



ES “Horizon2020” programmas finansēts projekts “Centralizētās siltumapgādes sistēmu darbības uzlabošana Centrāleiropā un Austrumeiropā” (KeepWarm) Granta Līgums Nr. 784966

# CSA indikatoru analīze pārejai uz 4PSS

M.Sc.ing. Ieva Pakere

RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts  
[www.videszinatne.lv](http://www.videszinatne.lv)

14.11.2018



# Saturs

- 4PSS aktualitāte
- Pilotprojektu piemēri
- Stratēģija pārejai uz 4PSS
- Pilotprojekta identificēšana un analīze
- CSA Indikatori



# Kāpēc aktuāli?

1. Ēku energoefektivitātes paaugstināšanās
2. Fosilo kurināmo cenu pieaugums
3. Pieaugošās vides prasības

1. Siltumenerģijas patēriņa samazināšanās
2. Ražošanas izmaksu paaugstināšanās
3. Nepieciešamība integrēt atjaunīgos energoresursus

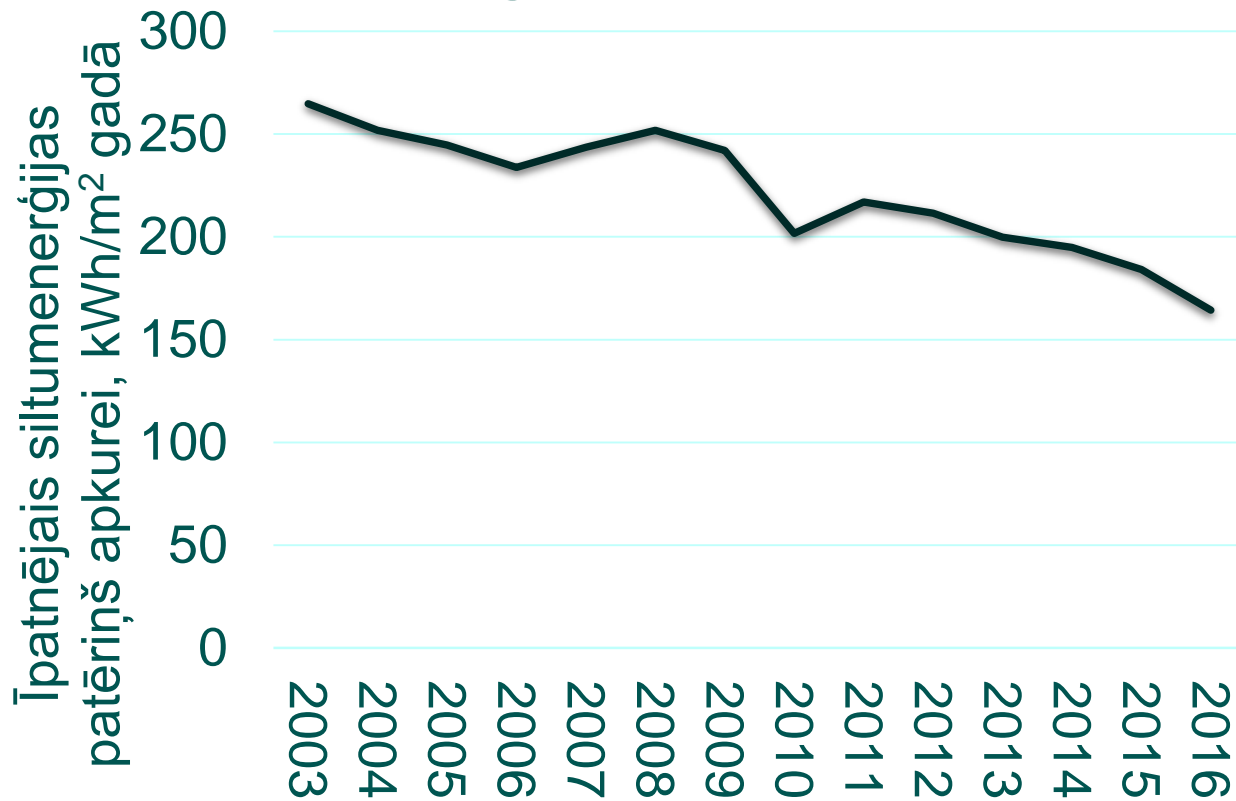
## 4PSS koncepts

Lai centralizētā siltumapgāde saglabātu izmaksu efektivitāti

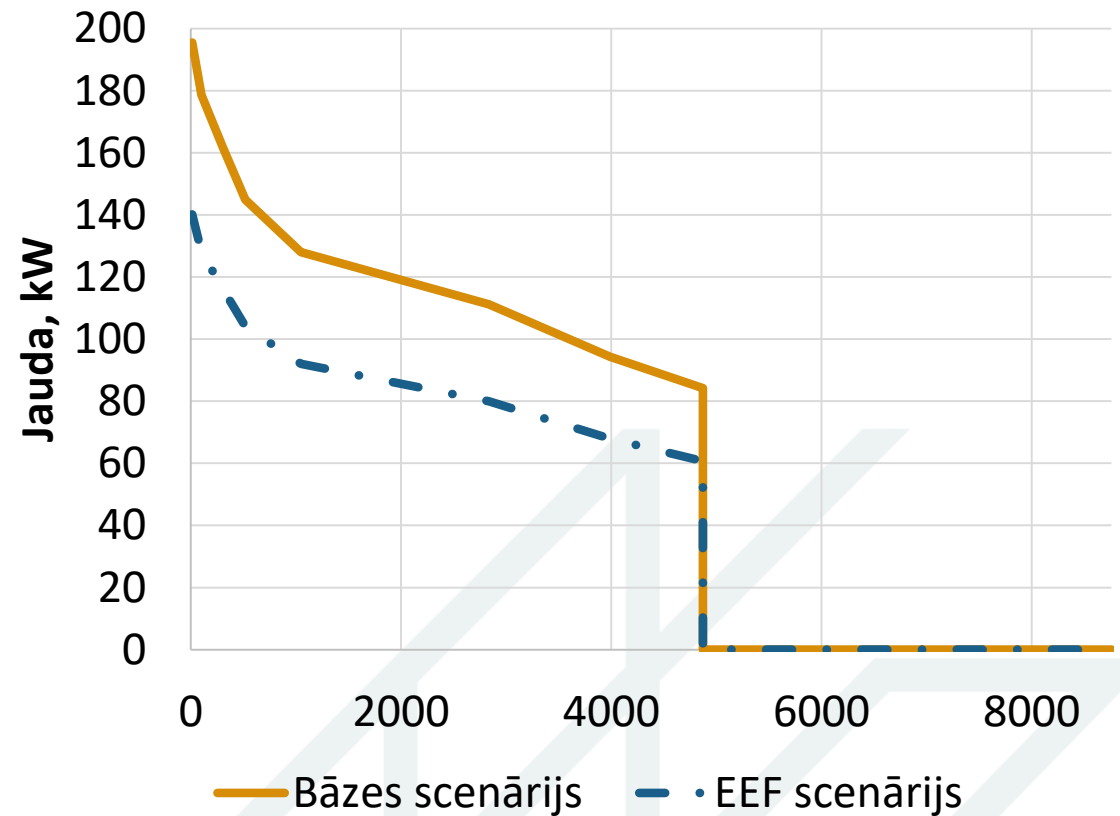


# Ēku apkures patēriņa izmaiņu tendences Latvijā

## Ēku energoefektivitātes paaugstināšanās



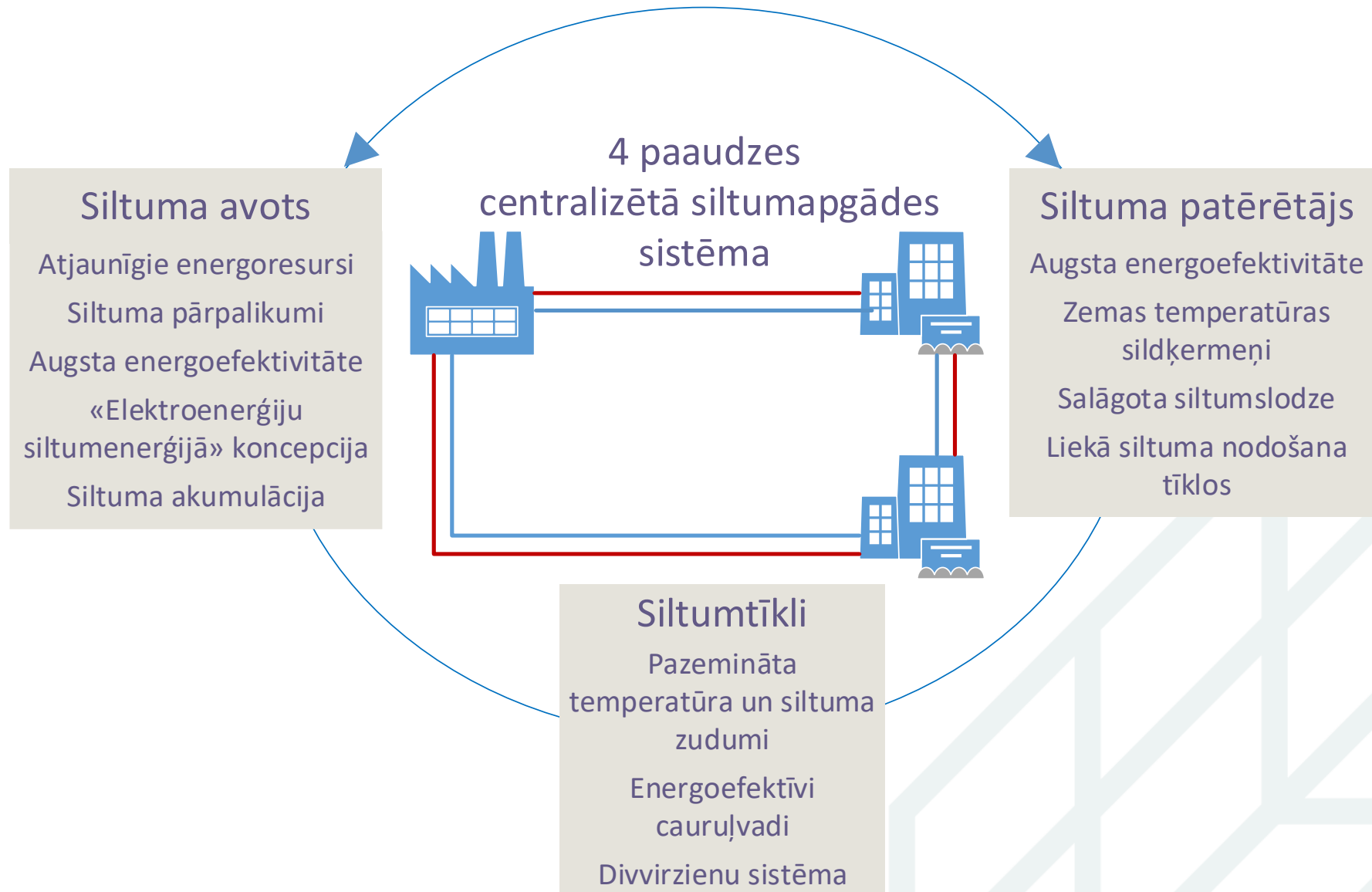
## Izmaiņas siltumslodzē



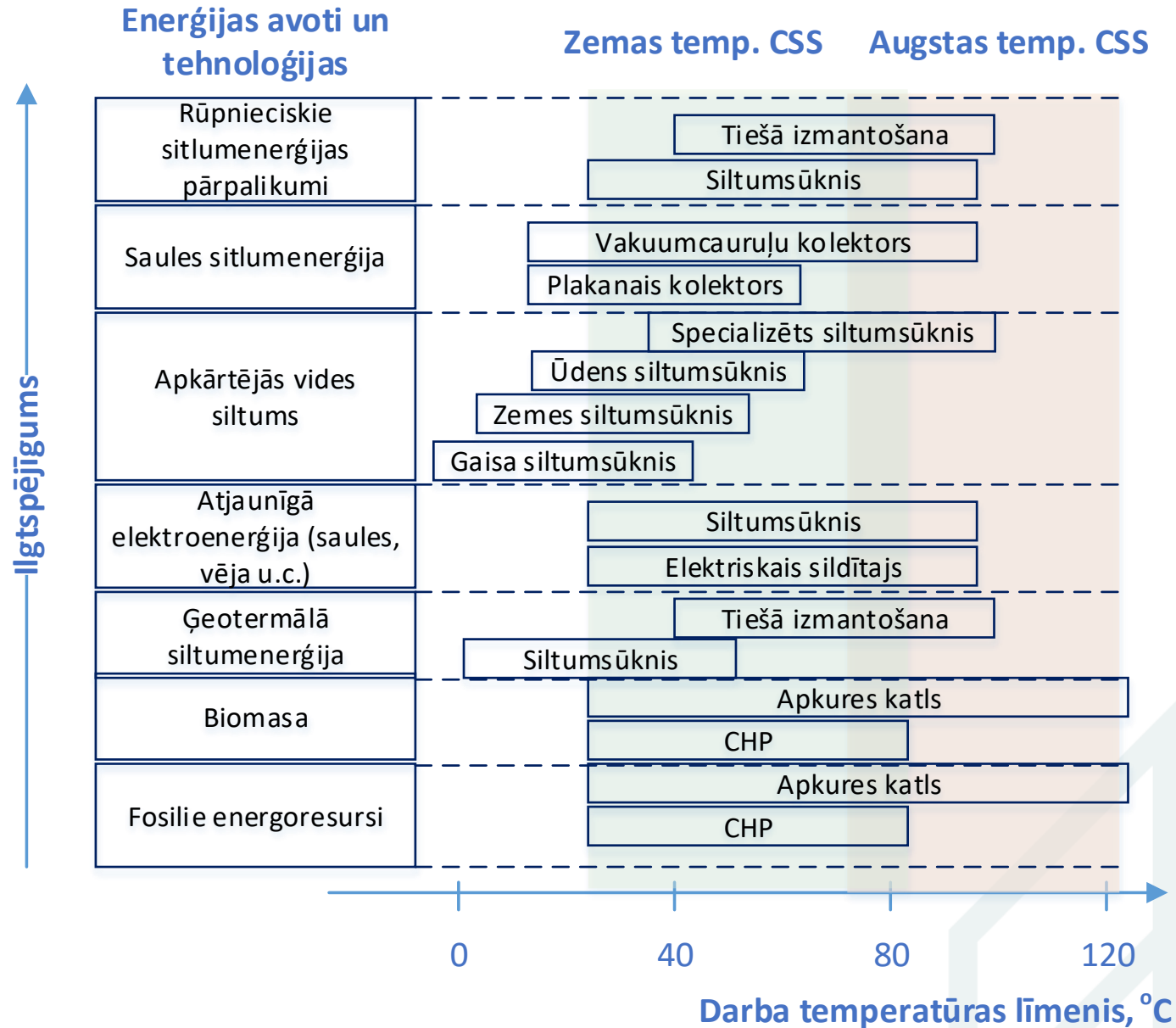
Avots: ODYSEE indikatoru datubāze// Pieejama tiešsaistē: <http://www.odysseemure.eu/project.html>



