



Projektēšanas birojs SIA

RIXDimensija

Rīgas Tehniskā universitāte
Būvniecības inženierzinātņu fakultāte
Siltuma, gāzes un ūdens tehnoloģiju institūts

ES "Horizon2020" programmas finansēts projekts
"Centralizētās siltumapgādes sistēmu darbības uzlabošana Centrāleiropā un Austrumeiropā" (KeepWarm),
Granta Līgums Nr. 784966
II. 2.3. Kapacitātes stiprināšana par AER izmantošanu, atkritumiem un siltuma, kā blakusprodukta izmantošanu.

AER ietekme uz centralizēto siltumapgādes sistēmu efektivitāti

Dr. sc. ing. Aleksandrs Zajacs

+(371) 29874677

Prof. Dr.sc.ing. Anatolijs Borodiņecs

rixdimensija@outlook.com

Darba kārtība

- 1) Sesijas mērķis
- 2) Likumdošana un normatīvie akti ES un LV;
- 3) CSA nākotnes attīstības potenciāls;
- 4) Siltumenerģijas pieprasījuma samazināšanas kvantitatīva analīze (siltumtīklu un ēku renovācija);
- 5) CSA sistēmu modelēšanas un novērtēšanas metodoloģija;
- 6) CSA sistēmu efektivitātes novērtēšana ar dinamisko simulāciju rīka palīdzību un rezultātu validēšana;
- 7) CSA sistēmu attīstības scenāriju simulācijas;
- 8) AER integrācija siltumenerģijas tirgū;
- 9) Diskusija

Īsi par mērķi...

“Centralizētās siltumapgādes sistēmu darbības uzlabošana Centrāleiropā un Austrumeiropā”

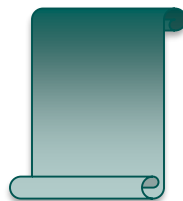
Definēt problēmu (likumdošana)

Apzināties resursus (informācija, zināšanas, speciālisti, pieredze)

Attīstīt diskusiju un aktivizēt domāšanu

Apkopot idejas un risinājumus

Novērtēt un izvēlēties labāko



Laiks (likumdošana)

Pašreizējās enerģētikas politikas tendences un izaicinājumi

- Direktīva 2010/31/EU 31 un 2015.gada Ministru kabineta noteikumi Nr. 383 "**Noteikumi par ēku energosertifikāciju**" visas jaunās daudzdzīvokļu ēkas pēc 2017. gada janvāra ≤ 60 kWh / m², pēc 2021. gada janvāra - gandrīz nulles enerģijas ēkas.
- 2030 EU Energy Strategy (2014) - 40 % emisiju samazinājums (pret 1990.), un 27 % AUR mērķis.
- Parīzes vienošanās (2015) – CO₂ 40 % samazinājums līdz 2030. zem 1990.gada līmeņa un 60 % samazinājums līdz 2050. zem 2010 gada līmeņa. 27 % AER īpatsvars, 27 % enerģijas ietaupījums salīdzinājumā ar «business-as-usual» scenāriju un ierobežot vidējās globālas temperatūras pieaugumu līdz 2°C salīdzinot ar pirms industrializācijas līmeņiem līdz 2030.
- ES valstu mērķi
 - Dānija 30% AER īpatsvars gala enerģijas patēriņā un 50% elektroenerģijas ir saražots no vēja 2020.
 - Zviedrija samazināt kopējo enerģijas patēriņu par 20% pret 2008.g. līmeni, enerģijas patēriņš uz apkurināmās platības vienību samazinājums par 20% līdz 2020 un 50% līdz 2050 pret 1995.g. līmeni.
 - Vācija primāras enerģijas samazinājums par 20% līdz 2020 un 50 % līdz 2050 pret 2008.g. līmeni.
 - UK CO₂ samazinājums par 34% līdz 2020 un 80% līdz 2050 pret 1990. g. līmeni.
- Latvijā laika periodā no 2016. gada līdz 2023. gadam būs pieejams atbalsts daudzdzīvokļu ēku renovācijai 166 milj. EUR apmērā. Paredzams, ka atbalstīs aptuveni 1700 ēkas.

Pašreizējās enerģētikas politikas tendences un izaicinājumi

09.02.2016. Ministru kabineta rīkojums Nr. 129

«Par Enerģētikas attīstības pamatnostādņem 2016.-2020. gadam»

- Attiecībā uz **atjaunojamo enerģiju**, laika posmā līdz 2020.gadam Latvijā ir noteikti vairāki mērķi:
 - AER īpatsvars enerģijas bruto **gala patēriņā 2020.gadā - 40%**, mērķis ir saistošs, noteikts AER Direktīvā 2009/28/EK7 un Latvijas nacionālajā reformu programmā "ES 2020";
 - AER īpatsvars enerģijas bruto gala patēriņā transporta sektorā 2020.gadā - 10%, mērķis ir saistošs, noteikts AER Direktīvā 2009/28/EK un Latvijas nacionālajā reformu programmā "ES 2020";
- • Samazināt SEG emisijas uz vienu piegādātās degvielas vai enerģijas vienību līdz 2020.gadam par 6%.

- Attiecībā uz **energoefektivitāti** laika posmā līdz 2020.gadam Latvijā ir noteikti vairāki mērķi:
 - primārās enerģijas ietaupījums 2020.gadā - 0,670 Mtoe (28 PJ), mērķis nesaistošs, noteikts Latvijas nacionālajā reformu programmā "ES 2020";
 - valsts obligātais uzkrātais gala enerģijas ietaupījums līdz 2020.gadam - 0,850 Mtoe, mērķis saistošs, noteikts saskaņā ar Energoefektivitātes Direktīvu 2012/27/ES9;
 - **katru gadu renovēti 3% no tiešās pārvaldes ēku platības** (maksimālā prognoze - kopā renovēti 678 460 m²) - mērķis saistošs, noteikts Energoefektivitātes Direktīvā 2012/27/ES;
 - **samazināt vidējo siltumenerģijas patēriņu apkurei** (ar klimata korekciju) **par 50%** pret 2009.gada patēriņu (202 kWh/m²), līdz 2020.gadam jāsasniedz mērķis 150 kWh/m² gadā. Mērķis nesaistošs, definēts Enerģētikas stratēģijā 2030.
 - energointensitātes samazināšanos no 372,9 kg naftas ekvivalenta uz 1000 euro no IKP 2010.gadā līdz 280 kg naftas ekvivalenta uz 1000 euro no IKP 2020.gadā.

ES un Latvijas enerģētikas politikas rezultāti un to rezultatīvie rādītāji

09.02.2016. Ministru kabineta rīkojums Nr. 129

«Par Enerģētikas attīstības pamatnostādņem 2016.-2020. gadam»

Politikas rezultāts (rezultatīvais rādītājs)	ES-27/ES-28		Latvija					
	Mērķa vērtība		Faktiskā vērtība		Indikatīvā starpvērtība	Mērķa vērtība		
	2020	2030	Bāzes vērtība (gads)	2013	2017	2020		
Ilgtspējīga enerģētika								
Rīcības virzieni mērķa sasniegšanai: <i>Primāro energoresursu diversifikācija, AER īpatsvara pieaugums</i>								
1.1.	Enerģijas, kas ražota no AER īpatsvars enerģijas bruto gala patēriņā (%)		20	27	34,3 (2009)	37,1	37	40
1.2.	Enerģijas, kas ražota no AER īpatsvars enerģijas bruto gala patēriņā transportā (%)		10		1,35 (2005)	3,1	5	10
Rīcības virzieni mērķa sasniegšanai: <i>4. Efektīvs siltumenerģijas tirgus; 6. Uzlabota energoefektivitāte</i>								
1.3.	Energoefektivitātes pieaugums (%)		20	27				
1.4.	Primārās enerģijas ietaupījums (bruto iekšzemes enerģijas patēriņš, Mtoe)				0,144 (2012)	0,160	n/a	0,670
1.5.	Valsts obligātais uzkrātais gala enerģijas ietaupījums, Mtoe (GWh; PJ)				1161 (2012)	1896	3483	0,85 Mtoe (9897 GWh; 35,6 PJ)
1.6.	Katru gadu renovētas 3% no tiešās pārvaldes ēku platības (kopā renovēti, m ²)							678 460 m ²
1.7.	Īpatnējais siltumenerģijas patēriņš ēkās (kWh/m ² /gadā)				250 (2012)	230	160	150

Internacionāla pieredze



www.stepupsmartcities.eu/

STEP UP is an energy and sustainable city planning programme that aims to assisting cities to enhance their sustainable energy action plans and integrating energy planning into their sustainable city planning. STEP UP brings together excellence in energy planning and low carbon energy projects from the four cities to create a coherent and easy-to-use model for energy planning. The programme is part of the EU Seventh Framework Programme (FP7) and runs to April 2015.

Cities: [Ghent \(Gent\)](#), [Glasgow](#), [Gothenburg](#), [Riga](#)



Covenant of Mayors for
Climate & Energy

www.covenantofmayors.eu



How to approach the problem

- Sustainable development should concern:
 - Energy issues (economic, strategic, policies...)
 - Resources issues (water, waste, environment)
 - Quality of life issues (social, services, mobility)
- Innovation should be applied to:
 - Governance models
 - Relationship between IT and hard technologies
 - Involvement of all the different stakeholders and actors

celsius
smart cities



<http://celsiuscity.eu/>

Sustainable Production

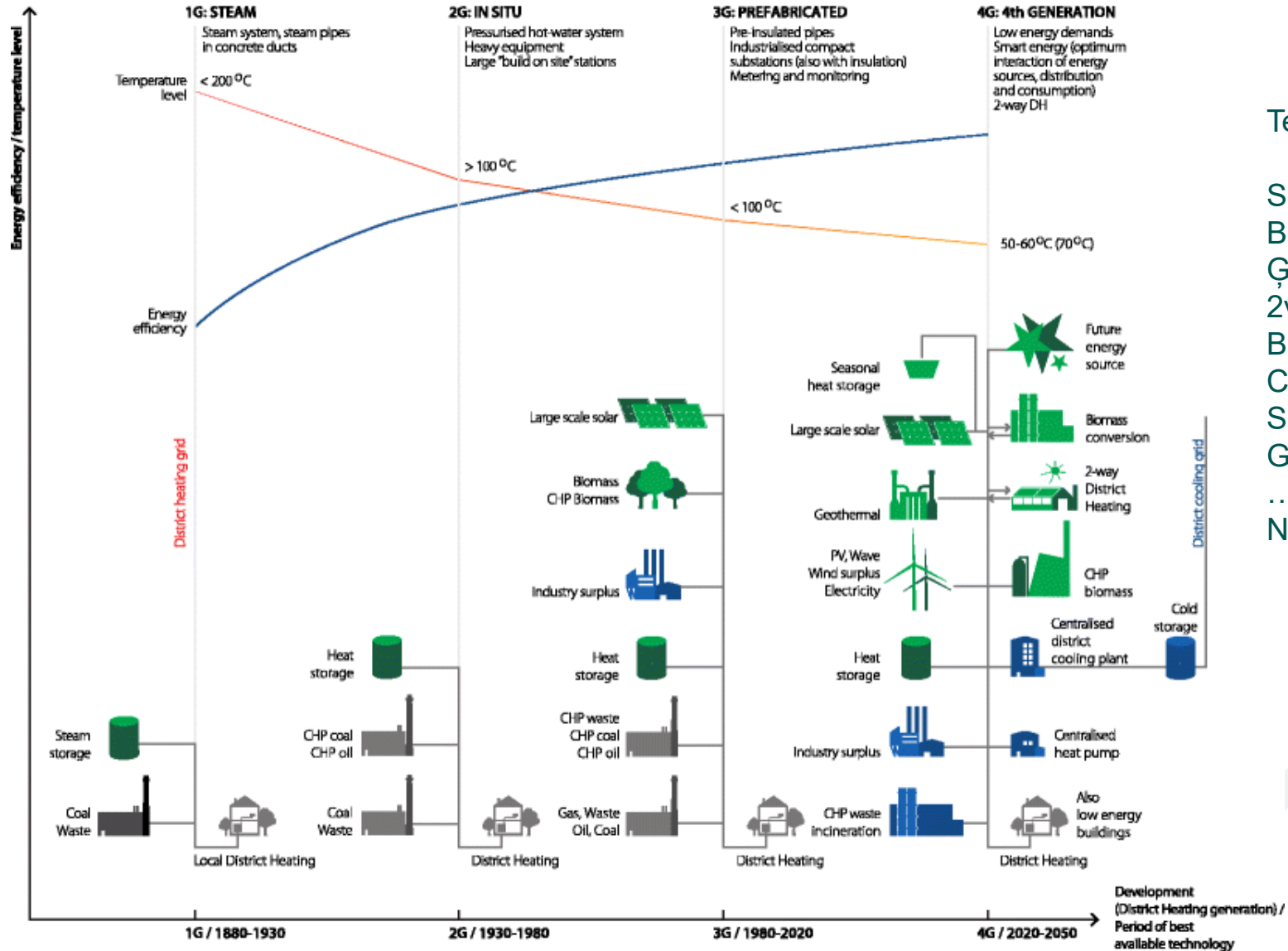
- Waste heat recovery from sewage
- Recovery of waste incineration heat
- Industrial waste heat recovery
- Solar heat to district heating system
- Waste heat capture from the Underground
- CHP and biofuels
- Vertical City - "De Rotterdam"
- Mechanical energy recovery

Storage and DC

- Buildings for short-term storage
- Heat hub to increase efficiency
- Absorption cooling
- Cooling by river water Gothenburg
- Cooling by river water Rotterdam

CSA sistēmu attīstība

Development of DH Technology



Tehnoloģijas:

Sezonālā siltuma akumulēšana

Biomases gazifikācija

Ģeotermālā enerģija

2virzienu siltumapgāde

Biomases koģenerācija (koksne, salmi, atkritumi u.c.)

