

Siltuma pārpalikumi

Izmantošanas iespējas, šķēršļi un CO₂ emisiju samazināšanas potenciāls

Ph.D. Ieva Pakere, Rīgas Tehniskā universitāte

Saturs

- Siltuma pārpalikumu potenciāls un definēšana, izmantošanas pamatprincipi
- Ieguvumi no siltuma pārpalikumu izmantošanas
- Siltuma pārpalikumu veidi
- Rūpnieciskie siltuma pārpalikumi Latvijā
- Citi siltuma pārpalikumu avoti un potenciāls izmantošanai
- Nākotnes perspektīvas siltuma pārpalikumu izmantošanai

Siltuma pārpalikumu atgūšana Eiropā



Avots: Borealis/Fotostudio Meister Eder¹

¹<https://hlk.co.at/a/diese-waermepumpe-macht-industrielle-abwaerme-effizient-nutzbar>

Siltuma pārpalikumu izmantošanas potenciāls:

- Paaugstināta kopējā sektoru energoefektivitāte
- Sasniegti mērķi CO₂ emisiju samazināšanai 2030. un 2050.gadam
- Primārās enerģijas ietaupījums
- Atkritumu siltumu var izmantot, lai **aizstātu vai papildinātu siltumu**, kas iegūts, izmantojot tradicionālās metodes
- Siltumapgādes tīkli ir piemēroti siltuma pārpalikumu izmantošanai
 - piemēroti dažādu siltuma avotu kombinēšanai

Definīcija

- Esošās siltuma pārpalikumu definīcijas joprojām ir pretrunīgas un izslēdz vienu vai vairākas attiecīgās apakšzonas, kas attiecas uz centralizēto siltumapgādi!

Siltuma pārpalikumi (atlikumsiltums) :

Siltums, kas rodas procesa laikā, kura galvenais mērķis ir produkta ražošana vai pakalpojuma sniegšana vai enerģijas pārveidošana, un kas būtu jānovada apkārtējā vidē, jo tas veido neizmantotu blakusproduktu.

Siltuma pārpalikumu izmantošanas pamatprincipi

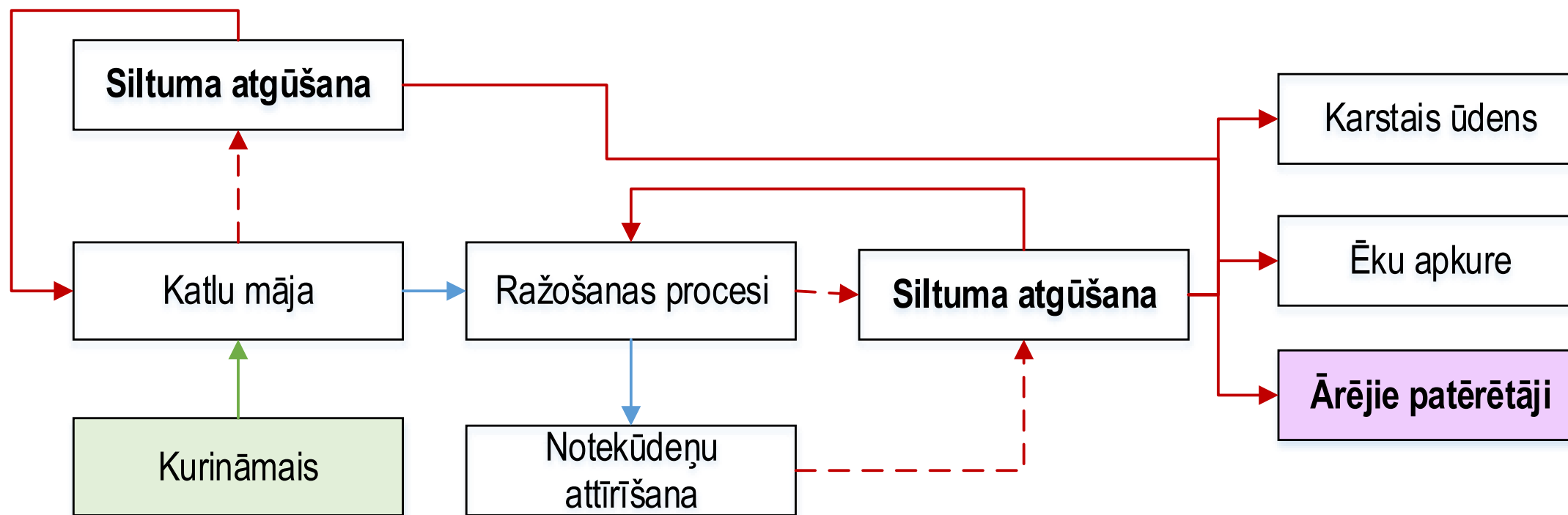
- Siltuma pārpalikumi rodas **dažādos rūpnieciskajos procesos**;
- Siltumu **var izmantot uz vietas** telpu apsildīšanai vai dzesēšanai, kā arī karstā ūdens sagatavošanai, kā arī **novadīt centralizētajā siltumapgādē**;
- Atkarībā no procesa, atgūstamajam siltumam ir **dažādi temperatūras līmeņi**;
- Ļoti zemas temperatūras gadījumā nepieciešama **temperatūras paaugstināšana** (piemēram, ar siltumsūkni)
- Vienīgie zaudējumi, kas rodas, ir **siltuma pārvades zudumi** - tāpēc attālums starp siltuma avotu un siltuma patērētāju ir svarīgs siltuma izmantošanas efektivitātei
- **Zemas finanšu izmaksas** salīdzinājumā ar enerģētisko ieguvumu



