā**, piemēram:

- 1) nepārtraukts darba režīms;
- 2) nominālas āra un iekštelpu gaisa vērtības;
- 3) 100% ražības un jaudas noslodze

**Pie āra gaisa temperatūras: +7°C.**

# Gaisa siltumsūkņa efektivitāte. SCOP.

6

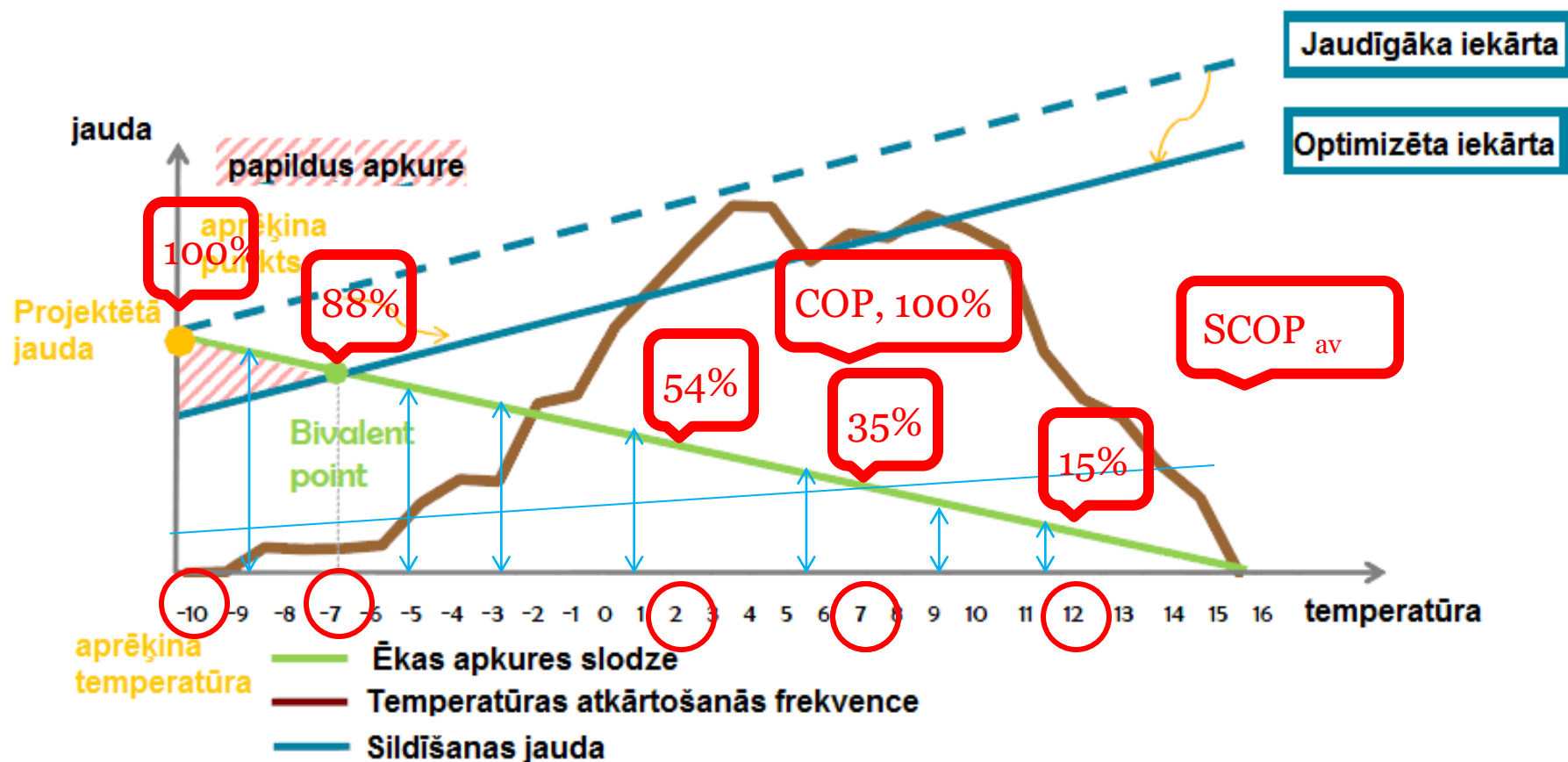
- **SCOP** – no angļu val. “Seasonal Coefficient of Performance” – iekārtas sezonālais veiktspējas koeficients =  $\frac{\text{sildīšanas patēriņš, kWh}}{\text{elektroenerģijas patēriņš, kWh}}$ , kur sildīšanas patēriņu [kWh] aprēķina no gada sildīšanas pieprasījuma, pie noteiktiem obligātiem nosacījumiem (definēti EN 14825:2012) un izmantojami marķēšanai, salīdzināšanai un sertifikācijai;
  - **elektroenerģijas patēriņš [kWh]** ietver elektroenerģijas patēriņu iekārtas režīmos: aktīvais, termostats “off”, gaidīšanas, kartera sildīšana\* un elektr. piesildītājs\*\*
  - **SCOPon** – aktīvā režīma sezonālais veiktspējas koeficients – *ņem vērā tikai iekārtas elektroenerģijas patēriņu aktīvā režīmā un elektrisko piesildīšanu \*\**
  - **SCOPnet** – aktīvā režīma sezonālais veiktspējas koeficients – *ņem vērā tikai iekārtas elektroenerģijas patēriņu aktīvā režīmā*
- \* Režīms ar ieslēgtu kartera sildītāju ir stāvoklis, kad iekārta ir aktivizējusi kompresora kartera sildītāju, lai novērstu aukstumaģenta nonākšanu kompresorā un kompresora palaišanas brīdī samazinātu aukstumaģenta koncentrāciju kompresora eļļā
- \*\* Tiek ņemta vērā pēc apsildes nepieciešamības, neatkarīgi vai ir iebūvēta iekārtā vai nav, COP=1