# Sistēmas elementi



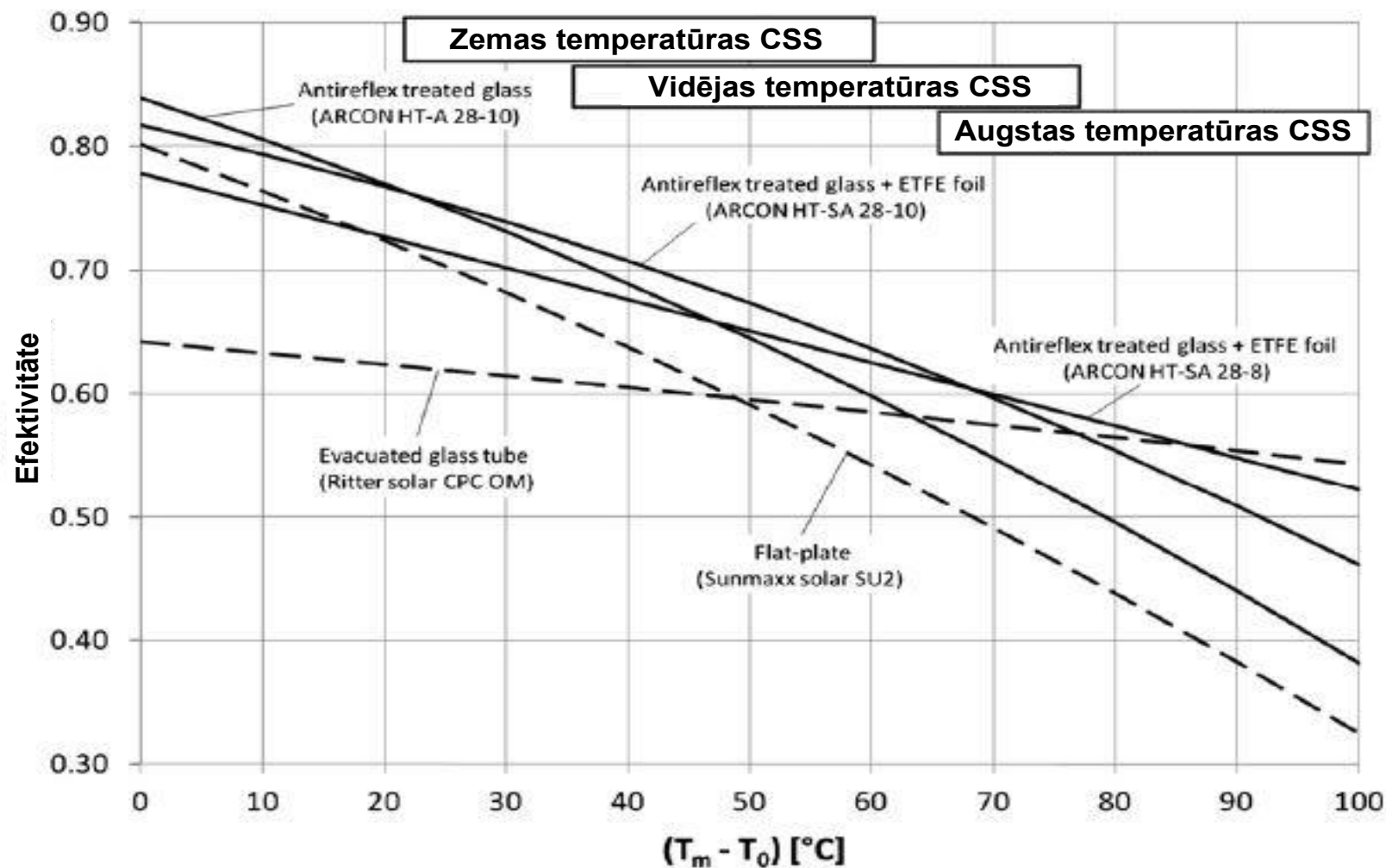
# Energoavoti



Avots: Li Y., Rezgui Y, Zhua H. District heating and cooling optimization and enhancement – Towards integration of renewables, storage and smart grid // Renewable and Sustainable Energy Reviews 72 (2017) 281–294.lpp



# Saules kolektoru efektivitāte



# Pilotprojekts- Lūstrupā, Dānijā

## Zema patēriņa ēku mikrorajons

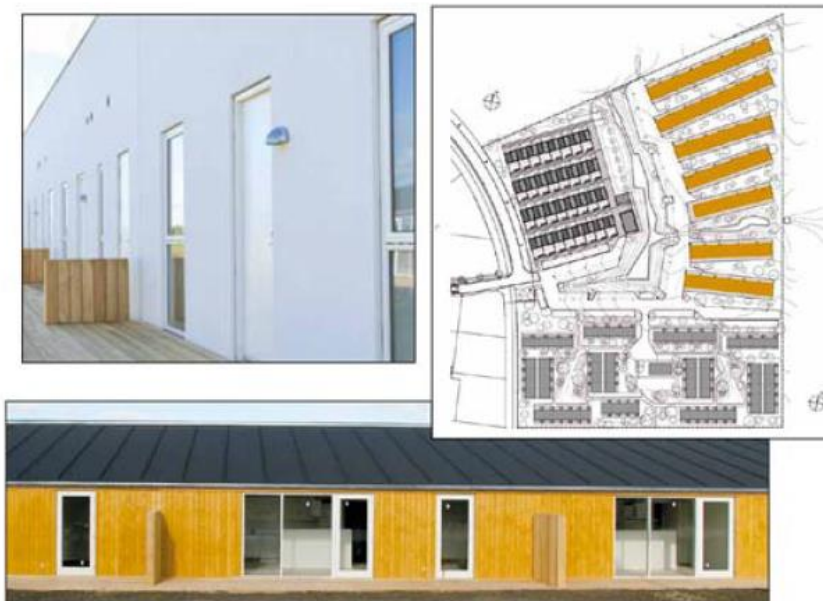
Apkure un karstais ūdens 7 rindu mājām, kopējā apkurināmā platība 4115 m<sup>2</sup>;

Ēku siltumenerģijas patēriņš 58 kWh/m<sup>2</sup> gadā (50 kWh/m<sup>2</sup> apkurei);