Avots: Borealis/Fotostudio Meister Eder



Kur rodas siltuma pārpalikumi rūpniecībā? Piemērs



Siltuma pārpalikumu izmantošanas pamatprincipi

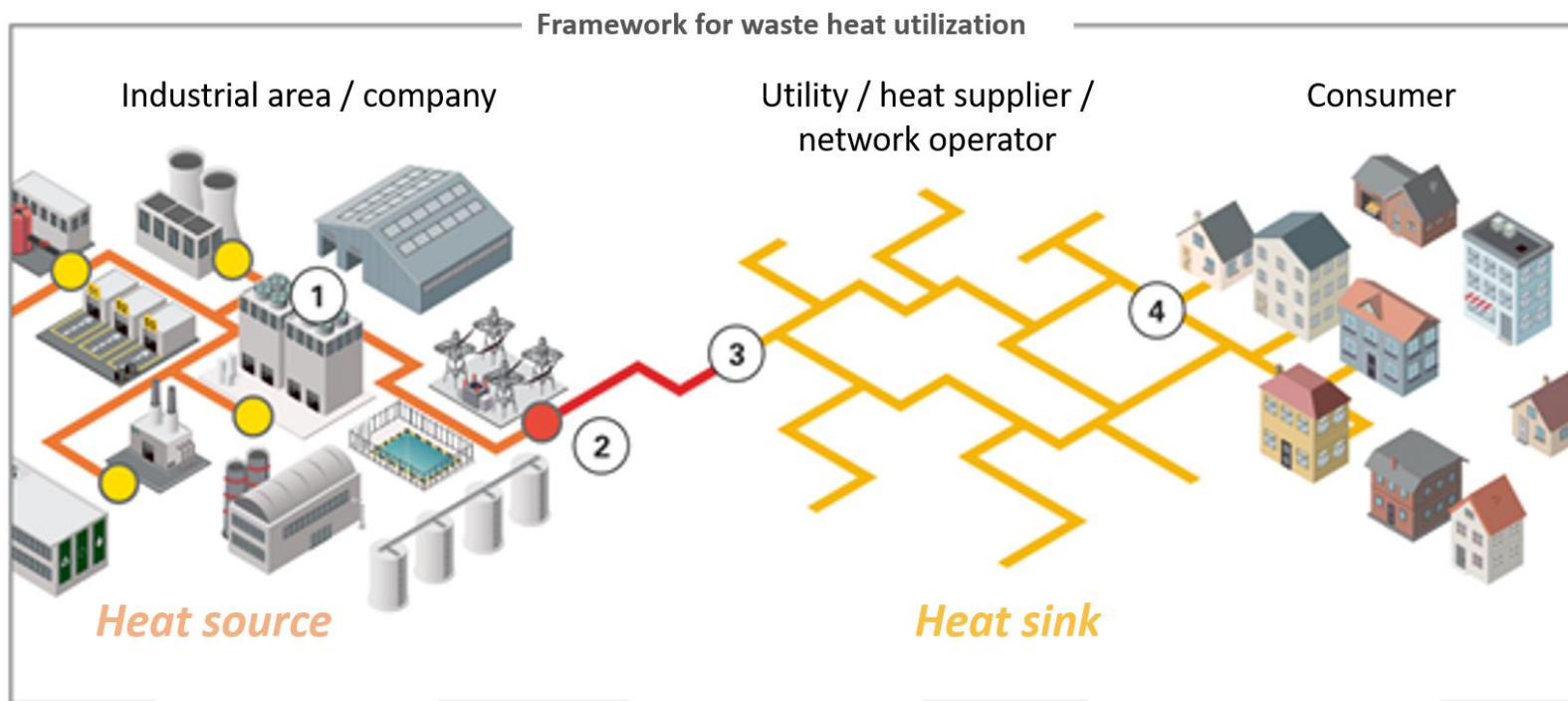
TOMĒR: Neatkarīgi no siltuma pārpalikumu izmantošanas potenciāla un augstās efektivitātes ir svarīgi atzīmēt, ka...

- ...**neradīt** siltuma pārpalikumus ir vēl efektīvāk, nekā tos izmantot.
- ...**novērtēt visas alternatīvas**, lai novērstu vai minimizētu siltuma pārpalikumu daudzumu, **vienmēr būtu jābūt pirmajam solim!**

Siltuma pārpalikumu izmantošanas analīzes posmi:

1. **Novērst** siltuma pārpalikumus;
2. **Samazināt** siltuma pārpalikumus, palielinot procesa efektivitāti;
3. **Atkārtoti izmantot siltumu**; siltuma izmantošana tajā pašā vai citos procesos;
4. **Novadīt** siltuma pārpalikumus siltumapgādes tīklā.