**Āra gaisa temperatūra apkures jaudas aprēķinam:** -10°C vidējam (average-A), -22°C aukstam (colder-C), +2°C siltam (warmer-W); iekštelpu temp. +20°C.

# Ēkas siltuma patēriņš un gaisa siltumsūkņa jauda.

7

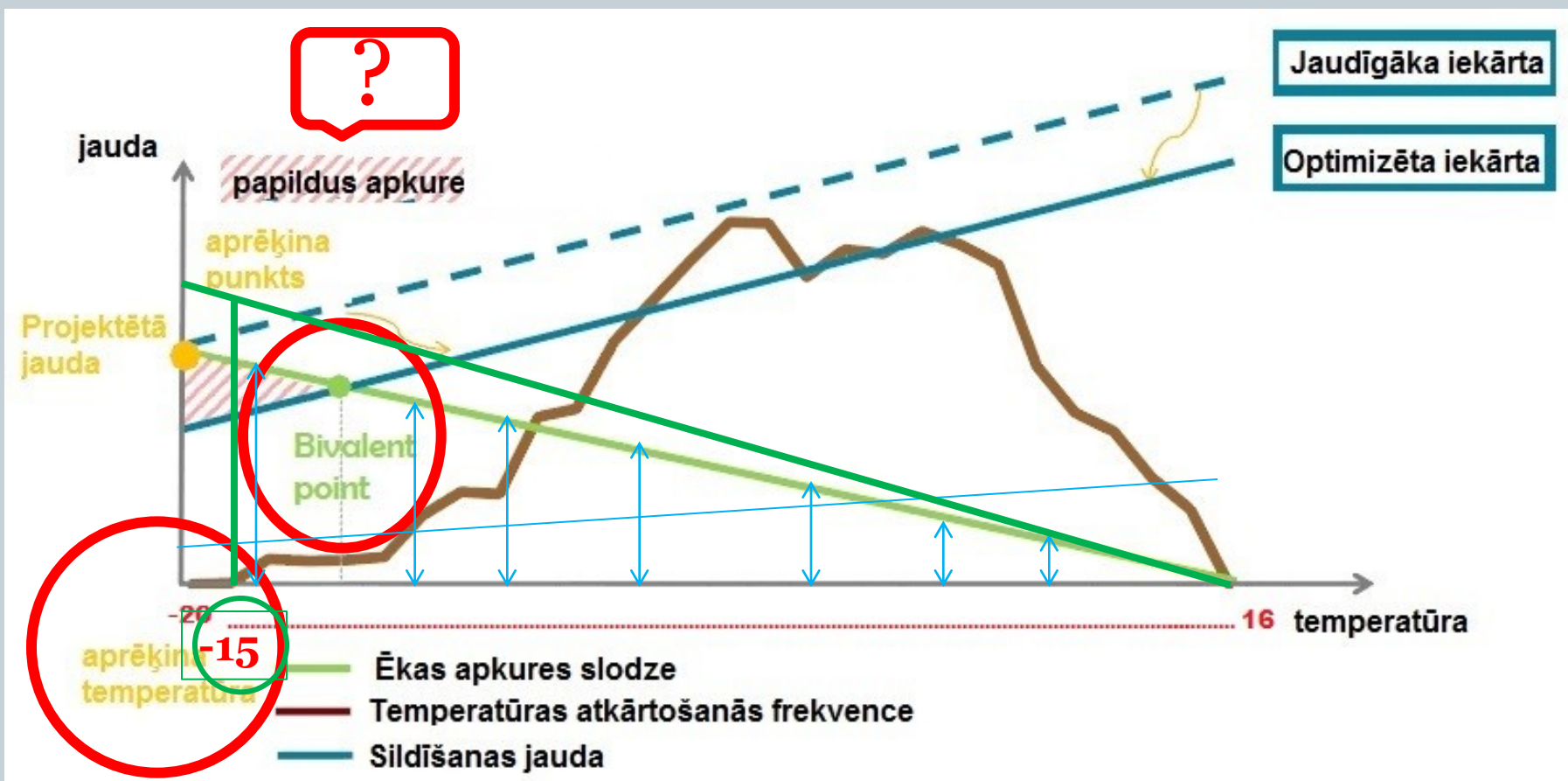
Vidējāka klimata apkures parametru raksturlīkne [7]  
(āra gaisa temperatūra apkures jaudas aprēķinam -10 C)