Centralizētā aukstumapgāde

Siltumsūkņi centralizētā siltumapgādē

Gandrīz nulles enerģijas mājas

....

Nākotnes siltumenerģijas avoti - kontrolējama kodolsintēze?

Sezonālā siltuma akumulēšana

Saules kolektoru laukums 56 694 m²
Akumulēšanas kapacitāte 64 000m³
Max. kapacitāte 110MW
80 000MWh gadā



Saules kolektoru laukums 70 000 m²
Akumulēšanas kapacitāte 200 000 m³
Max. kapacitāte 49MW
28 000 MWh gadā



Saules kolektoru laukums 37 573 m²
Akumulēšanas kapacitāte 62 000 m³
Max. kapacitāte 26MW
18 000 MWh gadā

Sezonālā siltuma akumulēšana

50% no gada patēriņa no saules enerģijas
100% no patēriņa V-X



62 000 m³

50% no gada patēriņa no saules enerģijas



200 000 m³

Biomases gazifikācija

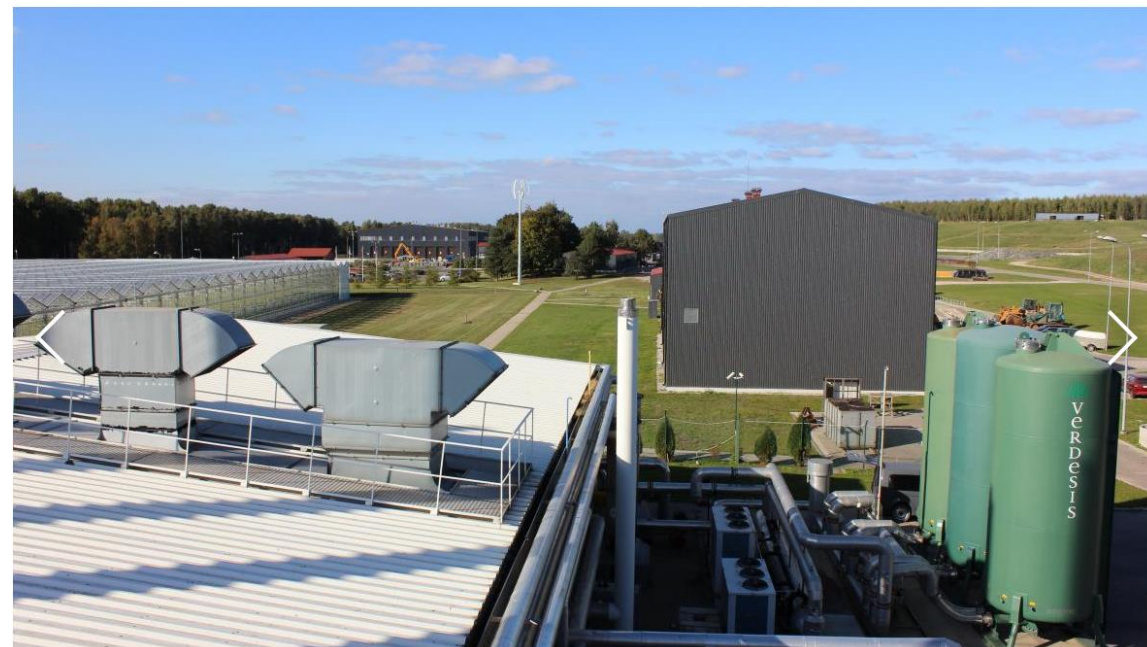


**Biogāze no cieta vai šķidra organiskā kurināmā.
(ogles, koksne, salmi, atkritumi, kūtsmēsli u.c.)**

Neadekvāti augstās investīcijas un “kaprīzs” ražošanas process ir galvenie šķēršļi gazifikācijas iekārtu plašai izmantošanai

Nepieciešamas specifiskas zināšanas

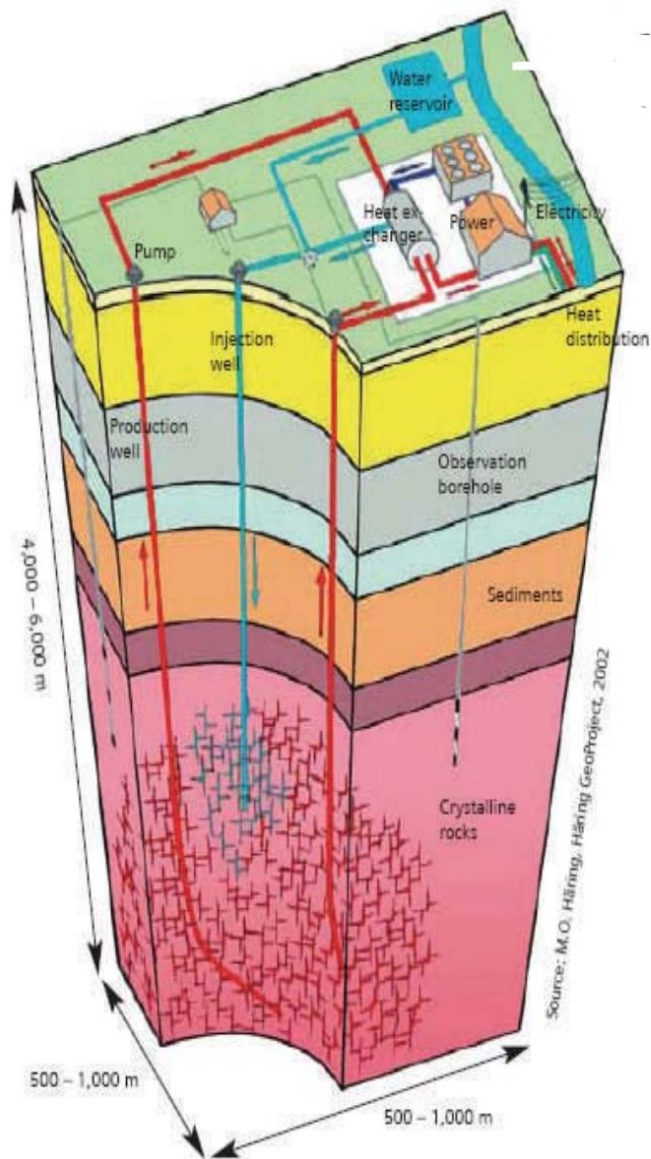
Nepieciešama ļoti stabila kurināmā piegāde un kvalitāte



Eko Getliņi - gāze, kas veidojas atkritumu biodegradācijas šūnās (5.3Mwel. un 6.8 MWth)

0.5 MWel elektrostacija Viļānos SIA Kņavas granulas

Petrotermālā enerģija



Produktīvā slāņa dziļums – 4-6 km
ležu temperatūra 150-250 °C
Atmaksāšanas laiks - ?

RĪGAS PILSĒTAS ILGTSPĒJĪGAS ENERĢĒTIKAS
RĪCĪBAS PLĀNS VIEDAI PILSĒTAI 2014.-2020.g.

8. Pilotprojekta izstrāde un ieviešana koģenerācijas stacijai, izmantojot dziļurbuma petrotermālo enerģiju, ar elektrisko jaudu 3-4 MweI. un siltuma jaudu ap 30 - 40 MWth. 2013.-2020.g. REA, Sadarbības partneri ar investoru piesaisti.

Hibrīdas siltumapgādes mezgls

(2virziena siltumapgāde)



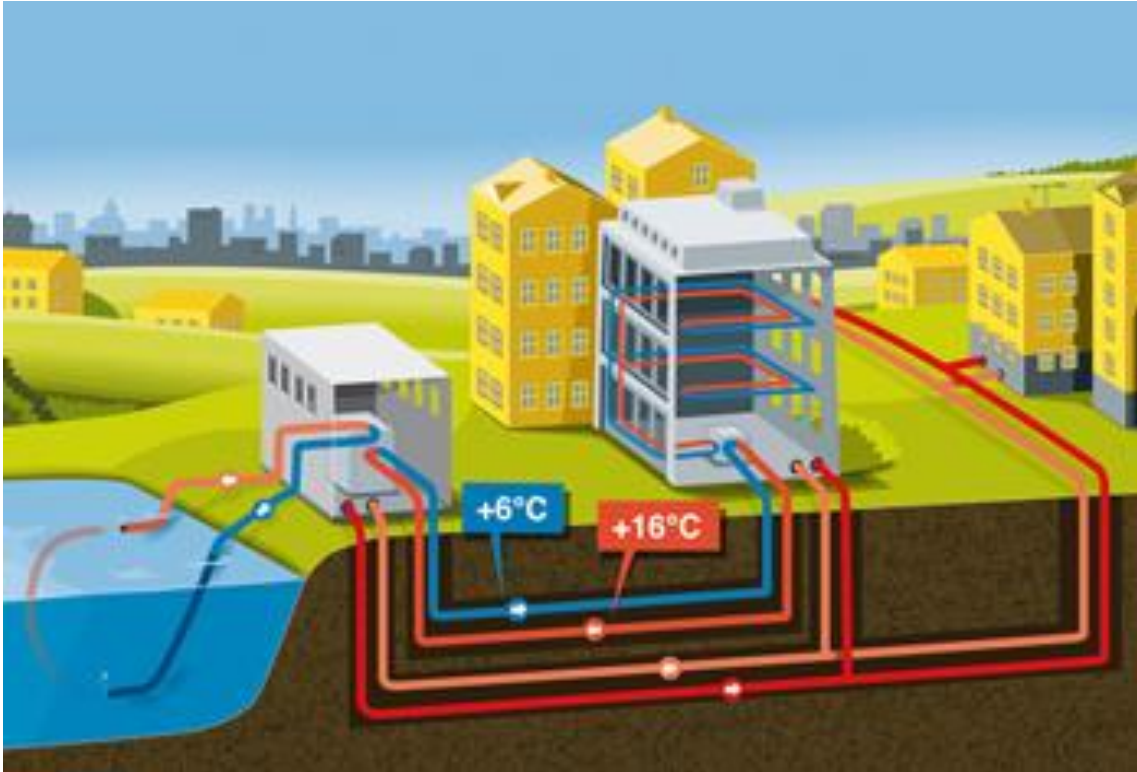
Hibrīdas siltumapgādes mezgls sniedz iespēju apvienot atjaunojamus enerģijas resursus un centralizēto siltumapgādi.

Hibrīdais siltummezgls var utilizēt ar saules radiāciju saražotu siltumenerģiju vai ģeotermālo enerģiju un paredz iespēju novadīt saražotas alternatīvas siltumenerģijas pārpalikumus atpakaļ siltumapgādes tīklā, vienlaicīgi nodrošinot nodotās siltumenerģijas precīzu uzskaiti. Siltummezgls nav aprīkots ar akumulācijas tvertni, jo nepieciešamības gadījumā ir spējīgs nodrošināt vienlaicīgi siltumenerģija padevi arī no centralizētas siltumapgādes tīkliem.

Vairāk informācijas

<http://www.armatec.com/se/produkter/varmevaxling-och-ackumulering/fjarrvarmecentraler/solfjarrvarmecentral-at-8479/>

Centralizētā aukstumapgāde



Stacija ražo siltumenerģiju telpu apkurei un dzesē telpas karstajā laikā.

Dzesēšanas procesā radītā siltumenerģija tiek izmantota siltumenerģijas ražošanai

Viens no enerģijas avotiem – saules enerģija (PV cells)

Ūdens no upes - dzesēšanas avots no oktobra līdz aprīlim.

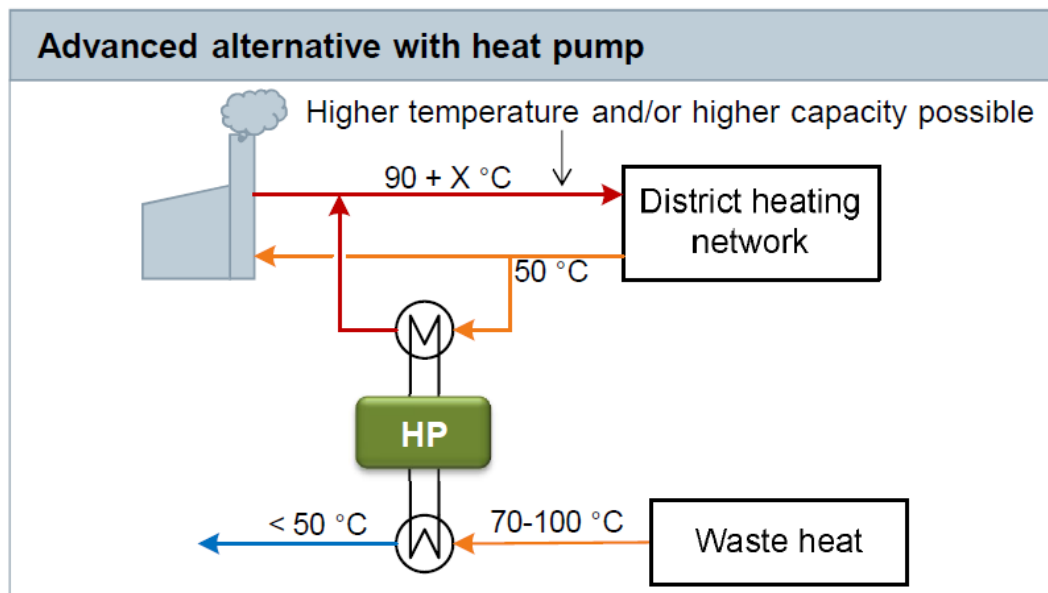
70% samazinājums elektroenerģijas pateriņā, salīdzinot ar lokālo dzesēšanas risinājumu.