Siltuma pārpalikumu izmantošanas pamatprincipi



1. Siltuma pārpalikumus iegūst, piem. no izplūdes gāzu plūsmas caur siltummaini un pārnes uz siltumnesēju;
2. Siltums tiek pārvadīts pa pārvades tīklu.
3. Siltums tiek pievadīts patērētājiem.

Atelst 1: Dažādi siltuma pārpalikumu integrēšanas līmeņi

Nozīmīgākie soļi siltuma pārpalikumu izmantošanā

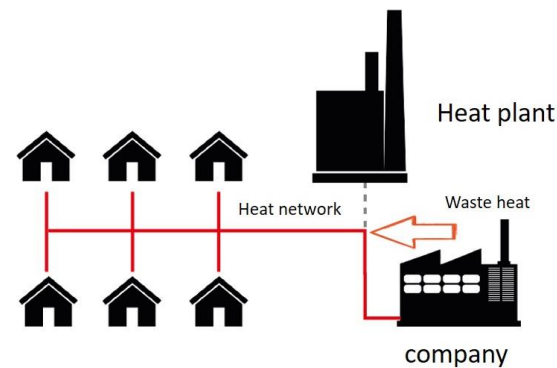
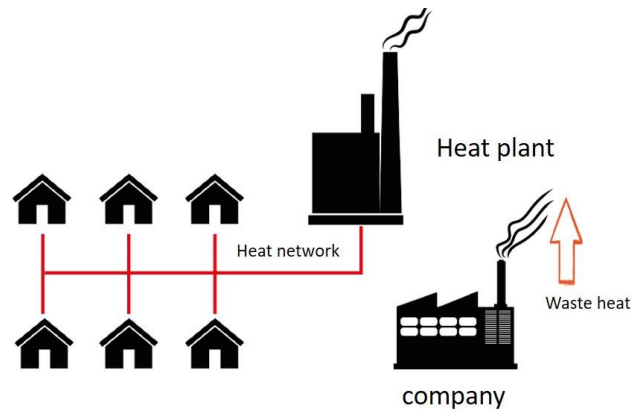
- Siltuma pārpalikumu integrēšanai ir nepieciešams **skaidrs politiskais un tiesiskais regulējums**, jo...
 - ... ir iesaistīti **dažādi dalībnieki** (uzņēmumi, komunālie uzņēmumi, tīkla operatori, patērētāji utt.)

Aspekti efektīvai un lietderīgai siltuma pārpalikumu izmantošanai Eiropas un valsts mērogā:

- **Izveidot piemērotu politisko pamatu**, kas stimulētu siltuma pārpalikumu izmantošanas palielināšanos Eiropas un nacionālajā līmenī
- **Nacionālo siltuma pārpalikumu reģistru izstrāde** (piemēram, iespējamo siltuma avotu kartēšana)
- **Veicināt ilgtermiņa siltumapgādes attīstības plānu** izstrādi pašvaldību un reģionālā līmenī
- **Nodrošināt un pastiprināt zinātības nodošanu**
- **Klasificēt atgūto siltumenerģiju kā bez CO₂ emisiju** (piemēram, saņemot fondu finansējumu)

leguvumi no siltuma pārpalikumu izmantošanas

- Siltuma pārpalikumu izmantošana veicina tradicionālo fosilo katlu māju aizvietošanu
- Siltuma pārpalikumi rodas dažādās vietās:
 - Rūpnieciskajos procesos & lielajās termoelektrostacijās:
 - svarīgi avoti, bet parasti tālu no esošajiem siltumtīkliem vai siltuma patērētājiem
 - Siltuma pārpalikumi no pakalpojumu nozares:
 - rada daudz mazāku siltumenerģijas daudzumu, parasti zemāks temperatūras līmenis;
 - tuvu patēriņa vietai un tāpēc interesants pilsētu teritorijām;



2. attēls: fosilā kurināmā pārvietošana ar atkritumu siltumu (sava diagramma)

Ieguvumi no siltuma pārpalikumu izmantošanas

Vides ieguvumi

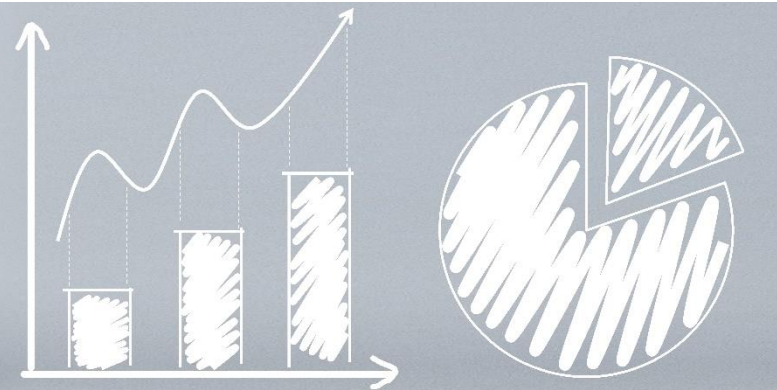
- Nav papildu emisiju (CO₂, cietās daļiņas, NO_x utt.)
- gandrīz **netiek izmantoti papildu resursi** un netiek patērēta papildu vieta, jo rūpnīcas jau pastāv
- neregulāru **siltuma emisiju samazināšana vidē**
 - Novērsta pieļaujamā ezeru un upju sasilšana
- mikroklimatiskie aspekti pilsētās
 - vietējo siltuma resursu samazināšana kļūst arvien svarīgāka