**Enerģijas avots:** Pilsētas siltumapgādes sistēma, sajaucot turpgaitas un atgaitas plūsmas

**Patērētāji:** Radiatoru un grīdas apkure, pielāgota karstā ūdens sagatavošanas sistēma

**Siltumtīkli:** Turpgaitas temperatūra 55°C, paaugstināts spiediens, pielāgotas caurules





# Pilotprojekts- Sonderbajā, Dānijā

## Vienģimenes ēku mikrorajons

Apkure un karstais ūdens 75 privātmājām, kopējā apkurināmā platība 11230 m<sup>2</sup>;

- **Enerģijas avots:** Pilsētas siltumapgādes sistēma
- **Patērētāji:** Renovētas ēkas, grīdas apkure, pielāgota karstā ūdens sagatavošanas sistēma
- **Siltumtīkli:** Turpgaitas temperatūra 55/40°C, no standarta sistēmas atgaitas plūsmas (81%)

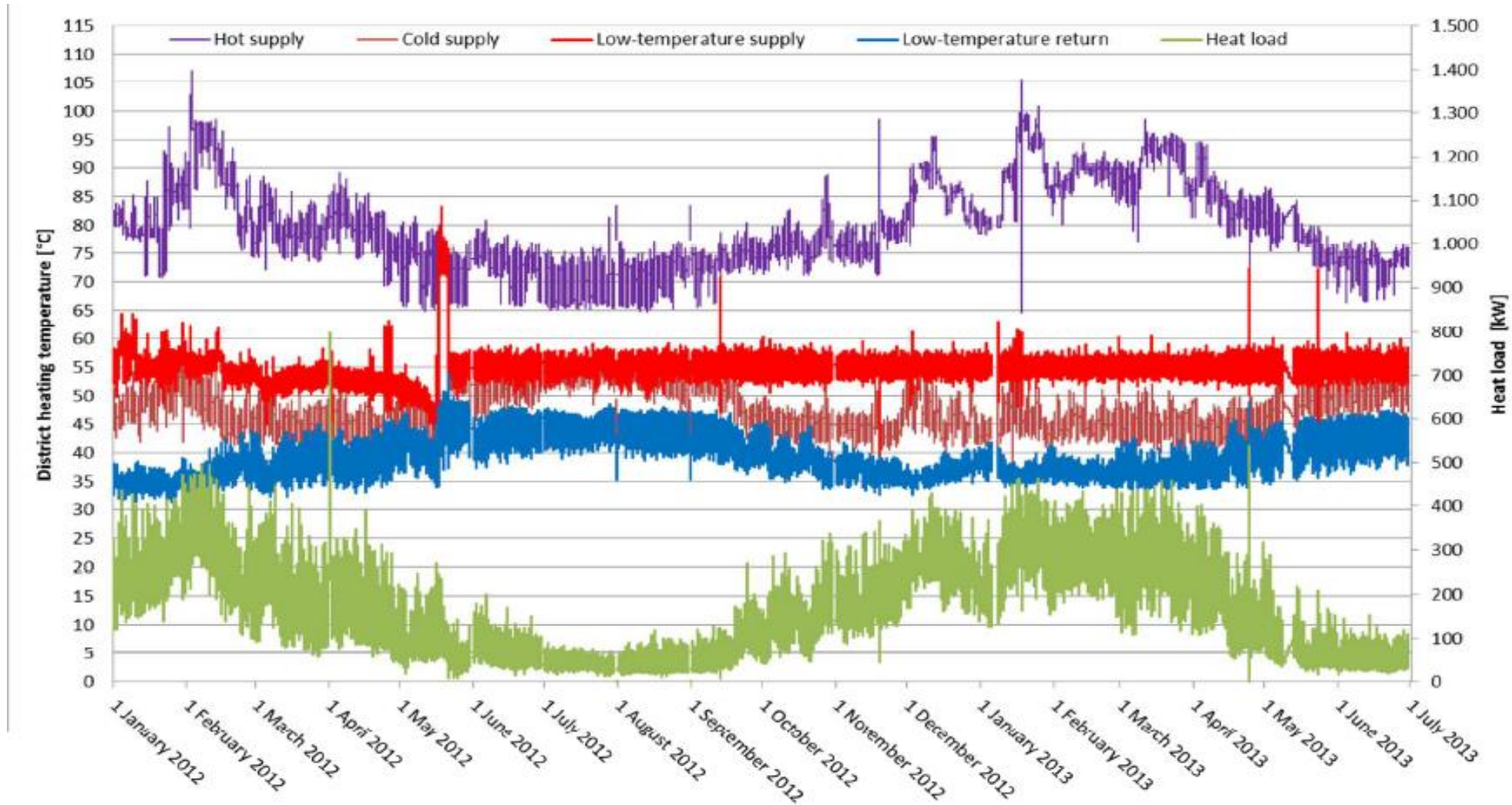


Avots: Dalla Rosa, A., Li, H., Svendsen, S., Werner, S., Persson, U., Ruehling, K., Bevilacqua, C. (2014). IEA DHC Annex X report: Toward 4th Generation District Heating: Experience and Potential of Low-Temperature District Heating.