Fortum. 2016. gads, Tartu.

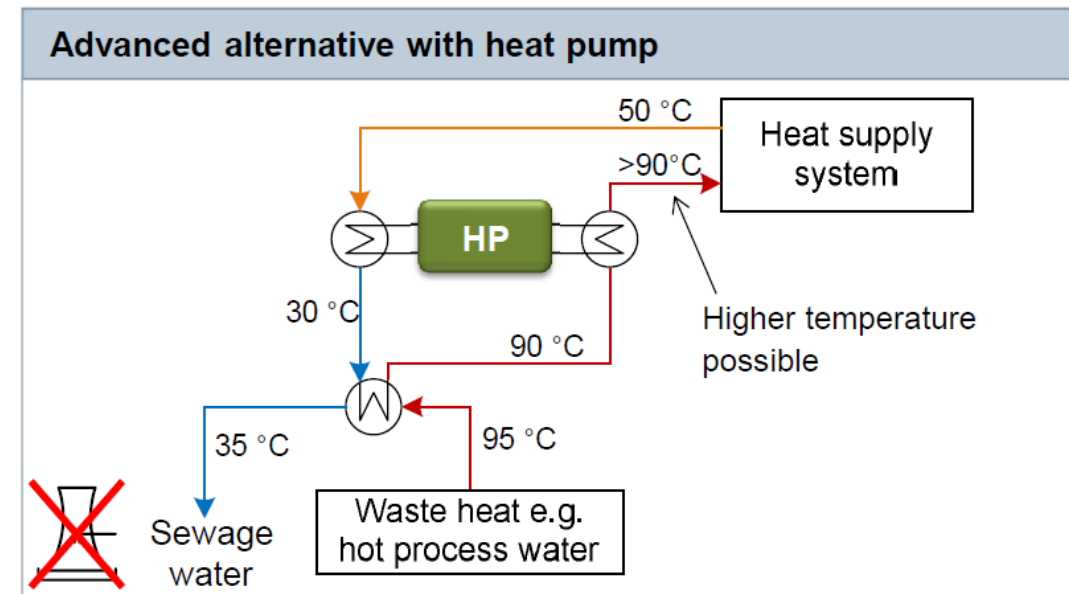
Siltumsūkņi centralizētā siltumapgādē

Kompresijas cikls un absorbcijas siltumsūkņi. Mehāniskais darbs vs Ķīmiskā reakcija.
Nepieciešams elektroenerģija vai augsta potenciāla siltums (tvaiks).

- Izmantošana: siltuma atgūšana no dūmgāzēm un dzesēšanas plūsmām enerģijas ražotnēs.
- Trūkums: nevar nodrošināt pietiekami augstas temperatūras, lai pa tiešo izmantot CSA.
- Siemens lielās jaudas siltumsūkņi spēj nodrošināt līdz 150°C



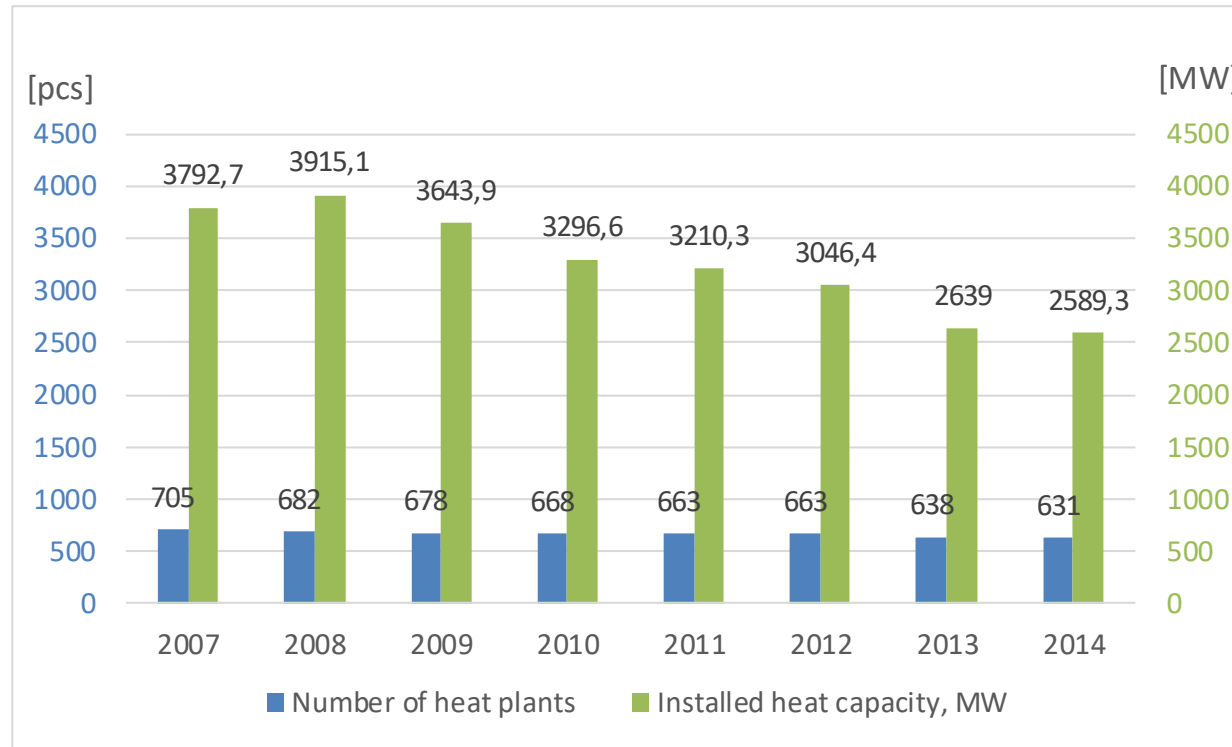
Export of “waste heat” to district heating system



Heat from waste water treatment to heat supply system;
Saving of cooling tower

Novērotās izmaiņas CSA sistēmās Latvijā

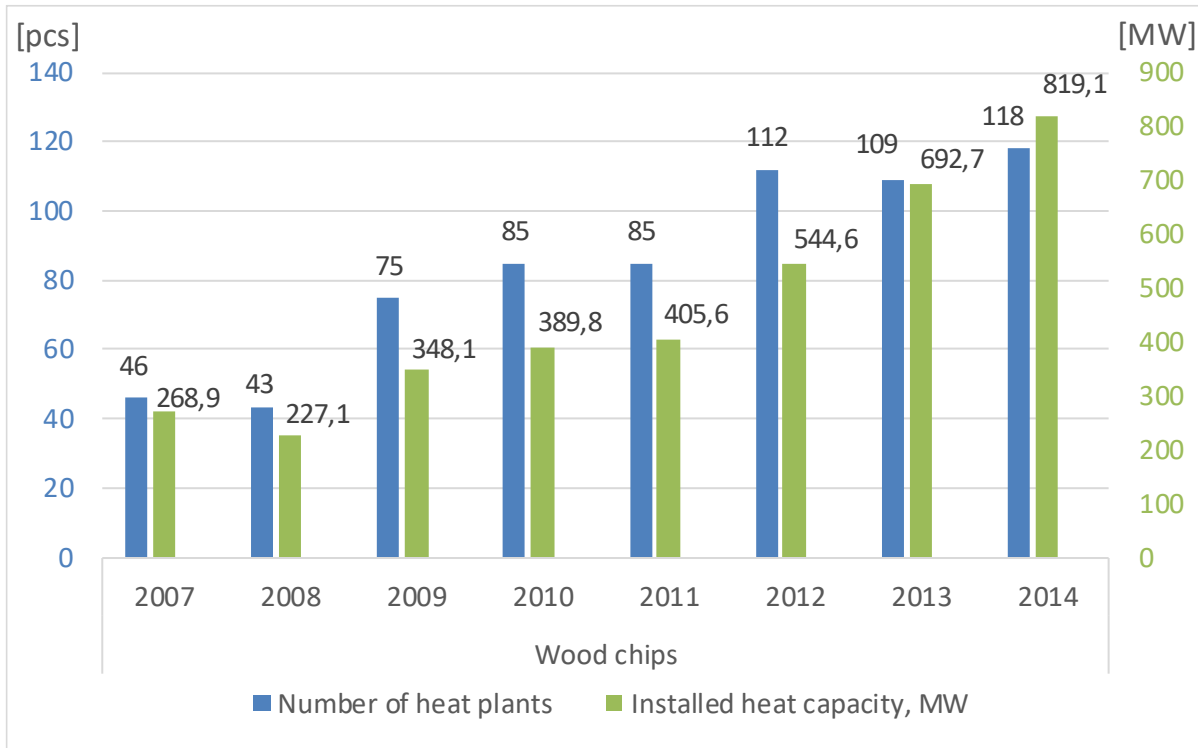
Siltumavotu skaits un uzstādītā jauda
2007-2014



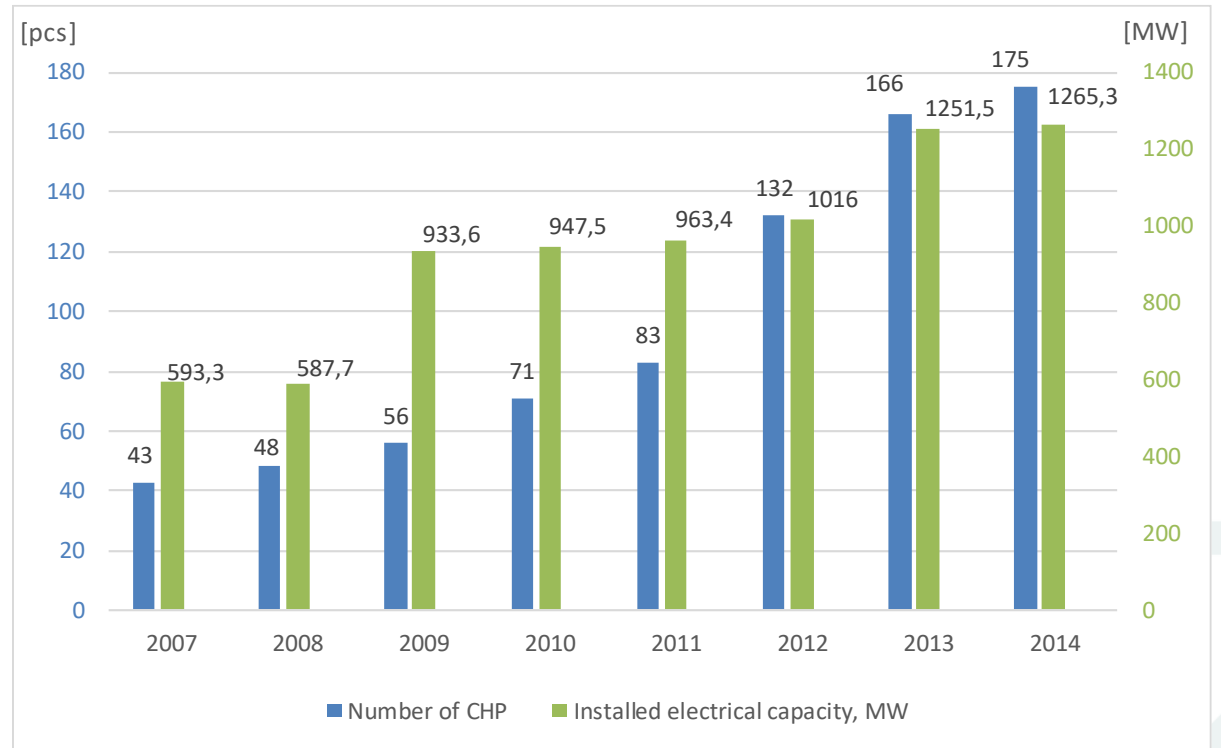
- 65% iedzīvotāju ir pieslēgti CSA
- Līdz 2015. tika renovēti jau 800 ēkas Latvijā (3%)
- 21% no Rīgas SCA sadales sistēmas jau ir atjaunota ar iepriekšizolētām caurulēm

Novērotās izmaiņas CSA sistēmās Latvijā

Biokurināmā siltumavotu skaits un uzstādītā jauda
2007-2014



Koģenerācijas staciju skaits un uzstādītā jauda Latvija
2007-2014



CSA sistēmu attīstība

no 3G uz 4G

- **Enerģijas avotu diversifikācija**
siltumenerģijas pārpalikums no rūpniecības, koģenerācijas biomasa un atkritumi, centralizēts siltumsūkņis, liela mēroga ģeotermālā enerģija un saules enerģija
- **Vieds siltumapgādes tīkls**
zemas turpgaitas temperatūra (60-70 ° C), divvirzienu siltumapgāde, centralizētā dzesēšana, siltumenerģijas akumulēšana (sezonālā)
- **Zemas enerģijas ēkas**
renovācija, energoefektivitāte, viedā pārvaldība

Patērētāju siltumenerģijas patēriņš ↓

Siltumenerģijas zudumi s/tīklos ↓

Īpatnējie siltuma zudumi s/tīklos ↑

Siltumenerģijas ražošana pie patērētājiem ↑

Kopējā CSA sistēmas efektivitāte ?