Avots: pixabay

Ieguvumi no siltuma pārpalikumu izmantošanas

Ekonomiskie ieguvumi

- Nav nepieciešami papildu primārās enerģijas avoti, lai pārvērstu siltumenerģiju par lietderīgu enerģiju
 - Uzņēmumi var samazināt kurināmo un elektrības izmaksas
- 
- **Zemākas enerģijas izmaksas** varētu būtiski ietekmēt ražošanas uzņēmumu konkurētspēju tirgū
 - **Mazāka atkarība no enerģijas tirgus** (mazāks neprognozējama fosilā kurināmā cenu pieauguma risks)
 - **Mazākas CO₂ emisiju izmaksas**, kas savukārt ļauj ietaupīt ekspluatācijas izmaksas

Avots: pixabay

Iedalījums pēc siltuma avota

Uz potenciāli izmantojamiem siltuma pārpalikumu avotiem attiecas šādas kategorijas:

- **Ražošana** (piem., pārstrādes rūpnīcas, tērauda apstrāde, ķīmiskā rūpniecība)
- **Pakalpojumi** (piem., datu centri, veļas mazgātavas, saldētavas, notekūdeņu un ūdens resursu apsaimniekošana)
- **Atkritumu apsaimniekošana** (piem., atkritumu termiskā apstrāde)
- **Enerģijas pārveidošana** (piem., kondensācijas spēkstacijas, sadedzināšanas procesos iegūtās izplūdes gāzes siltums).



Avots: pixabay

Iedalījums pēc (izmantošanas) temperatūras līmeņiem

Augstas temperatūras diapazons ($> 300^{\circ}\text{C}$):

- Pārvēršana elektroenerģijā, izmantojot Clausius-Rankine vai Stirling procesu

Vidēja temperatūras diapazons ($80\text{-}300^{\circ}\text{C}$):

- Pārvēršana elektroenerģijā, izmantojot ORC vai Kalina procesu
- Pasīvā siltuma izmantošana (iekšēji, lokāli / blakus vai ārēji, ievadot centralizētās siltumapgādes tīklā vai izmantojot mobilo transportēšanu, izmantojot siltuma tvertni)

Piezīme: Elektroenerģijas ražošana, izmantojot augstas temperatūras siltuma pārpalikumus, ir tehniski iespējama. Tomēr ņemot vērā mūsdienu zemās elektroenerģijas cenas, ir komerciāli izdevīga tikai retos gadījumos.

Iedalījums pēc (izmantošanas) temperatūras līmeņiem

Zemas temperatūras diapazons (<80 °C):

- Iekšējās vai vietējās / blakus esošo telpu apsildes un karstā ūdens prasību noseģšana;
- Apkures ūdens priekšsildīšana siltumtīklā (ārējā);
- Aktīva siltuma izmantošana, izmantojot elektriskos / termiskos siltumsūkņus
- Termiskos siltumsūkņus darbina, izmantojot integrētu procesa siltumu augstā temperatūrā vai ar papildus degvielu darbinošu sistēmu.
- Saldēšana (iekšējiem vai vietējiem / blakus esošajiem lietotājiem)
- Pasīvā siltuma izmantošana aukstumapgādē;

Lai paaugstinātu temperatūras līmeni tiek izvietoti integrēti siltumsūkņi.

Siltuma pārpalikumu avotu kvalitāte

Sekojoši rādītāji ir būtiski, lai novērtētu siltuma pārpalikumu kvalitāti un iespējamo izmantošanu:

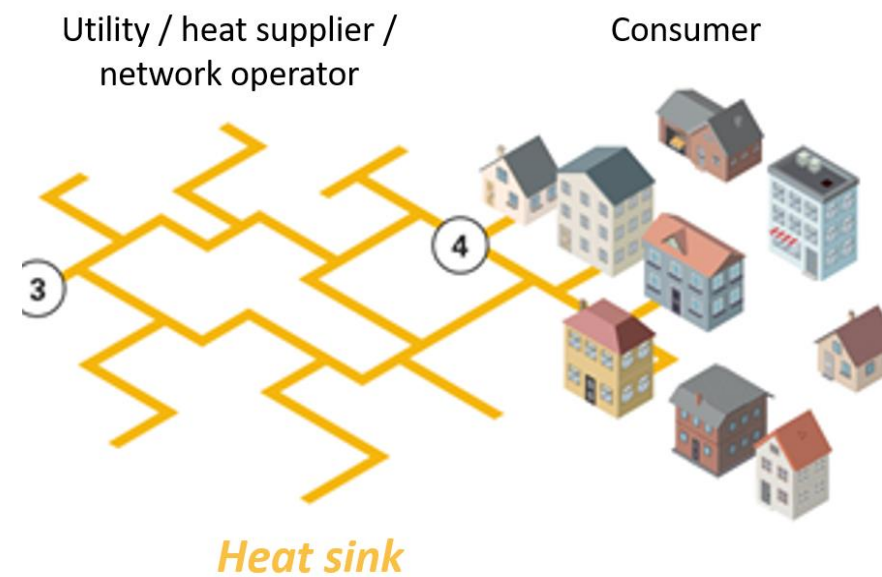
- Fizikālie siltumnesēja rādītāju parametri;
- Temperatūras līmenis
- Siltuma pārpalikumu pieejamība laika gaitā:
 - Ja tas nav zināms, vajadzības gadījumā var izmantot pieejamo siltuma daudzumu/laika vienību un minimālo un/vai maksimālo siltuma jaudu.
 - Būtu jāņem vērā uzņēmumu brīvdienas, slēgšana pārkraušanas vai maiņu dēļ utt.
- **Ķīmiskais sastāvs, svešķermeņi, sektors/process utt.**

Siltuma pārpalikumu avotu kvalitāte

Potenciālajiem siltuma patērētājiem jābūt :

piemērotiem siltuma pārpalikumu izmantošanai tādiem mērķiem kā telpu apkure vai karstā ūdens sagatavošana (Siltuma pieprasījums / individuālie slodzes profili / patērētāja uzvedība utt.)

- novērtēt nepieciešamo turpgaitas temperatūru;
- Nepieciešamā tīkla spiediena novērtēšana
- attālums līdz siltuma avotam (siltuma zudumu dēļ)
- varētu interesēt blakus esošu rūpniecības uzņēmumu vienlaicīga dzesēšana



Avots: AGFW

Rūpniecisko siltuma pārpalikumu izmantošana

Piemērs – Papīrfabrika Dānijā

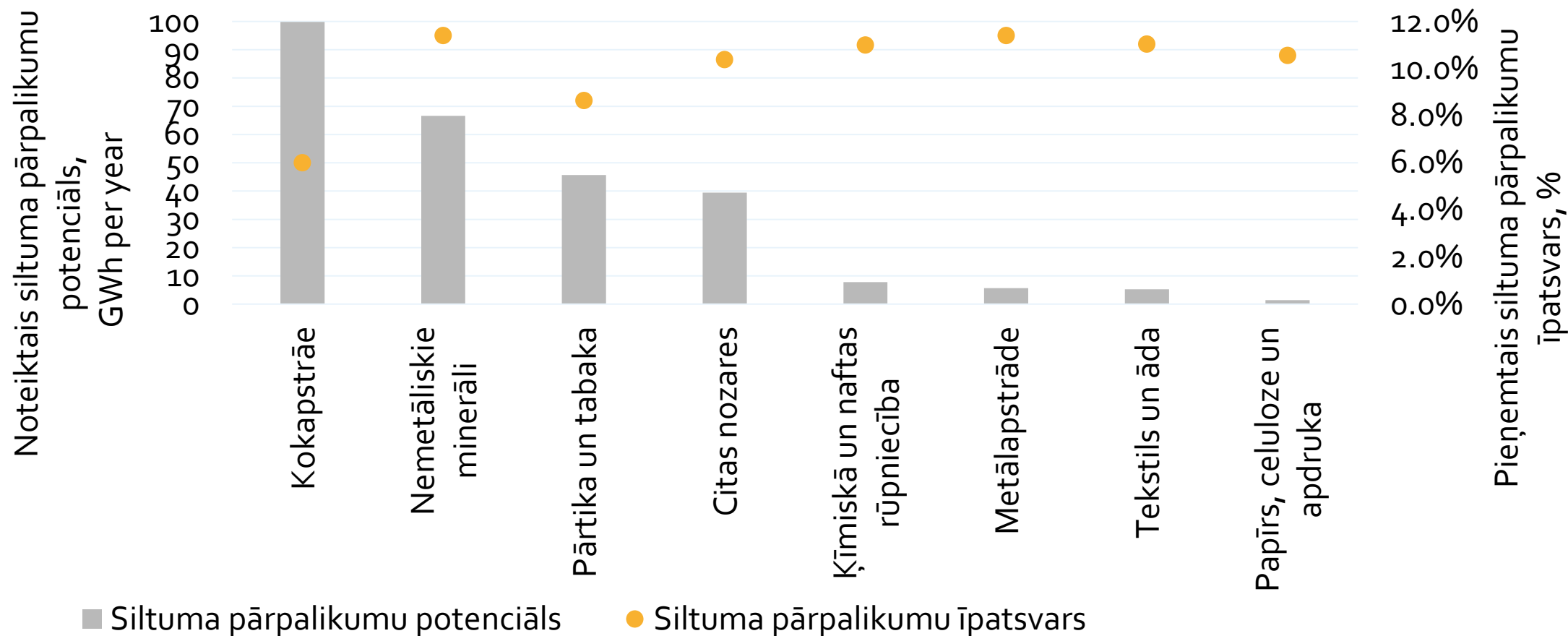
- Siltumsūkņu jauda 5,2 MW
- Siltuma avots- siltuma pārpalikumi (28-33°C) un kondensāts (70°C)
- Nosedz 60% no pilsētas siltumslodzes
- Pārdotais siltumenerģijas daudzums ap 40 GWh gadā