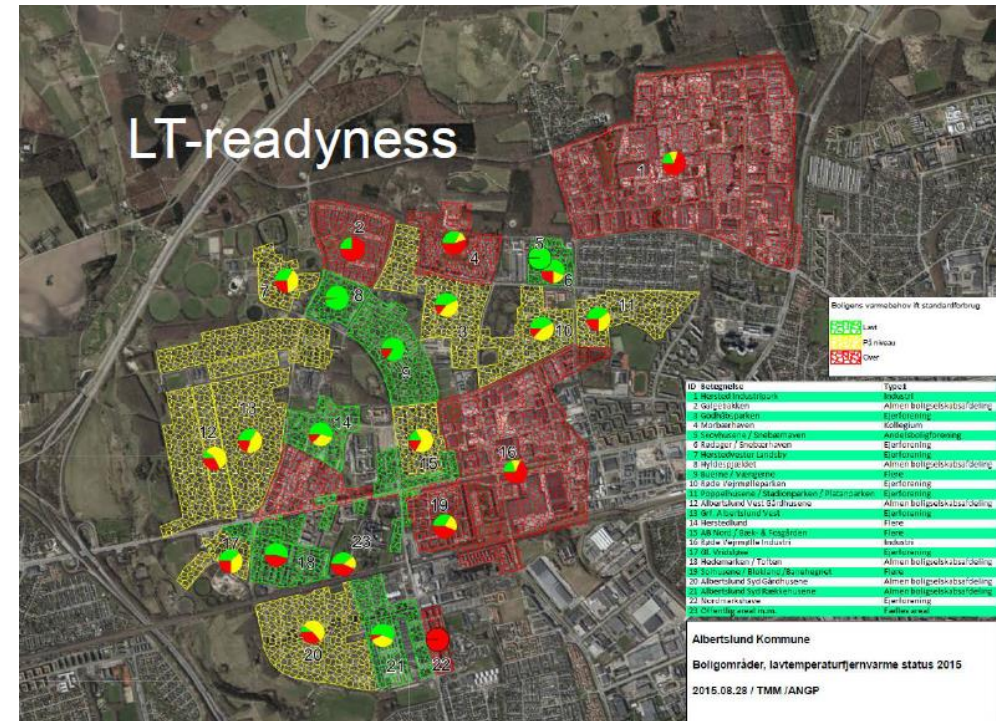
# Pilotprojekts- Sonderbajā, Dānijā

## Siltumnesēja temperatūras un siltumslodze



# Pilotprojekts - Albertslundas koncepts

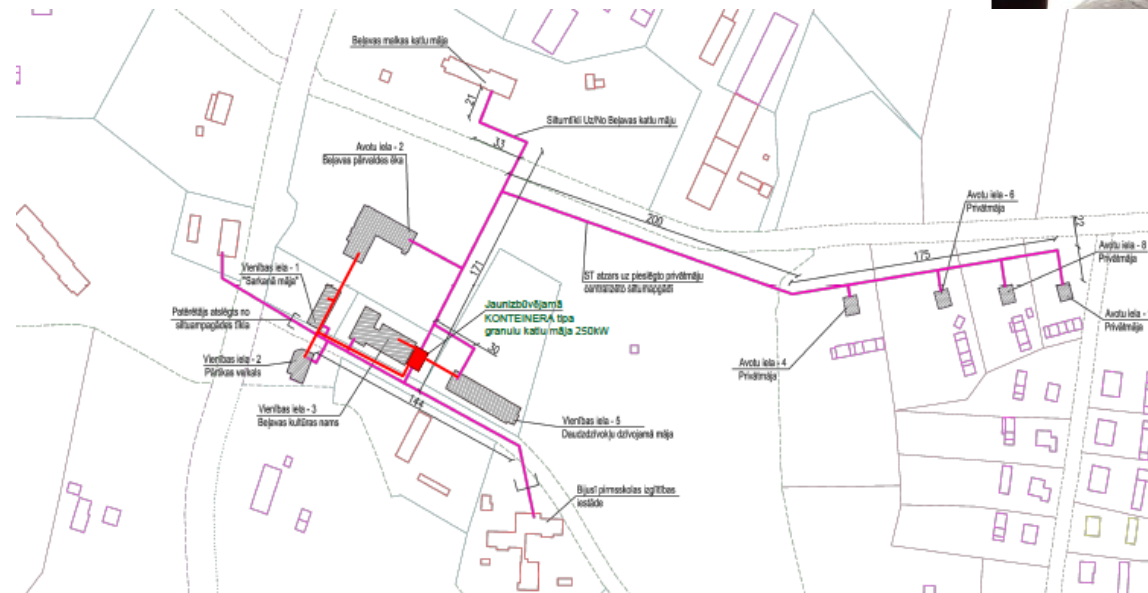
- Pilsētas attīstības plānā paredzēts renovēt lielāko daļu ēku, veikt CSS siltumtrases nomaiņu 350 km garumā un ieviest zemas temperatūras siltumapgādes sistēmu līdz 2025.gadam.
- Renovētās ēkās uzstādīti zemas temperatūras radiatori, kuros ieejas plūsmas temperatūra ir 58°C.
- Siltumenerģijas pārpalikumu izmantošana no datu centra- siltums tiek izmantots gan ēkas apkurei, gan nodots CSS ar siltumsūkņa palīdzību, paaugstinot temperatūru



# Pilotprojekts- Beļava, Latvija



- Esošās siltumapgādes sistēmas optimizēšana, samazinot siltumtrases garumu
- Malkas apkures katla nomaiņa uz granulu apkures katlu ar pielāgotu slodzi
- Siltumtrases nomaiņa
- Temperatūras pazemināšana siltinātajām ēkām
- Monitoringa sistēma

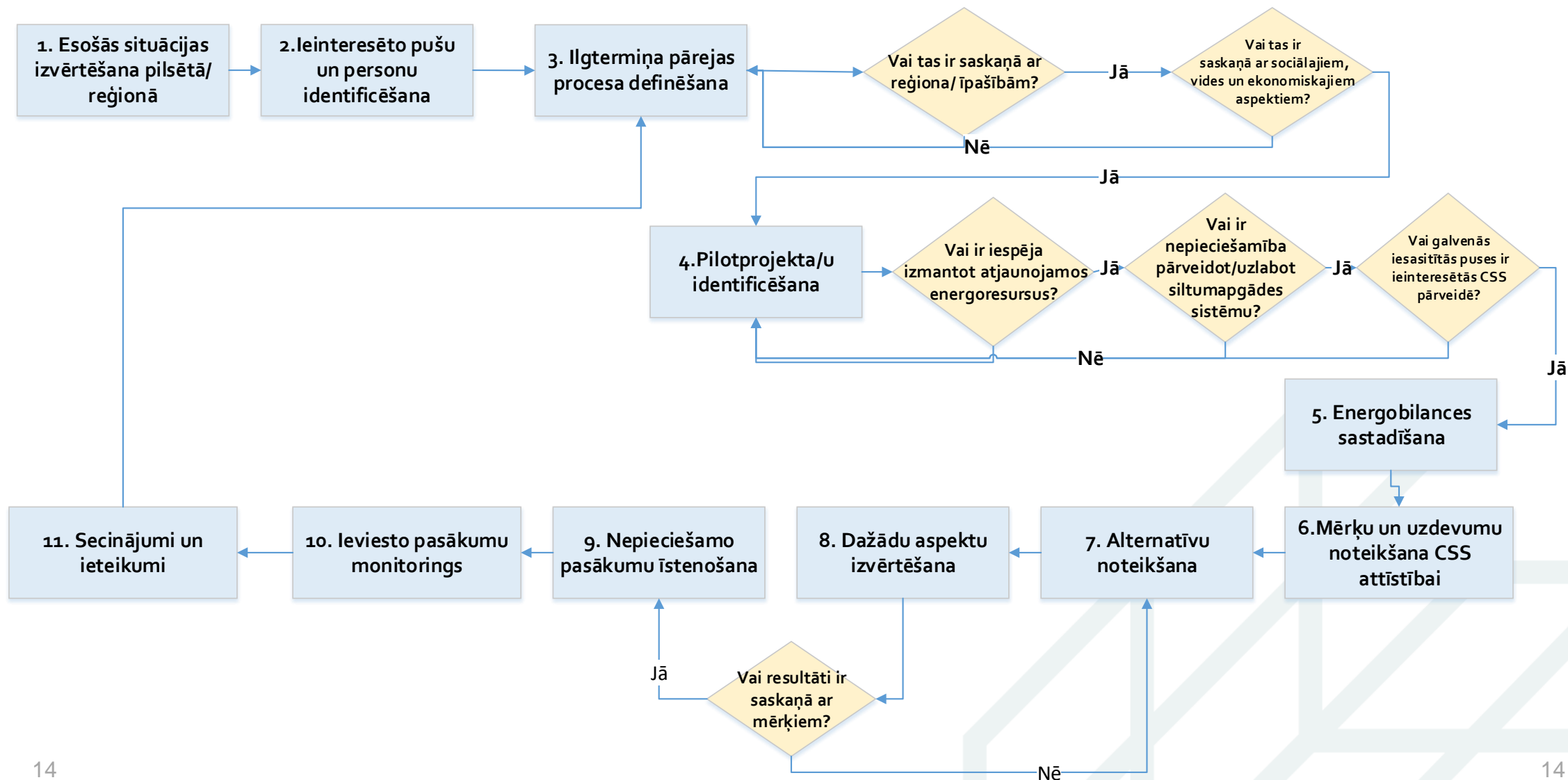


# Ieviešanas mehānismi

- Stratēģiska ilgtermiņa siltumapgādes sistēmas attīstības plānošana (pašvaldības stratēģisko plānu izstrāde);
- Zonējumu ieviešana, piemēram, pašvaldības ēku obligāta pieslēgšana CSS;
- Finansiāls atbalsts atjaunīgo energoresursu izmantošanai un siltumtīklu temperatūras pazemināšanai
- Finansiāls atbalsts ēkas pieslēgšanai CSS vai nodokļu atlaides īpašumu attīstītājiem
- Publiskā sektora iesaistīšana projektu realizēšanā