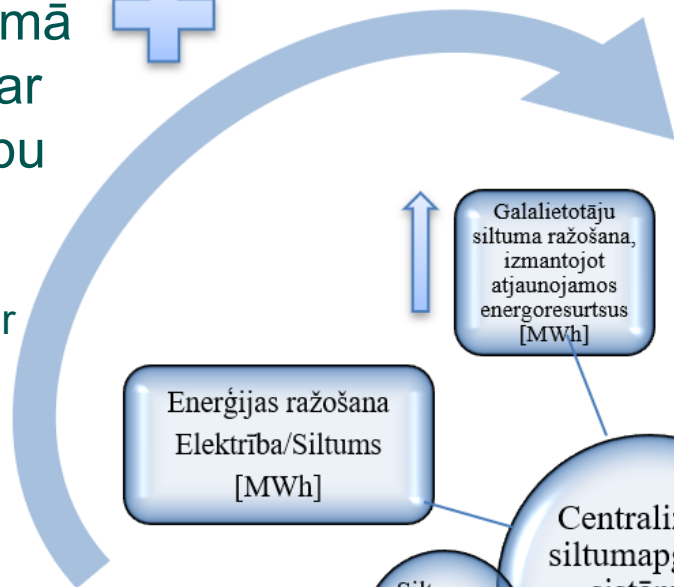
Metodoloģija

Tehnoloģija un kurināmā veids, tiek regulēts ar spēkā esošiem tiesību aktiem

Ražošanas efektivitāte ir tiešs ieguvums SA uzņēmumiem (augsta efektivitāte tiek nodrošinātā ar biznesa likumiem)

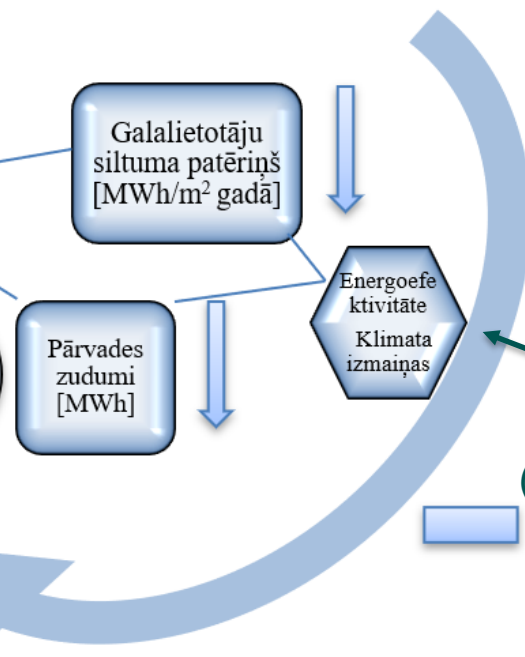
Siltumenerģijas sadales un patēriņa efektivitāte ir tieši saistīta ar pilsētas / rajona vēsturiski-arhitektūras atšķirībām

Atšķiras katrai CSA sistēmai



CSA sistēmas balanss

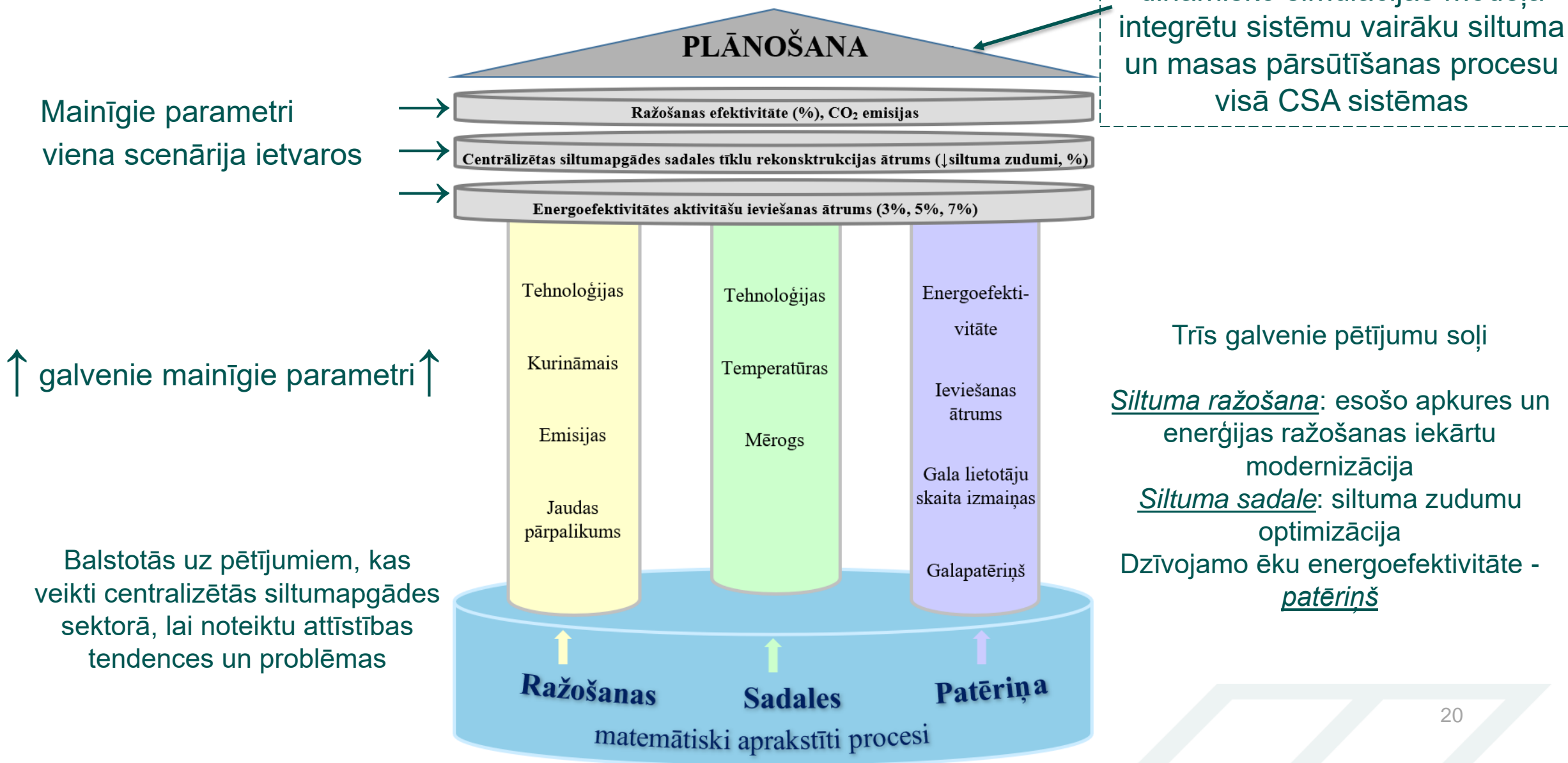
$$Q(\text{saražots}) = Q(\text{zudumi}) + Q(\text{patēriņš})$$



Ietekmējošie faktori

(normatīvie akti, klimata pārmaiņa)

Metodoloģija



Pētījums par siltumenerģijas pārvadi

Pētījuma objekts



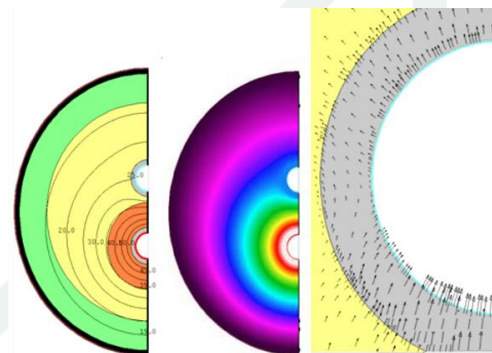
- ✓ Uzstādīta siltuma jauda– 6,9 MW
- ✓ 23 daudzīvokļu ēkas (51 069 m²)
- ✓ CSA siltumtīklu renovācijas gadi– 1999 – 2006
- ✓ S/tīklu garums – 1890 m
 - Pazemes (kanāls) – 1043 m
 - Caur pagrabu – 847 m
- ✓ Tika nomainīts – 890 m (85% āra tīklu)

Diferenciālo vienādojumu sistēma, kas raksturo siltuma pārnesei no cauruļvada virsmas un siltuma plūsmu siltumnesēja dzesēšanas rezultātā

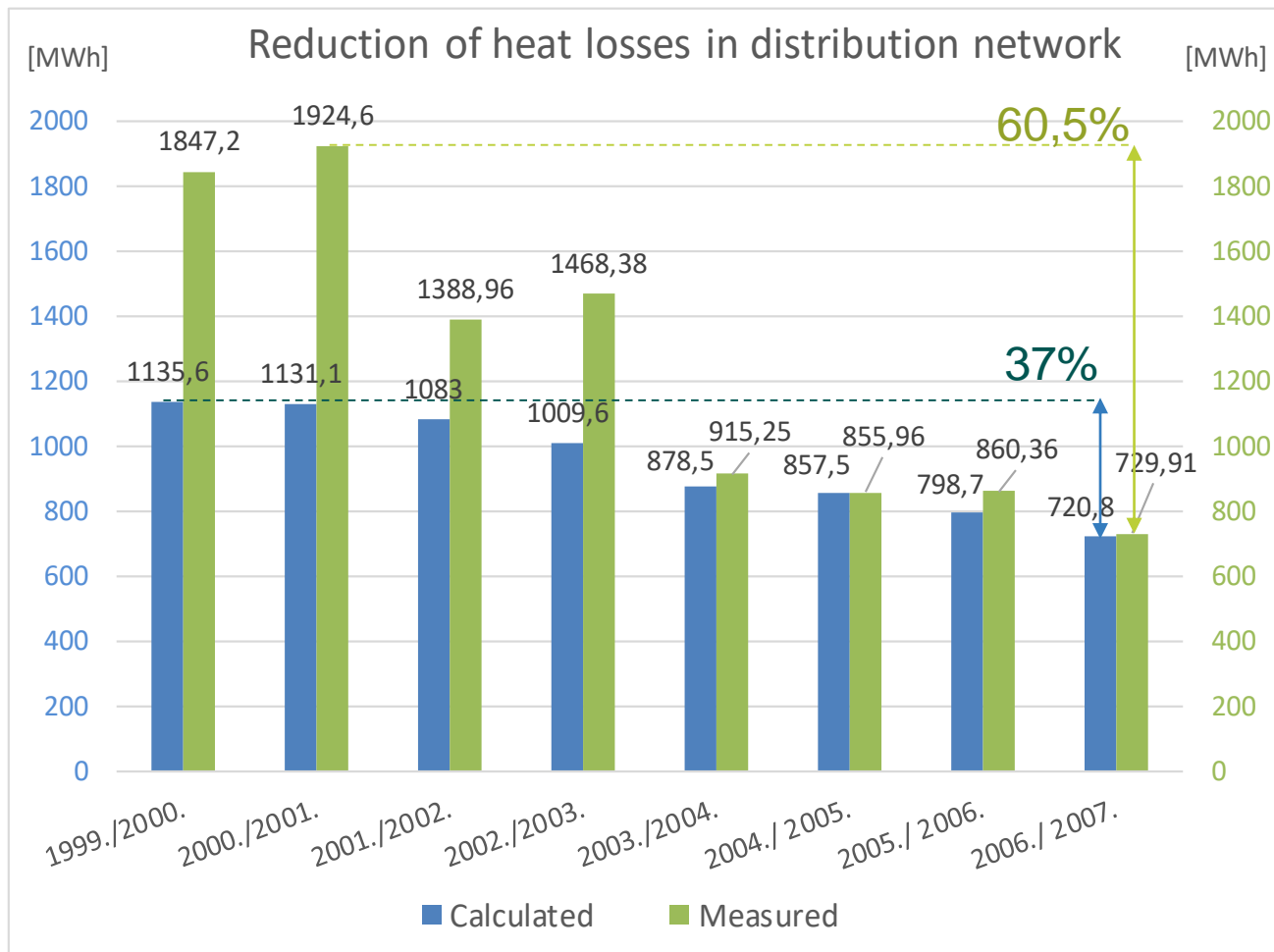
$$\begin{cases} dQ = h_{op} (T_p - T_{out}) \pi D_{op} \cdot dL \\ dQ = c_w G_w dT_w \end{cases}$$