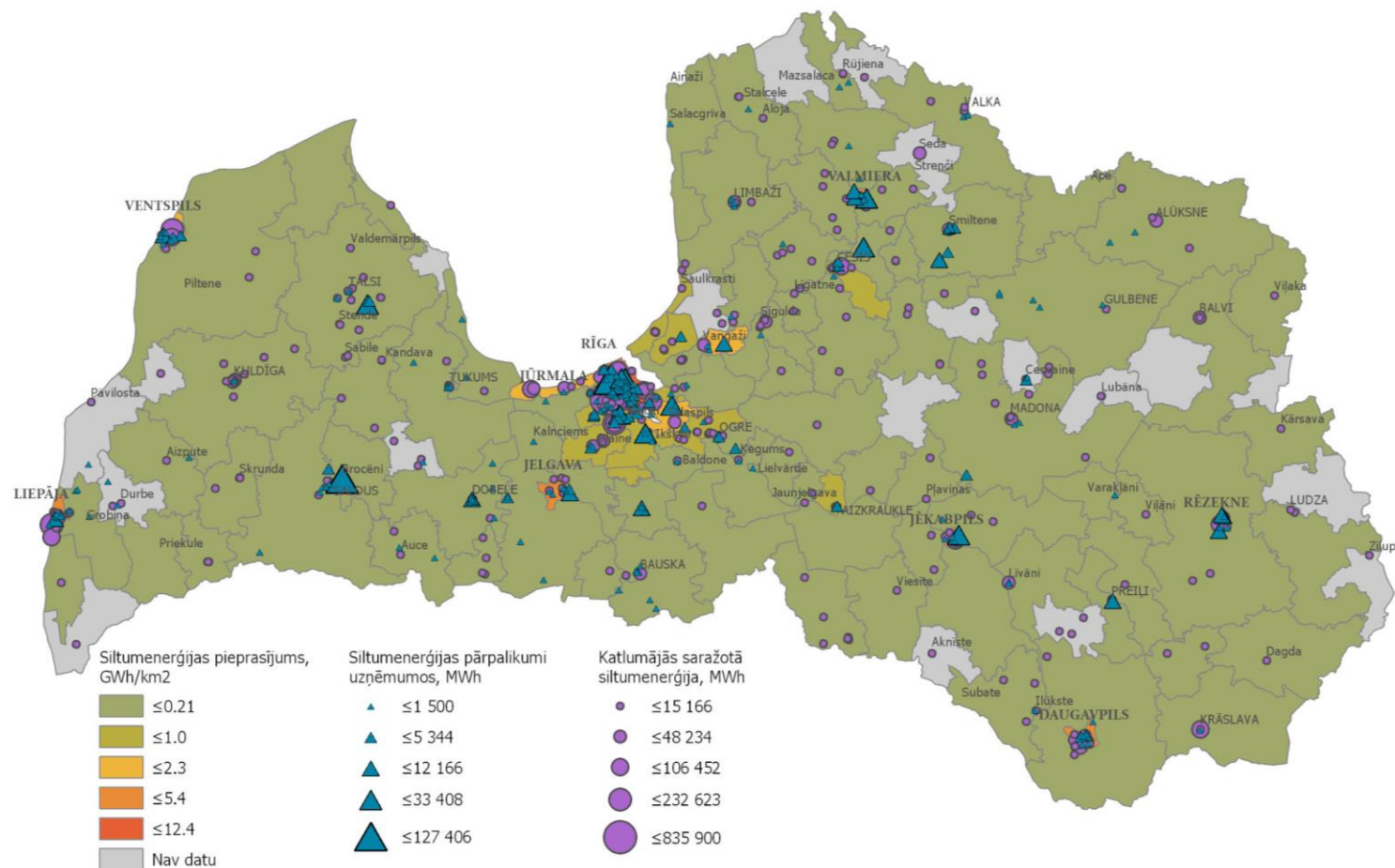
Skjern Paper Factory

Avots: https://www.ehpa.org/fileadmin/red/03._Media/03.02_Studies_and_reports/Large_heat_pumps_in_Europe_MDN_II_final4_small.pdf