# Metodika pārejai uz 4PSS pašvaldībām



# Ilgtermiņa pārejas stratēģijas izvēle

Ēku veids	Siltum- patēriņš	Temp.	Tehniskie risinājumi siltuma piegādei	Energoavoti	Tehnoloģija	Ēku apkures sistēma	Karstā ūdens sagatavošana	leguvumi
<b>Esošās ēkas ar augstas temperatūras apkuri</b>	Augsts	>70°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Temperatūras optimizēšana</li> <li>•Pielāgoti siltummaiņi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Biomasa</li> <li>•Biogāze</li> <li>•Kombisistēmas</li> <li>•Fosilie kurināmie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CHP</li> <li>•Apkures katls</li> </ul>	Esošie augstas temperatūras radiatori	Esošā sistēma	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Samazināti siltumenerģijas zudumi</li> </ul>
<b>Esošās ēkas ar pielāgotu zemas temperatūras apkuri</b>	Augsts	60-70°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Temperatūras optimizēšana</li> <li>•«Enerģijas kaskādes»</li> <li>•Pielāgoti siltummaiņi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Augsta potenciāla siltumenerģijas pārpalikumi</li> <li>•Saules enerģija</li> <li>•Biomasa, biogāze</li> <li>•Kombisistēmas</li> <li>•Fosilie kurināmie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CHP</li> <li>•Apkures katli</li> <li>•Saules kolektori</li> <li>•Siltumsūkņi u.c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pielāgoti augstas temperatūras radiatori;</li> <li>•Zemas temperatūras radiatori;</li> <li>•Grīdas apkure u.c.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Samazināti siltumenerģijas zudumi</li> <li>•Augsta potenciāla siltumenerģijas pārpalikumu izmantošana</li> <li>•Dūmgāzu ekonomāizera un CHP efektivitātes paaugstināšana</li> </ul>
<b>Jaukta tipa ēku rajoni</b>	Vidējs					Esošie augstas temperatūras radiatori		
<b>Jaunbūvējamu ēku mikrorajonu ar pielāgotu apkuri</b>	Zems	<60 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Plastikāta cauruļvadi siltumtrasei</li> <li>•Tiešā pieslēguma siltummezgli</li> <li>•Paaugstināts spiediens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Zema potenciāla siltumenerģijas pārpalikumi;</li> <li>•Apkārtējās vides siltums;</li> <li>•Saules enerģija u.c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Siltumsūkņi</li> <li>•Elektroen.-siltumen.</li> <li>•Saules kolektori u.c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Grīdas apkure</li> <li>•Zemas temperatūras apkure</li> <li>•Piespiedu gaisa apkures sistēmas u.c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pielāgota sistēma ar mazu ūdens tilpumu</li> <li>•Zemas temperatūras ūdens apstrāde</li> <li>•Individuālā</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ <ul style="list-style-type: none"> <li>•Augstāka siltumsūkņu efektivitāte</li> <li>•Efektīvāka apkārtējās vides siltuma izmantošana etc.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Gandrīz nulles enerģijas ēku mikrorajoni</b>	Ļoti zems	<50°C						

# Pilotprojekta identificēšana

- **Multikritēriju analīze**

- Ņem vērā dažādus aspektus (ēku energoefektivitāte, alternatīvo avotu potenciāls, siltumenerģijas zudumi u.tml.)

- **SVID analīze**

- Stiprās, vājās puses, iespējas, draudi





# Iespējamo alternatīvu definēšana

- **Dažādu energoavotu izmantošanas salīdzināšana;**
  - Kurināmā izmaksas;
  - Efektivitāte;
  - Investīcijas;
  - Vides aspekti;
- **Dažādu temperatūras režīmu salīdzināšana;**
  - Siltumenerģijas zudumi;
  - Elektroenerģijas patēriņš;
  - Investīcijas;
- **Dažādi tehnoloģiskie risinājumi pie patērētāja;**
  - Karstā ūdens sagatavošanas sistēma;
  - Siltummezglu konfigurācijas;
  - Investīcijas;
  - Efektivitāte;