Visvairāk ietekmējošie parametri

- Izolācija λ , W/(m·K)
- T1/T2 Temperatūras, °C
- Diametrs, m
- Garums, m

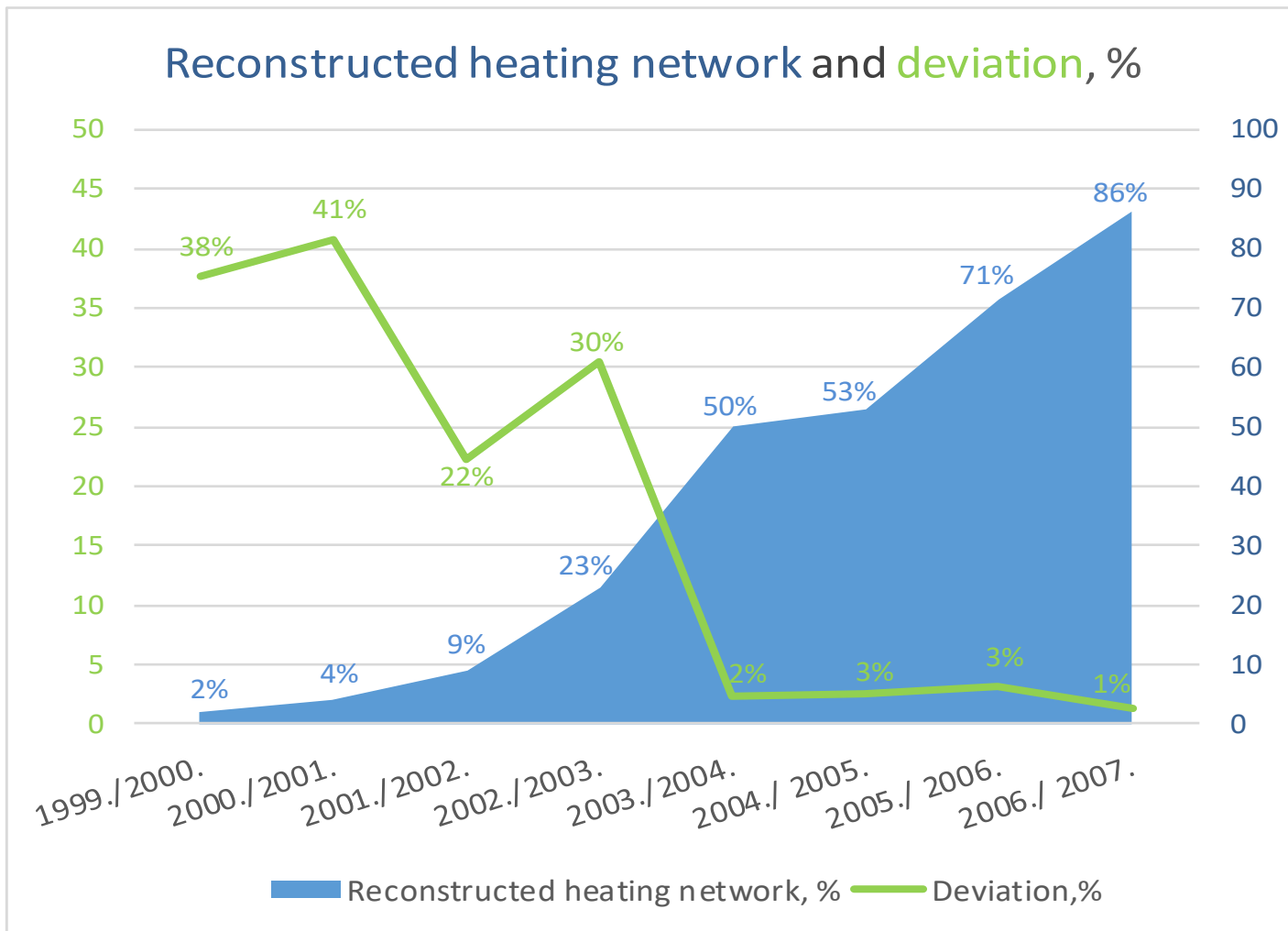


Pētījums par siltumenerģijas pārvadi



- Aprēķina s/e zudumu samazinājums 37%
- Izmērīts s/e zudumu samazinājums 60,5%
- Pirmo 4 gadu laikā tikai 23 % no siltumtīkliem tika renovēti

Pētījums par siltumenerģijas pārvadi



Atjaunoto cauruļvadu daudzums 2003./2004. gadā sasniedza 50%, aprēķinu precizitāte ievērojami palielinājās, un atšķirības starp izmērītajiem datiem un aprēķinu rezultātiem nepārsniedza 3%.

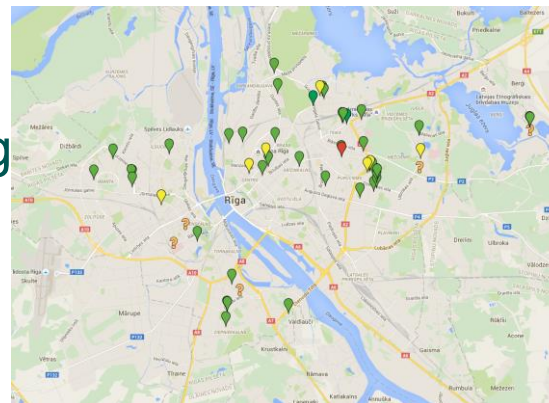
Secinājums - sākotnējais cauruļvadu stāvoklis bija daudz sliktāks, nekā gaidīts. Aprēķina metode ir piemērota turpmākam DH sadales tīkla novērtējumam.

Ierobežojošie parametri:

- ✓ Temperatūra
- ✓ Diametrs
- ✓ Izolācija
- ✓ Garums

Pētījums par dzīvojamo ēku energoefektivitāti (patēriņš)

- Siltuma enerģijas patēriņa dati no 55 daudzdzīvokļu dzīvojamām ēkām 5 gadu periodu no 2009. līdz 2014.g
- Siltuma skaitītāju kalkulatora kļūda $EK \pm (0,15 + 2 / \Delta t)\%$
- Izlabots pēc grādu dienām
- Kopējos siltumenerģijas patēriņa datus sadalīja ar apsildāmo laukumu "A" un koriģēja ar temperatūras koeficientu "k"
- Statistiski analizēts
- Izstrādāts patēriņa modulis



$$\int_{x=0}^L \dot{Q}_c dx = - \int_{T=T_0}^{T_s} kA dT$$

$$\frac{dQ}{dt} = hA(T_i - T_o)$$

Siltuma vadīšanas un siltuma pārnese vienādojumi, lai novērtētu siltuma zudumus caur ēkas norobežojosām konstrukcijām

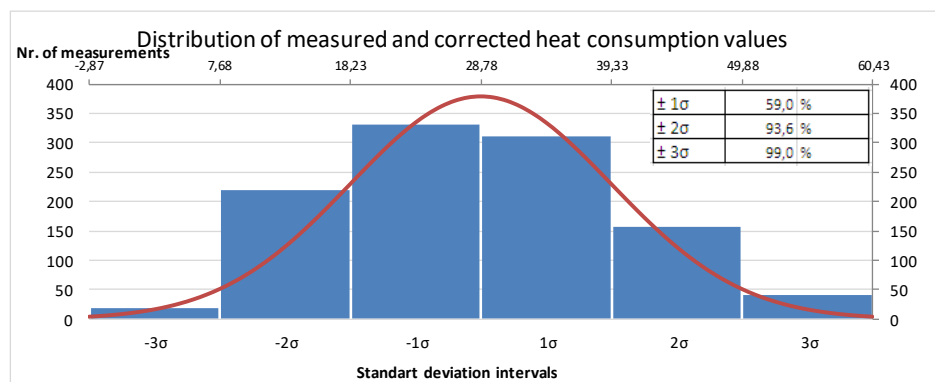
$$\int_{t=0}^{\tau} \dot{Q}_w dt = - \int_{T=T_0}^{T_s} \rho_w V_w c_w dT$$

$$\int_{t=0}^{\tau} \dot{Q}_{v+i} dt = - \int_{T=T_0}^{T_s} \rho_a V_a c_a dT$$

Vienādojumi, kas apraksta siltuma enerģijas patēriņu ventilācijai, infiltrācijai un karstā ūdens sagatavošanai

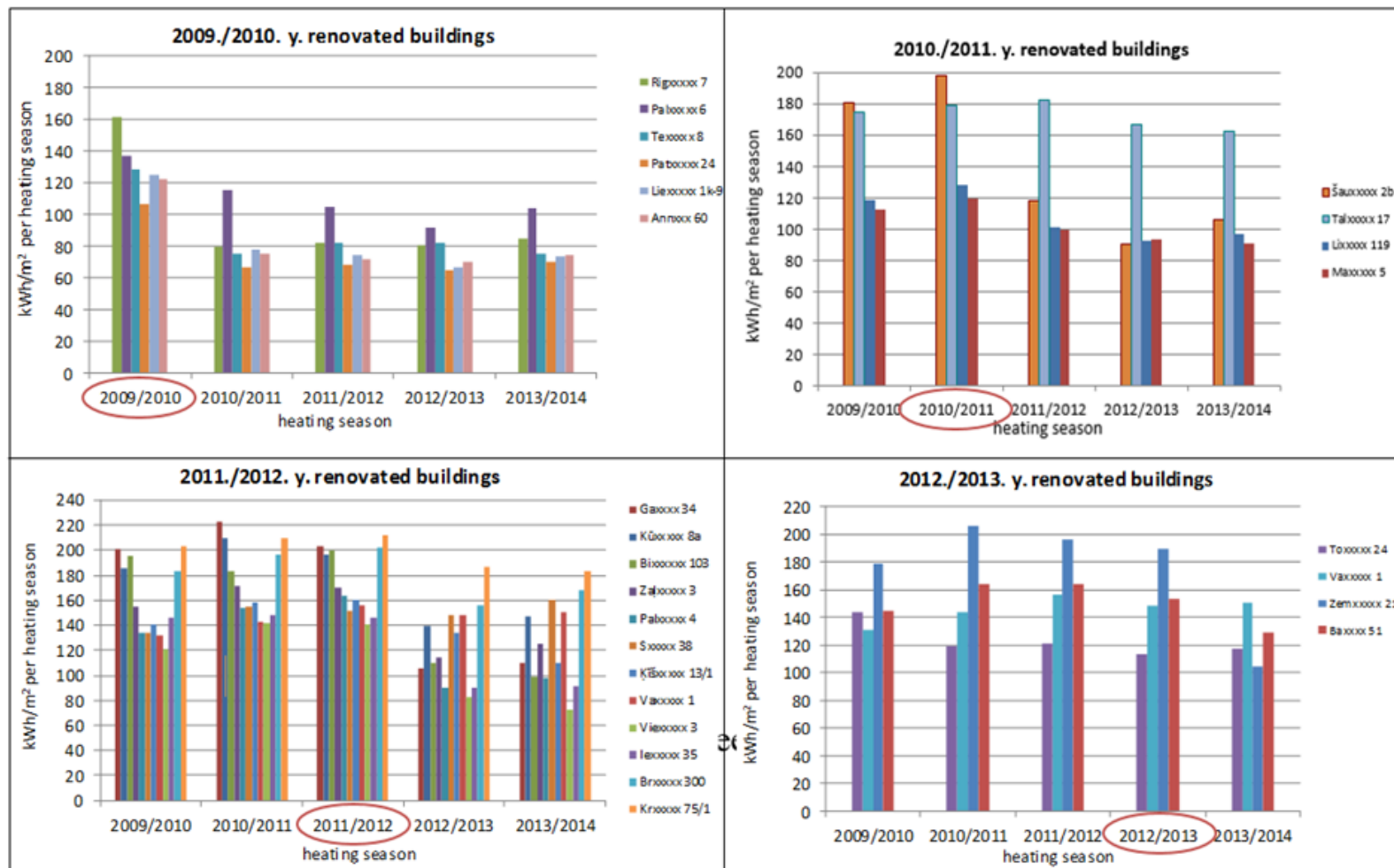
Standarta kļūda

- ✓ Nerenovētām ēkām $\pm 6.3\%$
- ✓ Visām ēkām $\pm 7.2\%$



Pētījums par dzīvojamo ēku energoefektivitāti (patēriņš)

Daudzdzīvokļu ēku siltumenerģijas patēriņš pirms un pēc renovācijas Rīgas pilsētā



Renovācijas rezultāta vidējais siltumenerģijas patēriņa samazinājums 42 %

130–140 kWh/m² līdz 75–80 kWh/m²

Ierobežojošie faktori:

- ✓ U-vērtība, W/m²K
- ✓ Renovācijas ātrums, % per year
- ✓ Enerģijas pārvaldība ēkās

Saskaņā ar LR Ekonomikas ministrijas datiem, līdz 2015. gadam jau atjaunoto daudzstāvu ēku kopējais skaits Latvijā bija sasniedzis 800 ēkas vai 3%

Esošo siltumavotu modernizācija (ražošana)

Galvenie mērķi: paaugstināt efektivitāti un kļūt videi draudzīgākiem

Stimulējošie faktori

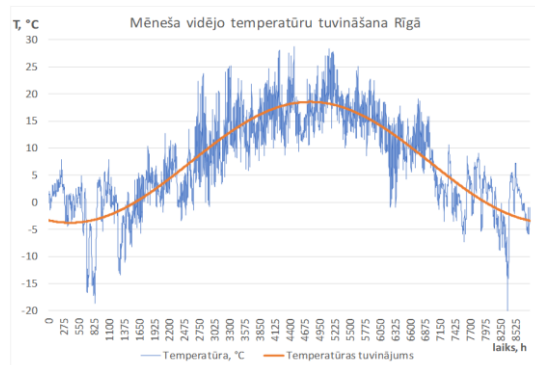
- | | | |
|-------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------|
| ▪ Dūmgāzu latentā siltuma izmantošana | → | Ekonomiskie ieguvumi |
| ▪ Koģenerācija | → | Valsts atbalsts, NPS elektroenerģijas tirgus cenas |
| ▪ Zemākas emisijas (SO _x , NO _x , CO) | → | Likumdošana, sodi |
| ▪ Atjaunojamie kurināmie | → | Enerģētikas politika |
| ▪ Vietējo degvielu attīstība | → | Tautsaimniecības izaugsme |

GALVENAIS KAS IETEKMĒ IEGULDĪJUMU ATMAKSĀŠANAS PERIODU IR SARAŽOTĀS ENERĢIJAS DAUDZUMS
MWh = EUR

Iepriekšējie pētījumi parāda enerģijas samazinājumu + klimata pārmaiņas = ?????