Rūpnieciskie siltuma pārpalikumi Latvijā

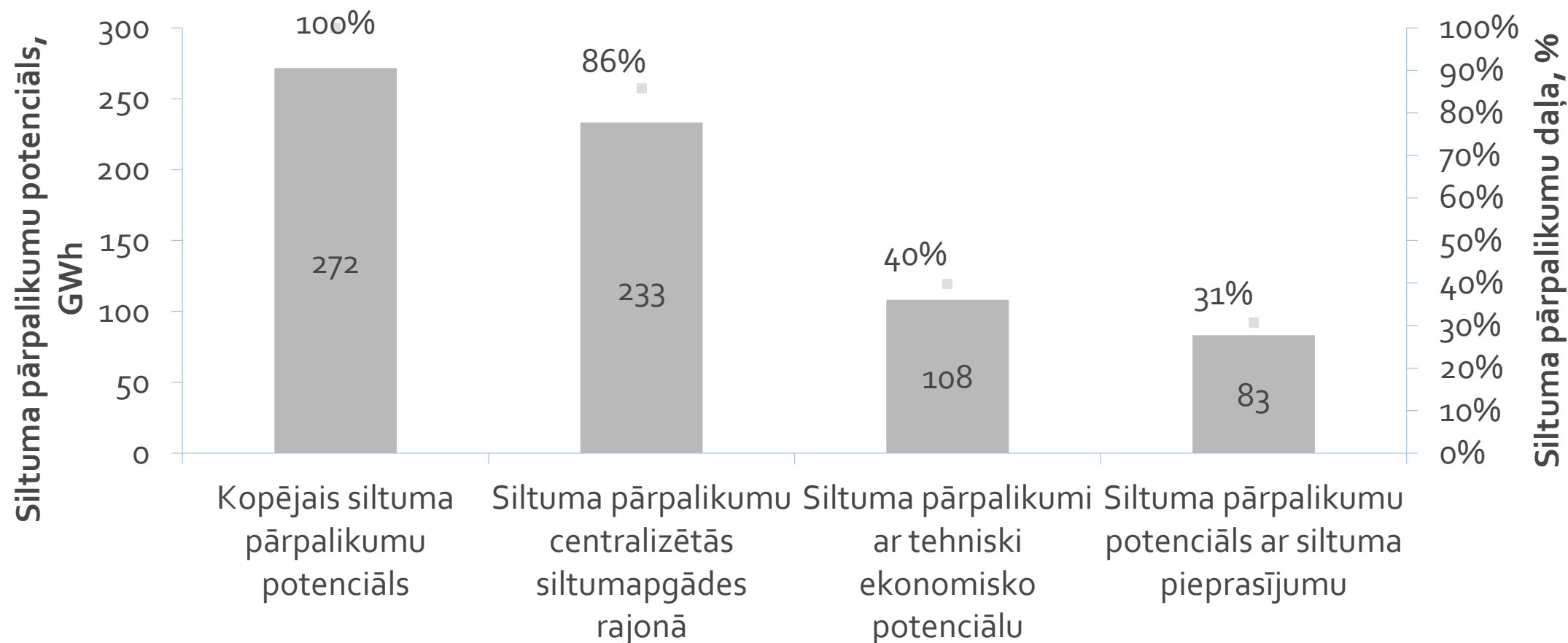


Rūpnieciskie siltuma pārpalikumi Latvijā (2)