# Ēkas siltuma patēriņš un gaisa siltumsūkņa jauda.

8

## Latvijas klimatam korigēta apkures jaudas aprēķina temperatūra





# Eksperimentālie stendi. Mikroklimats.

9

**Siltumsūknis gaiss-gaiss, **tehniskie dati:****

**Dzesēšanas jauda** 2.8 kW, EER=5,00, SEER=4,91;

**Sildīšanas jauda** 3.6 kW, COP=5,14, SCOP<sub>av</sub>=5,08;

**Āra gaisa padeve** 24 ...32 m<sup>3</sup>/h;

**Gaisa sausināšana un mitrināšana.**



**Ururu-Sarara (Daikin)**

# Eksperimentālie stendi. Apkures jauda.

10



- Optimālas **apkures jaudas aprēķina āra gaisa temperatūras** tests dažādas siltuma inerces ēkām ekspluatācijas apstākļos
- **Gaisa siltumsūkņu optimālas jaudas izvēle** augstāku energoefektivitātes rādītāju sasniegšanai
- Dažādu **apkures risinājumu efektivitāte** zema siltumenerģijas patēriņa ēkās auksta klimata apstākļos

# Izmantotā literatūra

1. Akmens P., Krēsliņš A. Ēku apkure un ventilācija. I un II daļa. – Rīga: Zvaigzne ABC, 1995.
2. Gaujēna B., Ēku norobežojošo konstrukciju materiālu īpašību ietekme uz mikroklimatu telpās. Promocijas darba kopsavilkums. – Rīga, 2013.
3. LR Ministru kabinets. Noteikumi Nr.348 no 25.06.2013., „Ēkas energoefektivitātes aprēķina metode”. – Rīga: Latvijas Vēstnesis, 2013.
4. LR Ministru kabinets. Noteikumi Nr.376 no 23.08.2001., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 003-01 „Būvklimatoloģija”. – Rīga: Latvijas Vēstnesis, 2001.
5. LR Ministru kabinets. Noteikumi Nr.495 no 27.11.2001., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 002-01 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika”. – Rīga: Latvijas Vēstnesis, 2001.
6. LR Ministru kabinets. Noteikumi Nr.534 no 23.09.2003., Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 231-03 „Dzīvojamo un publisko ēku apkure un ventilācija”. – Rīga: Latvijas Vēstnesis, 2003.
7. Verdiesen I., “Seasonal Efficiency for dummies”. Daikin Academy.
8. Vrubļevskis V., Ēku siltuma un mitruma izolācija. Lekciju materiāli.

# Paldies par uzmanību!

12

## **Ilze Dimdiņa**

AVK sistēmu projektētāja, ēku energoauditore

SIA “Indutek LV”

Uriekstes iela 2a, Rīga, LV-1005, Latvija

Mob.tālr.: +371 26523622

E-pasts: [ventilation@indutek.lv](mailto:ventilation@indutek.lv)

[ilze.dimdina@gmail.com](mailto:ilze.dimdina@gmail.com)

[www.indutek.lv](http://www.indutek.lv)