RISINĀJUMS: Ilgtermiņa plānošanas rīks

CSA sistēmas plānošanas rīks



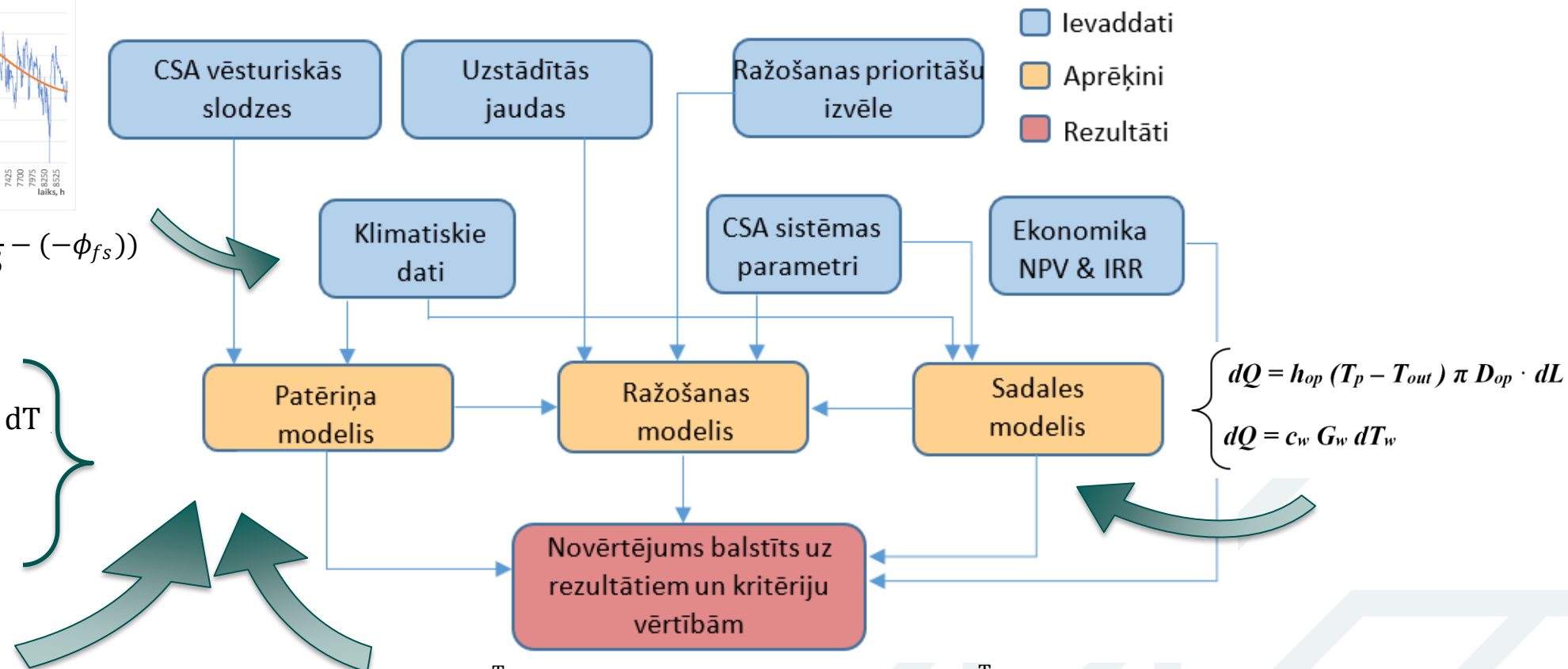
$$\theta = \theta_{avg} + \theta_{amp} \cos\left(\frac{2\pi t}{365.25} - (-\phi_{fs})\right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \int_{x=0}^L \dot{Q}_c dx = - \int_{T=T_0}^{T_s} kA dT \\ \frac{dQ}{dt} = hA(T_i - T_0) \end{array} \right\}$$

$$\dot{Q}_t = \frac{(T_i - T_0)}{\frac{1}{h_1 A} + \frac{L}{Ak} + \frac{1}{h_2 A}}$$

$$\int_{t=0}^{\tau} \dot{Q}_w dt = - \int_{T=T_0}^{T_s} \rho_w V_w c_w dT,$$

$$\int_{t=0}^{\tau} \dot{Q}_{v+i} dt = - \int_{T=T_0}^{T_s} \rho_a V_a c_a dT$$



CSA sistēmas plānošanas rīks

Development



Production	Distribution	Consumption	Building stock
Load, MW		Hours for heating, h	
Working hours, h		Hours for DHW, h	
Produced energy, MWh		Heat load for heating, MW	
Fuel consumption, m ³		Heat load for DHW, MW	
Efficiency, %		Heat energy demand, MWh	
Self-consumption, MWh		Temperatures, °C	
Electricity/heat ratio		Heated area, m ²	
	Diameter, m		Area, m ²
	Length, m		Volume, m ³
	Supply/return temp., °C		Dimensions, m
	Outside temp., °C		Area of the district, m ²
	Soil temp, °C		Max. load, MW
	Normative heat losses, W/m		Standard HW cons., l/day
	Heat losses, MWh		Ventilation load, MW
	Thermal conductivity, W/(mK)		
	Surface heat transfer, W/(m ² K)		

Emissions	Economics	Visualisation - Criteria
Electricity specific factors, kgCO ₂ /kWh		
Heat specific factors, kgCO ₂ /kWh		Electricity to Heat ratio
Emission factors for dif. fuels, kgCO ₂ /kWh		Overcapacity - installed/load
		Fuel balance fossil vs. renewable
		Operational efficiency
		Load factor
	NPV	Efficiency of fuel use
	IRR	Emission factor for electricity
	Investment, mil.EUR	Emission factor for heat energy
	Payback time, years	Total emissions, tCO ₂
	Fuel price, EUR/MWh	Energy-efficiency of the system
	CO ₂ price, EUR/tCO ₂	Heat density annual, MWh/m ²
Electricity price, EUR/MWh		Distribution efficiency, MWh _{loss} /MWh _{pr}
Discount rates, %		

Definition



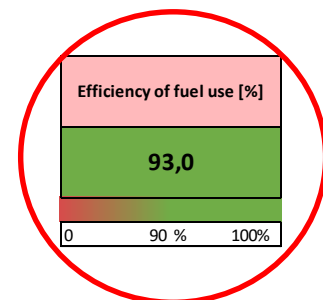
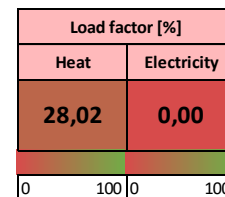
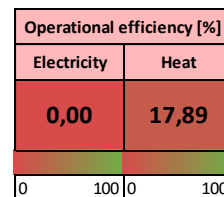
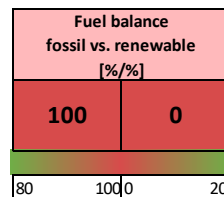
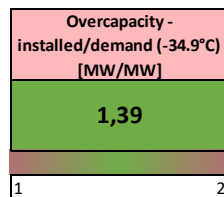
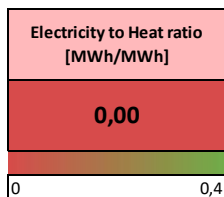
Criteria	Definition
First row from the left:	
<i>Electricity to Heat ratio</i>	Ratio of cogeneration unit produced electricity to total produced heat. Marked by graded color scale from red to green. Evaluation interval from zero → (maximum possible el. energy/produced heat energy).
<i>Overcapacity</i>	Installed heat capacity [MW]/ max. possible demand (-34.9°C). Requirements for safety heat supply, in case of biggest heating unit failure other units have to ensure max. heat demand. Marked by graded two color scale, green between 1 and 2, red -other.
<i>Fuel balance fossil vs. renewable [%/%]</i>	According to national goals of each country. In this case desirable share of renewable energy sources 20%, if higher marked green, lower – red.
<i>Operational efficiency [%] (heat and electricity)</i>	Operational efficiency is the ratio of the total electricity/heat produced by the plant during a period of time compared to the total potential electricity that could have been produced if the plant operated at 100 percent in the period. Marked by graded two color scale from 0 to 100%.
<i>Load factor [%] (heat and electricity)</i>	Load factor for a power plant is the ratio between average load and peak load. Marked by graded two color scale from 0 to 100%.
<i>Efficiency of fuel use [%]</i>	Total efficiency of the heat and electricity production. Depending on technology. Marked by graded two color scale from 0 to 90%, if higher – green.
Second row from the left:	
<i>Emission factor for electricity [tCO₂/MWh]</i>	As reference International Energy Agency provided data for emission factors for different countries (https://ecometrica.com/assets/Electricity-specific-emission-factors-for-grid-electricity.pdf). Marked by graded two color scale from min to max.
<i>Emission factor for heat energy [tCO₂/MWh]</i>	
<i>Total emissions t CO₂</i>	Based on the emission factors for different fuels.
<i>Energy-efficiency of the system (losses)[%]</i>	Heat losses in the distribution network / Total produced energy. Marked by graded two color scale from 10 to 20%, if higher – red, lower – green.
<i>Heat density annual [MWh/m²]</i>	Heat energy produced and delivered / DH system area (Marked by graded two color scale according http://maps.heatroadmap.eu/maps/31157/Renewable-Resources-Map-for-EU28?preview=true#)
<i>Transmission efficiency [MWh_{loss}/MWh_{pr}]</i>	Heat losses in the distribution network / Produced energy on the heating plant. Marked by graded two color scale from 10 to 20%, if higher – red, lower – green.

Piedāvātie attīstības scenāriji

<div style="text-align: center;">Scenāriji</div> <div style="text-align: left;">Elements</div>	Atskaites scenārijs	Reālistiskā renovācija	Intensīva renovācija	Pastiprinātā renovācija	Reālistiskā renovācija un biomasas izmantošana
Siltumtīkli	Nerenovēti	Renovēti 100%	Renovēti 100%	Renovēti 100% Temperatūras tīklos 55/35 °C	Renovēti 100% Temperatūras tīklos 55/35 °C
Iekārtas un kurināmā veidi	2 dabasgāzes ūSK (DGŪSK)	2 DGŪSK, DG koģenerācijas dzinējs	2 DGŪSK, DG koģenerācijas iekārta, koksnes biomasas ūSK 2MW	2 DGŪSK, DG koģenerācijas iekārta, saules kolektori pie paterētajiem	1 DGŪSK, DG koģenerācijas iekārta, koksnes biomasas ūSK 3MW
Dzīvojamais fonds	Nerenovēts	3% gadā	5% gadā	7% gadā	3% gadā

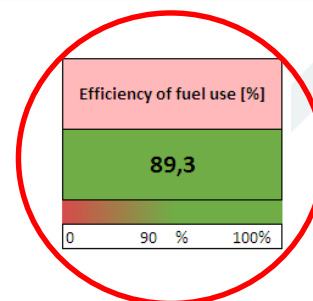
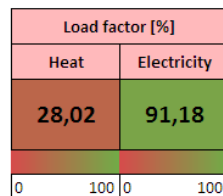
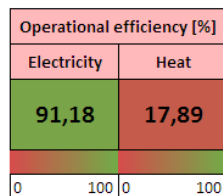
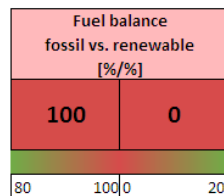
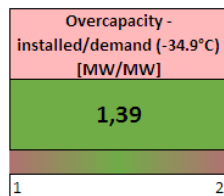
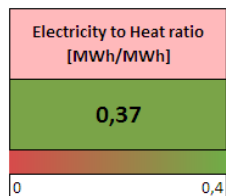
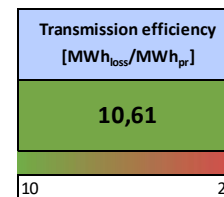
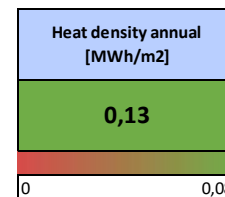
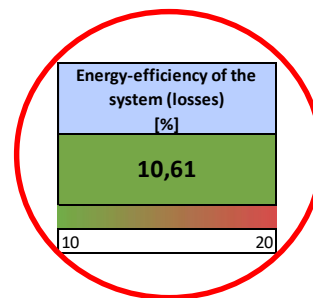
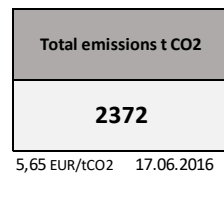
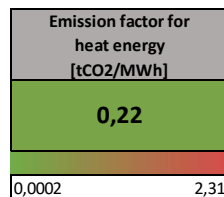
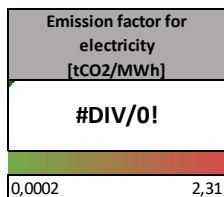
Plānošanas rīka validācija