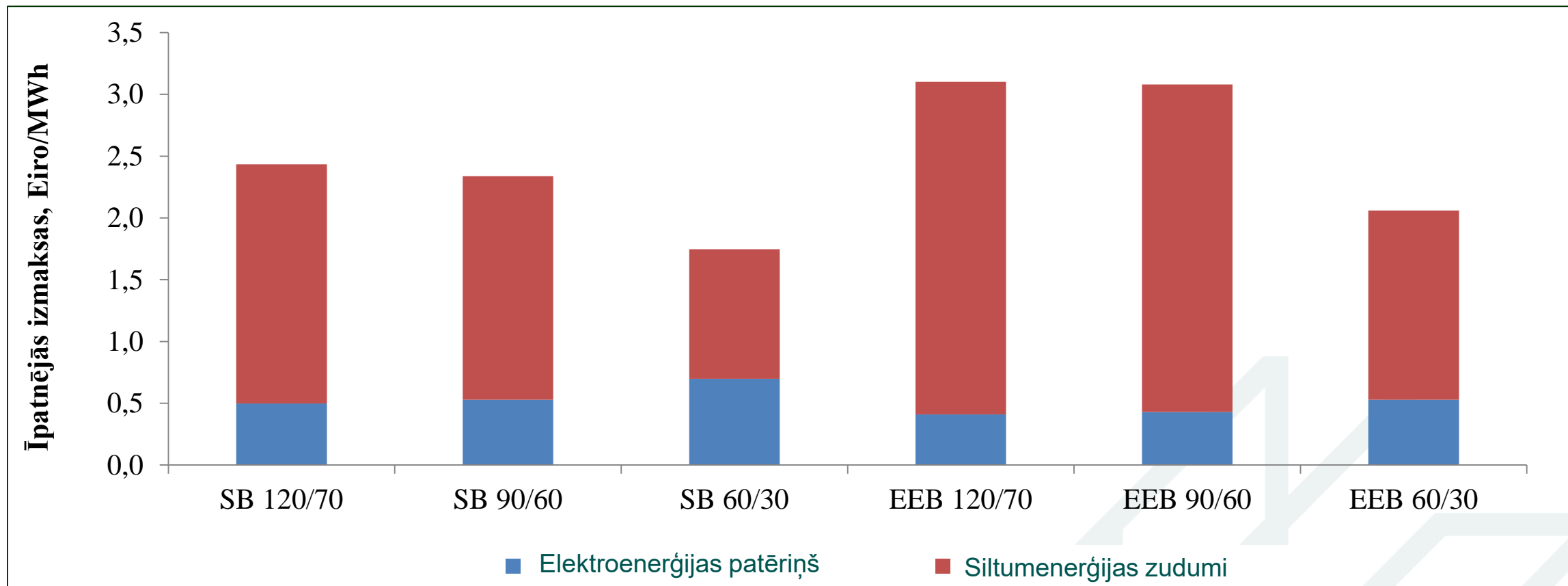


# ļespējamo alternatīvu definēšana

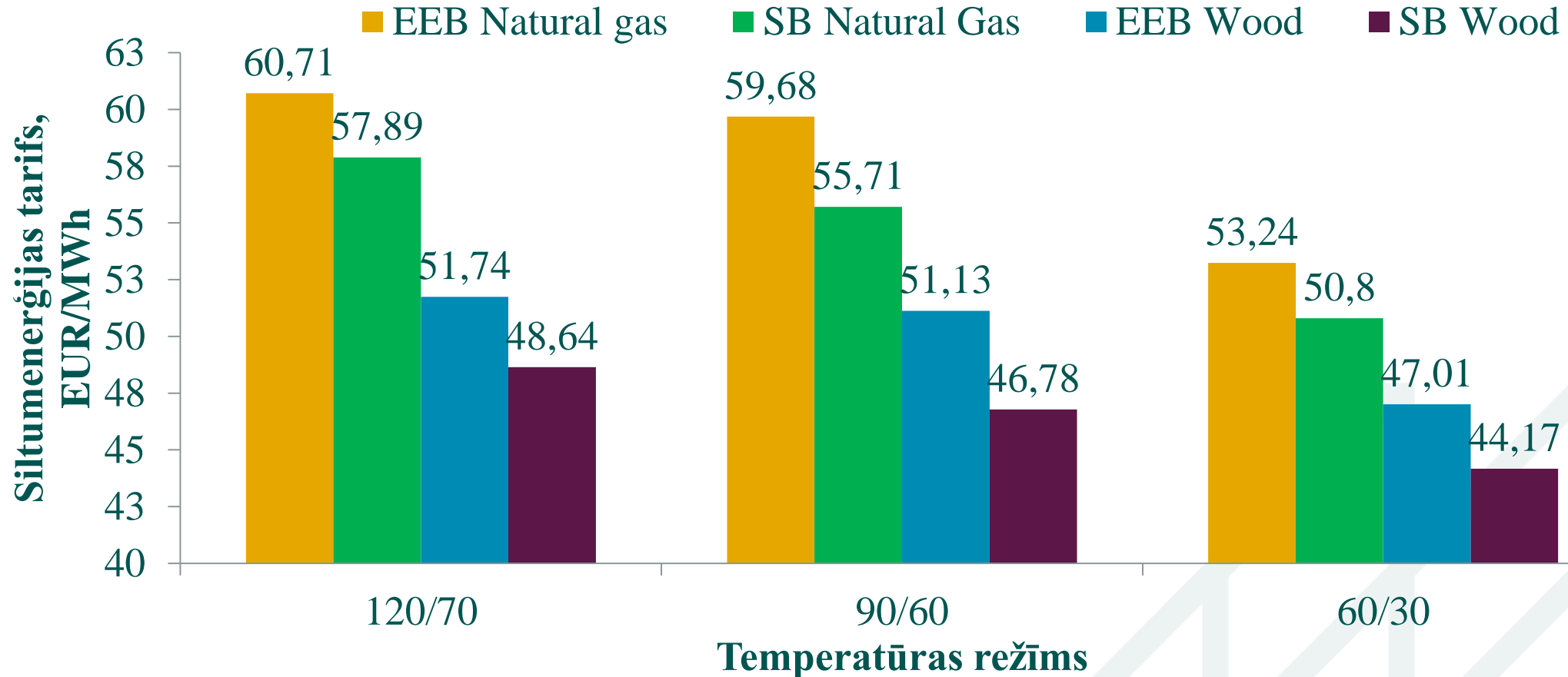
- **Dažādu energoavotu izmantošanas salīdzināšana;**
  - Kurināmā izmaksas;
  - Efektivitāte;
  - Investīcijas;
  - Vides aspekti;
- **Dažādu temperatūras režīmu salīdzināšana;**
  - Siltumenerģijas zudumi;
  - Elektroenerģijas patēriņš;
  - Investīcijas;
- **Dažādi tehnoloģiskie risinājumi pie patērētāja;**
  - Karstā ūdens sagatavošanas sistēma;
  - Siltummezglu konfigurācijas;
  - Investīcijas;
  - Efektivitāte;



# Iespējamo alternatīvu salīdzināšana (1)



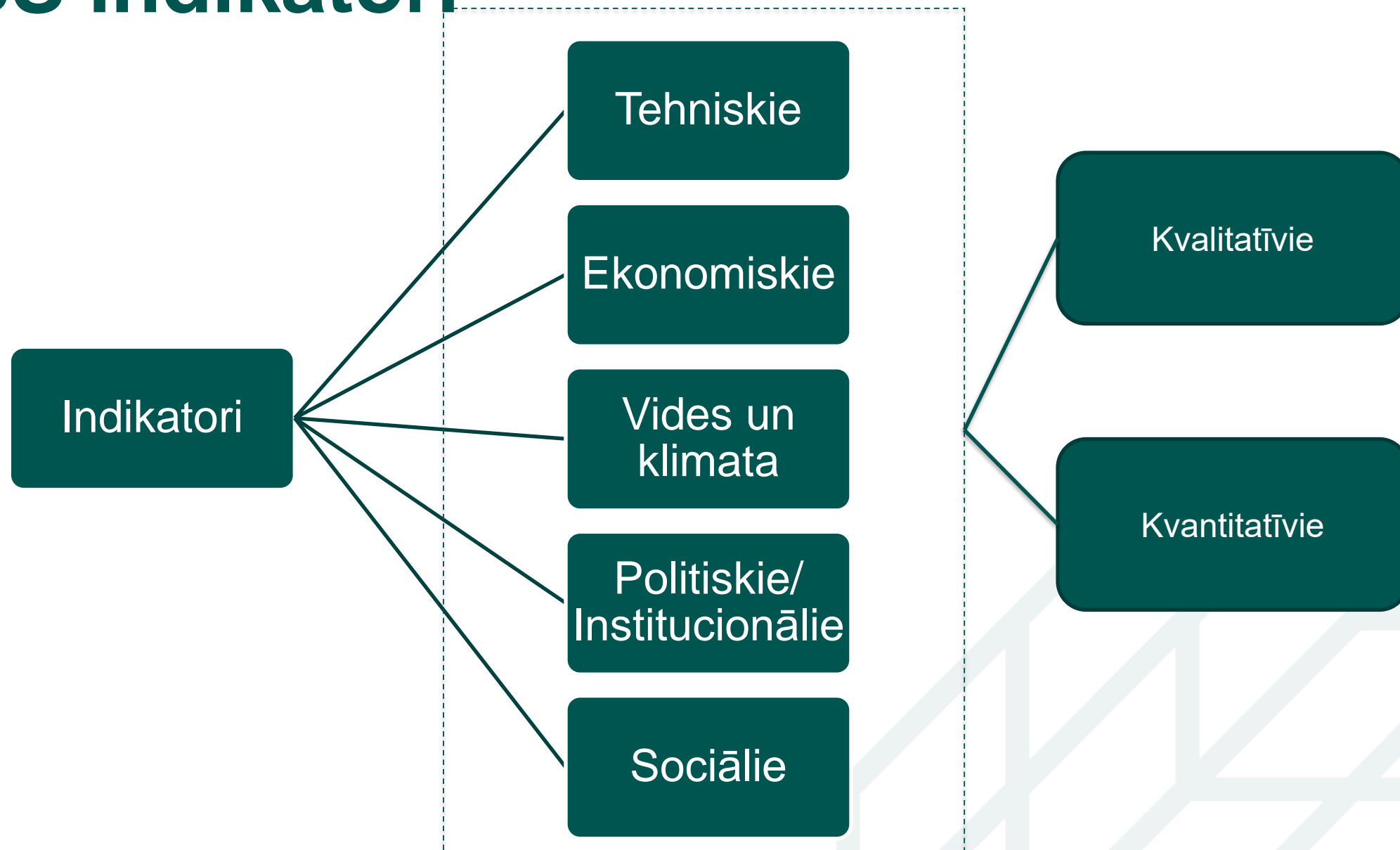
# Iespējamo alternatīvu salīdzināšana (2)