Atskaites scenārijs



Δ patērētā enerģija – 7,6%

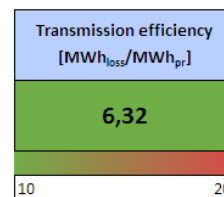
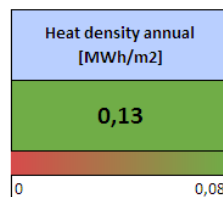
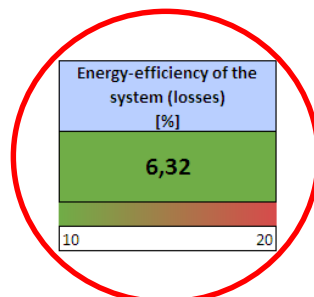
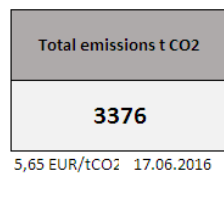
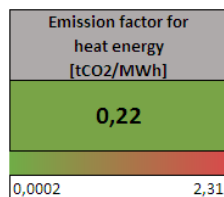
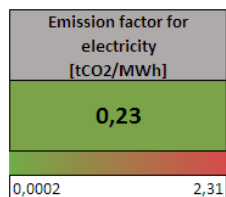
Δ siltuma zudumi – 6%



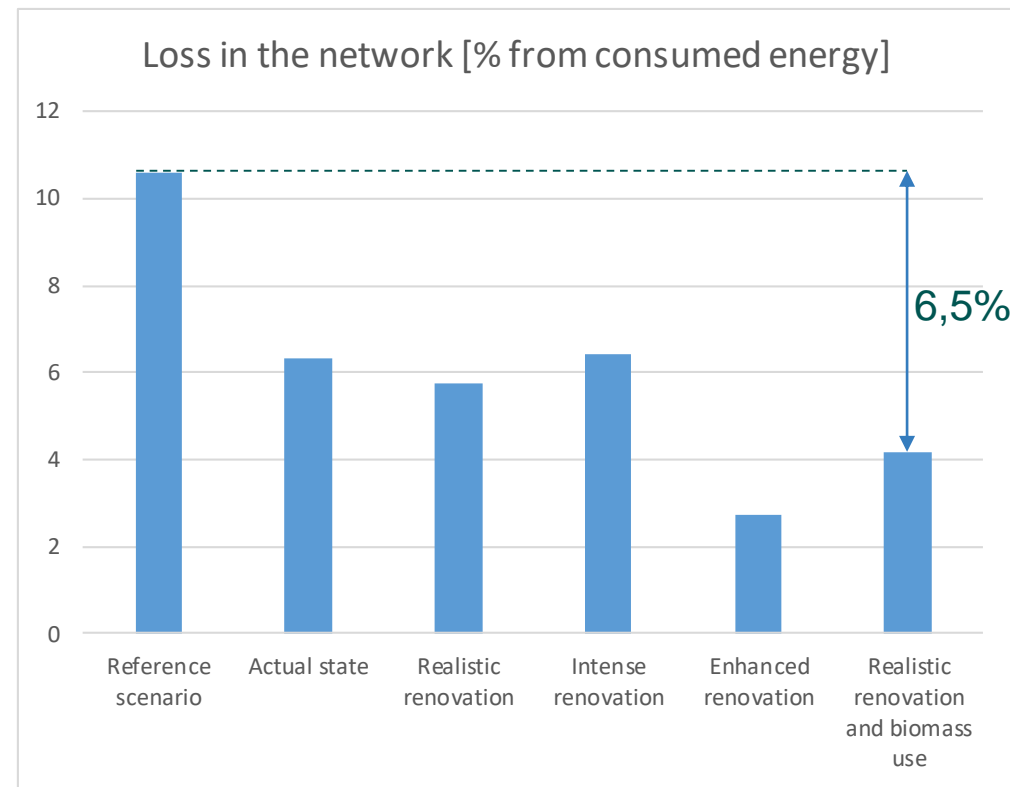
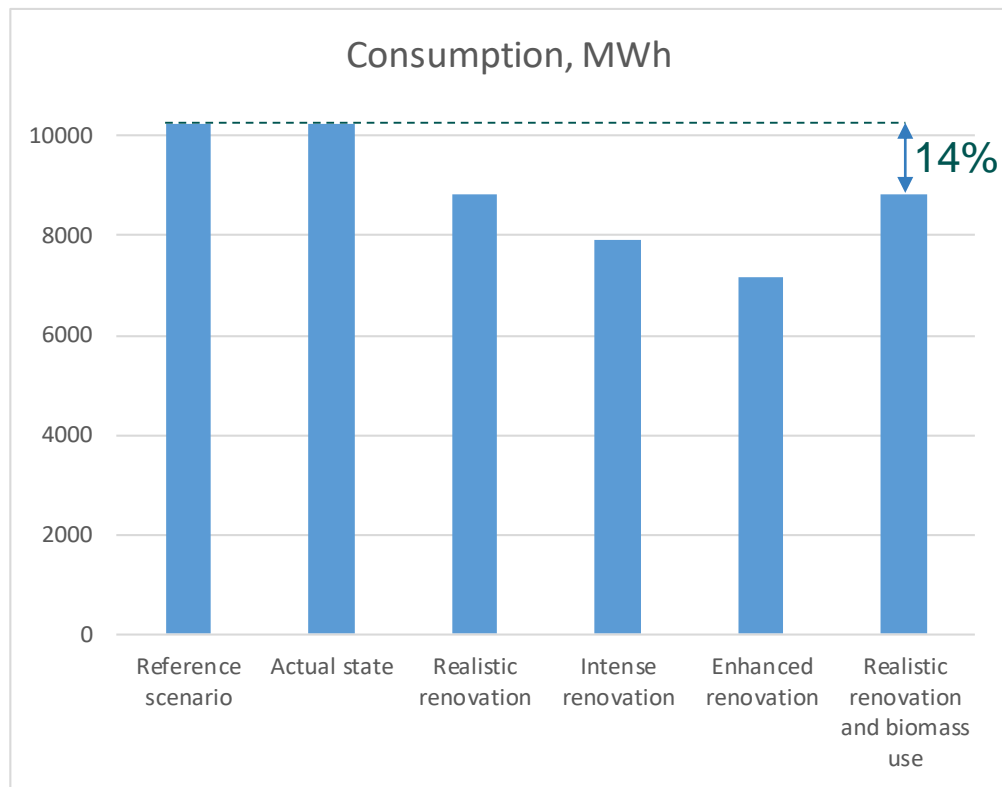
Sistēmas esošais stāvoklis

Δ patērētā enerģija – 3,5%

Δ siltuma zudumi - 1%



Piedāvāto scenāriju salīdzinājums

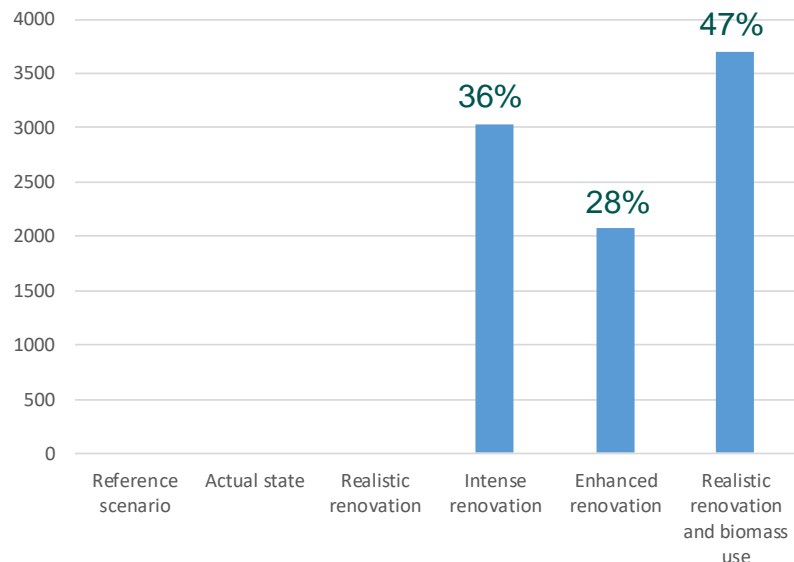


- Rezultāti tiek uzrādīti uz 15 gadu.
- Patēriņš ir atkarīgs no DH sistēmas pagarināšanas ātruma, atjaunošanas līmeņa un enerģijas pārvaldības, ko veic gala lietotāji.
- Īpaši pagarinājums nav paredzēts.
- Priekšroka ir reālistiska renovācija.

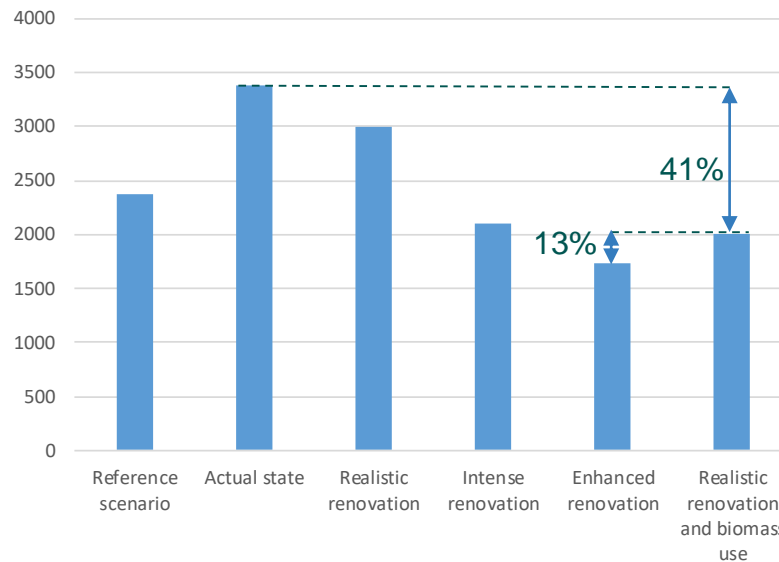
- Atkarīgi no caurules un izolācijas stāvokļa.
- Siltuma zudumi sastāv no transmisijas un noplūdes.
- Zemākie siltuma zudumi ir saules kolektoru vietējās siltumenerģijas ražošanas rezultāts.
- CSA sistēmas operatoriem nav izdevīgi.
- Infrastruktūra nav pilnībā noslogota.

Piedāvāto scenāriju salīdzinājums

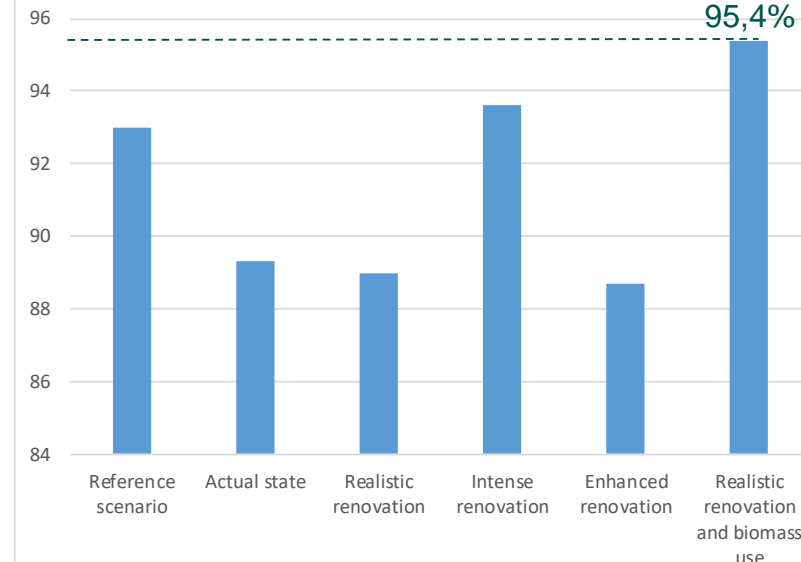
Produced from renewable sources, MWh



Emissions, tCO2



Efficiency of fuel use [%]



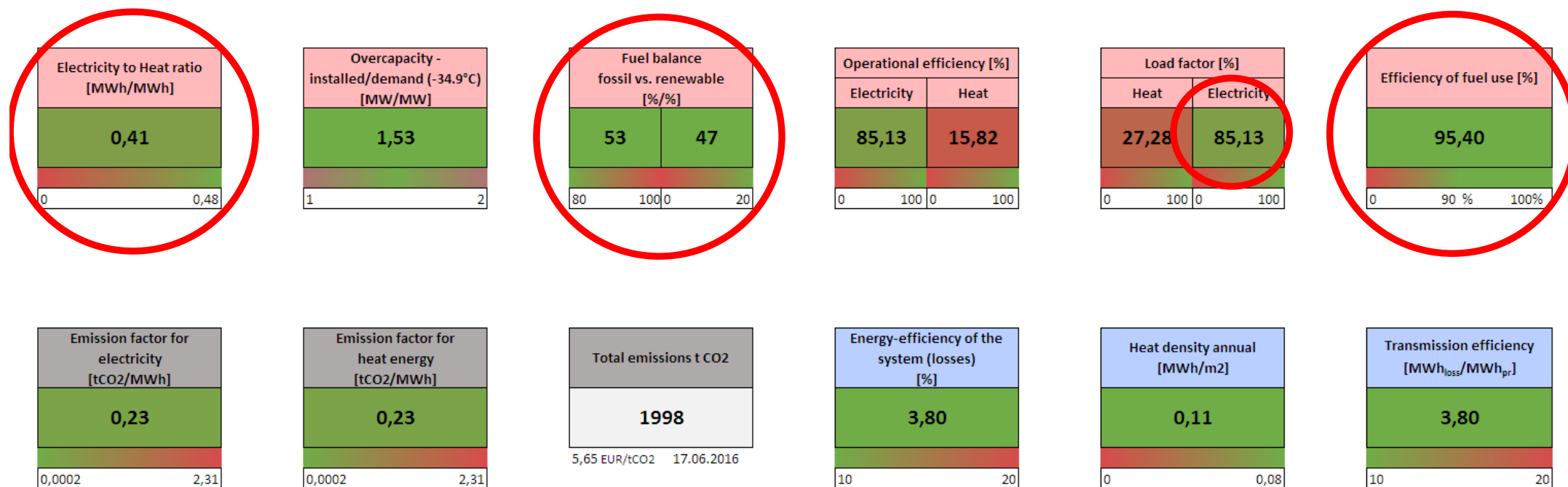
- Biomasa un saules kolektori tiek uzskatīti par AER.
- Saules kolektoru izmantošanu ierobežo platības trūkums (tikai ēku jumti)
- Iespējamais risinājums ir kolektoru uzstādīšana blakus siltumavotam, ja ir pieejama zeme
- 3 MW biomasas katls gandrīz sedz pīķa slodzes.