**EEB-** energoefektīvas ēkas; **SB-** ēkas ar standarta siltumenerģijas patēriņu  
**Natural gas-** dabasgāze; **Wood-** koksne



# CSS indikatori



# Tehnisko rādītāju definēšana

- Saražotā siltumenerģija gadā, MWh gadā
- Katlu māju skaits un uzstādītā siltuma jauda, MW
- Kurināmā patēriņš, naturālās mērvienības vai MWh
- Kurināmā zemākā siltumspēja, MWh/nat.vien.
- Patērētais siltumenerģijas daudzums apkurei un karstā ūdens sagatavošanai, MWh gadā
- Siltumenerģijas zudumi, MWh gadā
- Turpgaitas un atgaitas maksimālā temperatūra, °C
- Siltumtrases garums, km
- Siltumtrases vidējais diametrs, mm
- Citi



# Tehniskie indikatori- avotā (1)

- Īpatnējais kurināmā patēriņš

$$\bar{I}P_{kurin} = \frac{Q_{kurin}, MWh \text{ gadā}}{Q_{saražoto}, MWh \text{ gadā}}$$

- Siltuma ražošanas efektivitāte dažādām tehnoloģijām

- Katla lietderības koeficients,
- Koģenerācijas efektivitāte;
- Saules kolektoru efektivitāte u.c.
- Siltumsūkņa efektivitāte, COP

- Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš

$$\bar{I}P_{elektr} = \frac{E_{raž}, kWh \text{ gadā}}{Q_{saražoto}, MWh \text{ gadā}}$$

- Slodzes izmantošanas faktors

$$A_S = \frac{N_N, MW}{N_{uzst}, MW}$$



# Tehniskie indikatori- avotā (2)

- Primārās enerģijas faktors

$$PEF = \frac{\sum_j Q_j \cdot f_{p,j} + E_{raz} \cdot f_{p,el} - E_{CHP} \cdot f_{p,el}}{Q_{pieg}}$$

- Primāro resursu faktors

$$PRF = \frac{\sum_i Q_{F,i} \cdot f_{P,F,i} - W_{CHP} \cdot f_{p,el}}{Q_{pieg}}$$





# Uzdevums

## Izejas dati

Siltumenerģijas patēriņš	2000	MWh
Saražotā siltumenerģija	2240	MWh
Elektroenerģijas patēriņš	40	MWh

Kurināmā veids	Katla lietderības koeficients	Zemākā siltumspēja		Kurināmā patēriņš	
Šķelda	0,8	2,5	MWh/t	896	tonnas
Dabāsgāze	0,95	9,45	kWh/m <sup>3</sup>	50	tūkst. m <sup>3</sup>

**Īpatnējais kurināmā patēriņš?**

**Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš?**

**Primārās enerģijas patēriņš?**

**Primāro resursu faktors?**



# Primārās enerģijas faktori

Nr.	Energonesējs vai enerģijas avots		Primārās enerģijas faktors fp
p.k.			
1.	Kurināmie	dīzeļdegviela	1,1
2.		dabas gāze	1,1
3.		sašķidrinātā naftas gāze	1,1
4.		akmeņogles (antracīts)	1,1
5.		brūnogles (lignīts)	1,2
6.		biogāze	0,5
7.		koksne	0,2
8.	Siltumenerģija no katlumājām, saražota koģenerācijā*	fosilie kurināmie	0,7
9.		atjaunojamie kurināmie	0
10.	Siltumenerģija no katlumājām (bez koģenerācijas)	fosilie kurināmie	1,3
11.		atjaunojamie kurināmie	0,1
12.	Elektroenerģija	no elektrotīkliem	1,5
13.		no fosilajiem resursiem	2
14.		no atjaunojamiem energoresursiem, kas saražota ēkas inženiertehnisko sistēmu robežās	0
15.	Vēja, saules, aerotermālā, ģeotermālā, hidrotermālā un jūras enerģija, hidroenerģija		0



# Tehniskie indikatori- tīklos

- Īpatnējie siltumenerģijas pārvades zudumi

$$\bar{P}_{zud} = \frac{Q_{zud}, MWh \text{ gadā}}{Q_{raž}, MWh \text{ gadā}} * 100\%$$

- Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš pārvadei

$$\bar{P}_{el.pārv} = \frac{N_{el}, kWh \text{ gadā}}{Q_{pat}, MWh \text{ gadā}}$$

- Lineārais siltumenerģijas patēriņa blīvums

$$\rho_{silt} = \frac{Q_{pat}, MWh \text{ gadā}}{L_{siltumtrases, m}}$$



# Ekonomiskie indikatori

- Siltumenerģijas tarifs, EUR/MWh
- Ražošanas izmaksas, EUR/MWh
- Pārvades izmaksas, EUR/MWh
- Pārdošanas izmaksas, EUR/MWh
- Īpatnējās investīciju izmaksas, EUR/MWh
- Nodokļu izmaksas, EUR/MWh
- Enerģijas patēriņa ietaupījuma izmaksas pie patērētāja, EUR/MWh
- Īpatnējās pārvades investīciju izmaksas, EUR/MWh



# Vides un klimata indikatori

- CO<sub>2</sub> emisiju faktors, t CO<sub>2</sub>/MWh
- Atjaunojamo energoresursu īpatsvars, %
- Piesārņojuma samazinājums, % (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, NMVOC)
- Siltumenerģijas pārpalikumu izmantošanas īpatsvars, %
- Emisiju nodokļi, EUR/t
- Kurināmā nodokļi, EUR/t



# Citi kvantitatīvie indikatori

- Efektivitātes standarti patērētājam, kWh/m<sup>2</sup> vai t<sub>CO<sub>2</sub></sub>/m<sup>2</sup>
- Enerģijas pieejamību, %



# Kvalitatīvie indikatori

- Rekonstrukciju skaits pēdējo 5 gadu laikā (avotā, siltumtīklos);
- Izmantotā tehnoloģiskā risinājuma novitāte;
- Attīstītāja motivācija pievienoties CSA;
- Jaunu patērētāju motivācija pievienoties CSA;
- Atjaunojamo energoresursu integrēšanas potenciāls;
- Atbalsts atjaunojamajiem energoresursiem;
- Normatīvie regulējumi zemas temperatūras CSA;
- Tehnoloģijas uzticamība;
- Pilsētvides ilgtspējība.



# Paldies par uzmanību!