- Emisijas tieši atkarīgas no izmantotā kurināmā.
- 3 scenāriji ar dabasgāzi, 3 scenāriji ar atjaunojamiem enerģijas avotiem.
- Paaugstinātas emisijas "faktiskā stāvokļa" scenārijā radītas no koģenerācijas dzīnēja.

- Augstākā efektivitāte, jo ir lielāka biomasas daļa.
- Parasti biomasas katlu efektivitāte ir > 100%, izmantojot ZSS.
- Koģenerācijas dzinēja efektivitāte ~ 87%, DG ŪSK ~ 93%.
- «Pastiprināta renovācija»: 28% - saules enerģija, 72% - koģenerācijas stacija un DG ŪSK

Reālistiskā renovācija un biomasas izmantošana

Considered as most beneficial development scenario



- Atbilst enerģētikas politikas prasībām
- Visefektīvākās izmantotās tehnoloģijas
- Labi izdevīgi gan tiešajiem lietotājiem, gan CSA operatoriem
- Videi draudzīgas tehnoloģijas
- Iespējamais atmaksāšanās laiks 5,78 gadi (bez ES finansējuma)

Secinājumi

- 1) Ir divi laika periodi – līdz 2020. un 2050. gadam, kad ES dalībvalstis ir definējušas mērķus enerģijas patēriņa samazināšanai attiecīgi no 20 % līdz 80 %.
- 2) Laikā posmā no 2007. līdz 2014. gadam šķeldas siltumavotu skaits Latvijā pieauga 2,5 reizes, un kopējā uzstādītā šķeldas katlu jauda trīskāršojās un sasniedza 819 MW.
- 3) Pētījuma rezultāti par 2010.–2014. gadā 55 renovētām ēkām Rīgā ir parādījuši, ka kompleksas renovācijas rezultātā ir sasniedzams kopējās siltumenerģijas patēriņa samazinājums no 35 % līdz 50 % (vidēji 42,3 %).
- 4) Pētījuma rezultāti par siltuma zudumiem siltumtīklos norāda, ka jaunu rūpnieciski izolētu cauruļvadu siltuma zudumu aprēķiniem ir augsta precizitāte un kļūda starp aprēķinātiem un faktiskiem datiem nepārsniedz 3 %, savukārt veco izolēto cauruļvadu siltuma zudumu aprēķināto vērtību maksimāla novirze no izmērītām sasniedza 41 %, kas norāda, ka vecu siltumtīklu stāvoklis bija ievērojami sliktāks nekā paredzēts, bet tos nevarēja apsekot un koriģēt aprēķina metodi.
- 5) Veikto kvalitatīvo un kvantitatīvo pētījumu rezultāti kalpoja par pamatu siltumapgādes sistēmas procesu modelēšanas metodoloģijas izstrādei. Balstoties uz izstrādāto metodoloģiju, tika izstrādāts dinamisko simulāciju rīks CSA sistēmu siltuma un masas pārnesei procesu modelēšanai un CSA efektivitātes skaitliskai novērtēšanai
- 6) Siltumapgādes plānošanas rīka validācija tika veikta, izmantojot strādājošas siltumapgādes sistēmas datus par 1999.–2015. gadu. Sistēmas parametri: uzstādītā siltuma jauda – 2×3 MW ūdenssildāmie katli un koģenerācijas iekārta ar jaudu 0,6 MWth, siltumtīklu kopējais garums 1890 m, 23 abonenti ar kopējo apsildāmo platību 51 069 m². Validācijas laikā iegūto datu apstrāde un analīze norāda, ka simulāciju laikā iegūto rezultātu precizitāte ir 8 % robežās.
- 7) Deviņi efektivitātes un līdzsvara rādītāji ar definētām pieļaujamām robežām tika piedāvāti siltumapgādes sistēmu attīstības scenāriju novērtēšanai. Siltumapgādes plānošanas rīks ir noderīgs dažāda mēroga centralizēto siltumapgādes sistēmu attīstības scenāriju novērtēšanai, uzskatāmi norādot katra scenārija stiprās un vājās puses, scenāriju skaits neierobežots.
- 8) Piedāvāto CSA sistēmas attīstības scenāriju secīgas simulācijas ar dažādiem ēku renovācijas ātrumiem 3 %, 5 % un 7 % 15 gadu perspektīvā parādīja siltumenerģijas patēriņa samazinājumu par attiecīgi 13,5 %, 22,5 % un 30 % (vai 1380 MWh, 2301 MWh un 3068 MWh).
- 9) Pēdējo trīs scenāriju simulāciju rezultāti, kur bija paredzēts izmantot atjaunojamus enerģijas avotus, parāda CO₂ emisijas samazinājumu vidēji par 40 % (no 3376 tCO₂/gadā līdz aptuveni 2000 tCO₂/gadā, salīdzinot ar esošo stāvokli) un siltumenerģijas ražošanai izmantoto atjaunojamo enerģijas avotu īpatsvara palielinājumu līdz 47 %.
- 10) Veikto simulāciju detalizētas analīzes rezultātā tika izvēlēts tehnoloģiski izdevīgākais sistēmas attīstības scenārijs "Reālā renovācija un biomasas izmantošana" ar atmaksāšanās periodu 5,78 gadi (bez ES finansējuma)

Siltumenerģijas tirgus Latvijā

- 1) regulējamie pakalpojumi ir siltumenerģijas ražošana, siltumenerģijas pārvade un sadale, kā arī siltumenerģijas tirdzniecība.
- 2) pakalpojums ir regulējams, ja > 5000 MWh/gadā, ~ 240 komersantu Latvijā

Enerģētikas likums

48.pants
Siltumenerģijas apgādes sistēmas operators savā licences darbības zonā iepērk siltumenerģiju no siltumenerģijas ražotājiem, to skaitā **no neatkarīgajiem ražotājiem**, nodrošina siltumenerģijas lietotājiem drošu un kvalitatīvu siltumapgādi. Šim mērķim sistēmas operators izveido optimālu sistēmas operatīvās vadības struktūru.

49.pants

(1) Viena siltumenerģijas apgādes sistēmas operatora licences darbības zonā **var darboties vairāki siltumenerģijas ražotāji**, un šiem ražotājiem ir tiesības piedāvāt sistēmas operatoram iepirkt to saražoto siltumenerģiju par vienošanās cenu.

(2) Sistēmas operators, slēdzot līgumus par siltumenerģijas iepirkšanu no ražotājiem vai arī atsakoties tos slēgt, vadās pēc šādiem **ekonomiskā pakāpeniskuma principa kritērijiem**:

- 1) piedāvātās siltumenerģijas cena un samaksas nosacījumi;
- 2) siltumenerģijas pārvades izmaksas;
- 3) siltumenerģijas ražošanas režīma atbilstība patēriņa režīmam;
- 4) piedāvātās siltumenerģijas atbilstība sistēmas operatora noteiktajiem tehniskajiem parametriem.

AER integrācija siltumenerģijas tirgū

- 1) Jauni ražotāji – apvienotu s/tīklu darbības princips.
- 2) Darbības režīmu analīze, ņemot vērā iespējamās siltumavotu darbības kombinācijas, ievērojot siltumavotu tehniskās īpašības (palaišanas laiks, slodzes regulēšanas dinamika, min. jauda, hidrauliskie rezīmi u.c.)
- 3) Siltumapgādes sistēmas operatīvas vadības pamatprincipi – siltumapgādes sistēmas operators.
- 4) Ekonomiska pakāpeniskuma princips.
- 5) Iepirkumu procedūras pamatprincipi
 - i. Iepirkumu periodu novērtēšana/izdevīgums (diena/nedēļa/mēnesis)
 - ii. Iepirkuma apjoma noteikšana (vasarā/apkures periods) mainīgais un fiksētais apjoms
 - iii. Iepirkuma apjoma sadalīšana lotēs

Tehniskais raksturojums

- 1) Siltumavotu darbības kombinācijas (darbs paralēli vai atdalītās zonās).
- 2) Hidrauliskie režīmi katrai kombinācijai.
- 3) S/tīklu piebarošanas nosacījumi, ņemot vērā tehniskas iespējas un darbības kombinācijas.
- 4) Hidraulisko režīmu nomaīņa atkarībā no siltumavotu tehniskiem raksturojumiem.
- 5) Riski siltumapgādes drošumam. (jauni ražotāji, pieredzes trūkums, ,

Siltumenerģijas iepirkuma pamatprincipi

- 1) Tirdzniecības periodu varianti (4, 8, 24 stundas, nedēļa (5/7), mēnesis), pamatojoties uz hidraulisko aprēķinu rezultātiem, tehnisko informāciju par iekārtām, slodžu izmaiņas dinamiku 50MW/h dabāsgāze un 2 MW/h biokurināmais, palaišanas laiku 2-36 stundas.
- 2) Iepirkuma apjoms (prognozēšana ziema/vasara) uz siltumslodzes daļu, uz kuru var pretendēt vairāk kā viens ražotājs. Daļa uz kuru var pretendēt tikai viens ražotājs – par SPRK tarifu.
- 3) Iepirkuma apjoms tiek sadalīts – ar mainīgo apjomu -ar fiksēto apjomu
 - i. Ar mainīgo – var pretendēt avoti kuriem ir tehniskas iespējas (max), nodrošināt piebarošanu, nodrošināt hidraulisko režīmu.
 - ii. Ar fiksēto var pretendēt visi.
- 4) Ražotāju izvēle notiek balstoties uz ekonomiskā pakāpeniskuma principu, paredzot godīgas konkurencēs nosacījumus. Ievērojot siltumapgādes drošību.

AER integrācija siltumenerģijas tirgū

Lotei ar mainīgu ražošanas apjomu vasaras periodā tiek noteikta min ražošanas slodze, pie kuras ražotājs nodrošina stabilu siltumavota darbību ar tādu ražojošo iekārtu skaitu, kas savā slodžu regulēšanas diapazonā bez papildus katlu palaišanas var nodrošināt slodžu regulēšanu.

Atkarīgā no siltumavotos uzstādītu iekārtu skaita un jaudas.

Vasaras periodā izejot no šī lieluma un plānotā nakts slodzes minimuma tiek noteikts atlikušais apjoms lotēm ar fiksēto apjomu.

AER integrācija siltumenerģijas tirgū

1. Ekonomiski izdevīgi un tehniski iespējami (mazāk pārslēgumu un informācijas aprites) ir nedēļas un mēneša iepirkuma periodi – zemākā siltumenerģijas iepirkuma cenu un saglabā drošumu (atbilstība Enerģētikas likumam).
2. Nedēļas periods ļauj precīzāk plānot siltumapgādes sistēmas darbību (siltumenerģijas pieprasījums, siltumenerģijas tarifs, personāla skaits, kurināmā cenas), kas var dot ekonomisko efektu salīdzinot ar mēneša periodu.
3. Siltumapgādes tirgus attīstība, palielinoties siltumenerģijas ražotāju skaitam, uzlabos kopējo sistēmas drošumu, attīstīs konkurenci un siltumenerģijas tarifa samazināšanos.

Saules enerģija?

Dabaszgāzes tirgus

Atvērts dabaszgāzes tirgus no 01.04.2017.

Dabaszgāzes patēriņa prognoze

Balansēšanas pakalpojums

Balansējoša gāze par ~3 EUR/MWh dārgāka.
Nebalans >5%, cena pieaug par 10%

Integrējot AER precīzi un savlaicīgi jāprognozē dabaszgāzes patēriņš





Paldies par uzmanību

Projektēšanas birojs SIA

RIXDimensija

- *Dr. sc. ing. Aleksandrs Zajacs*
 - *+(371) 29874677*
- *Prof. Dr.sc.ing. Anatolijs Borodiņecs*
- *rixdimensija@outlook.com*