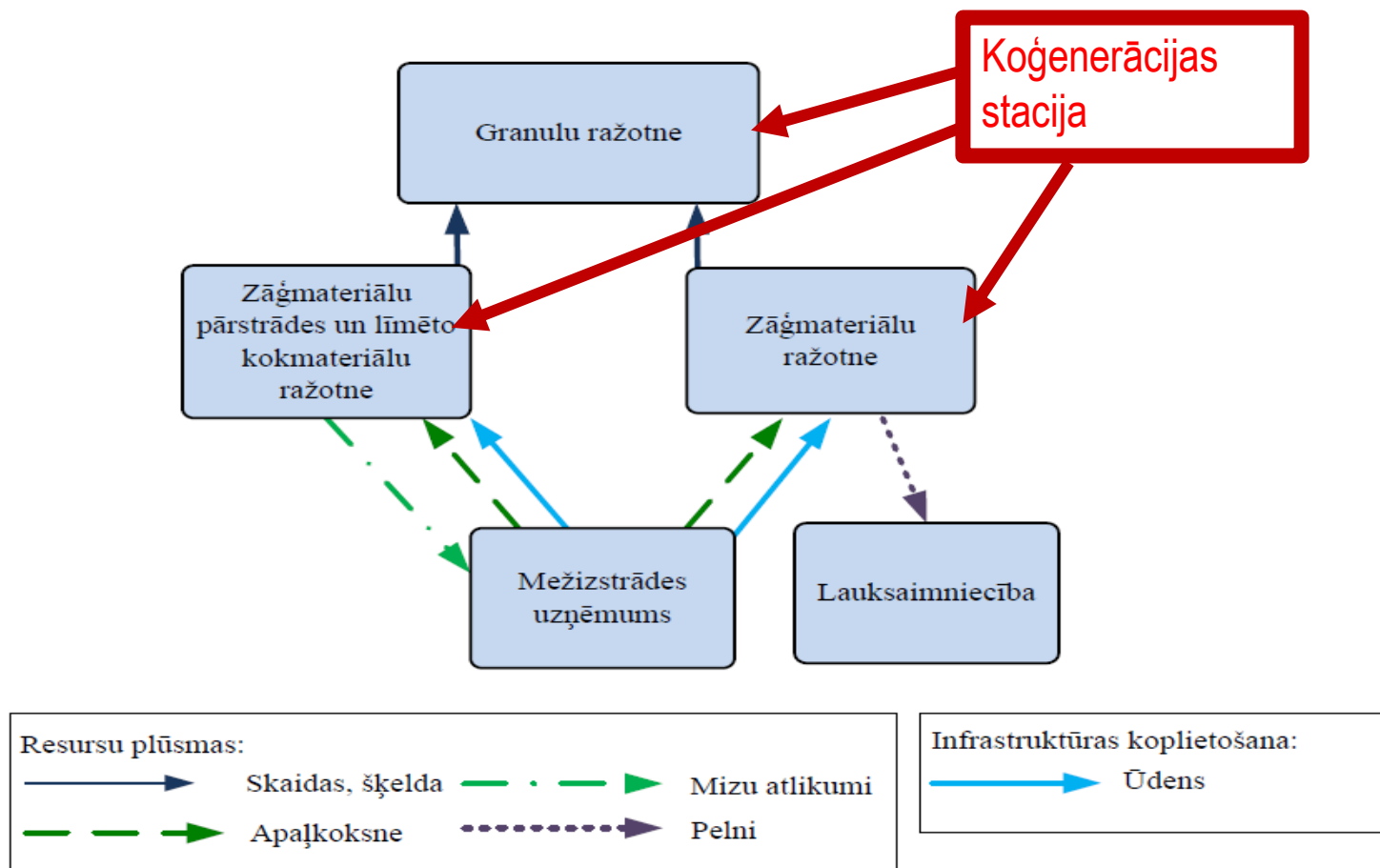


Avots: Ieva Pakere, Armands Gravelšins, Dace Lauka, Dagnija Blumberga, Will there be the waste heat and boiler house competition in Latvia? Assessment of industrial waste heat, Smart Energy, Volume 3, 2021, 100023, <https://doi.org/10.1016/j.segy.2021.100023>

Rūpnieciskie siltuma pārpalikumi Latvijā (3)



Siltuma pārpalikumu izmantošana lauku teritorijās. Piemērs

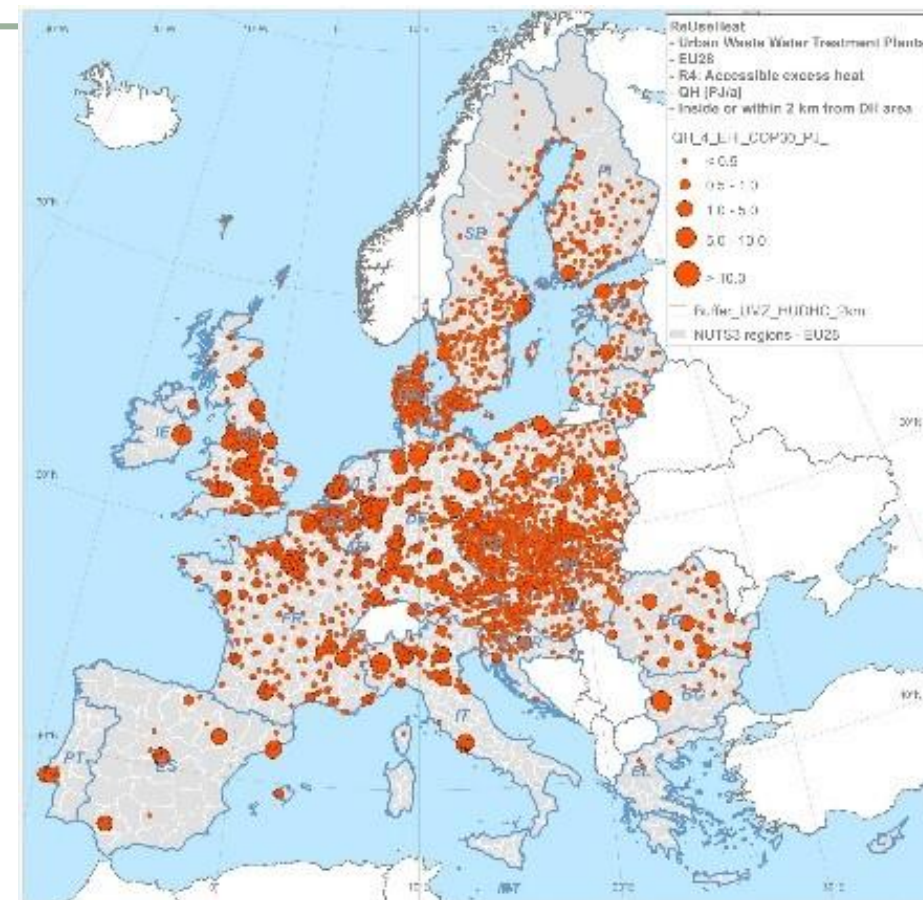


Papildus siltuma avoti

- Papildus galvenajiem siltuma pārpalikumu avotiem ir arī citi
- Piemēram, pilsētas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas, kas atrodas 2 km attālumā no pilsētas centralizētās siltumapgādes rajoniem
- → iespēja pilsētu teritorijām nākotnē efektīvāk izmantot zemas temperatūras siltuma avotus

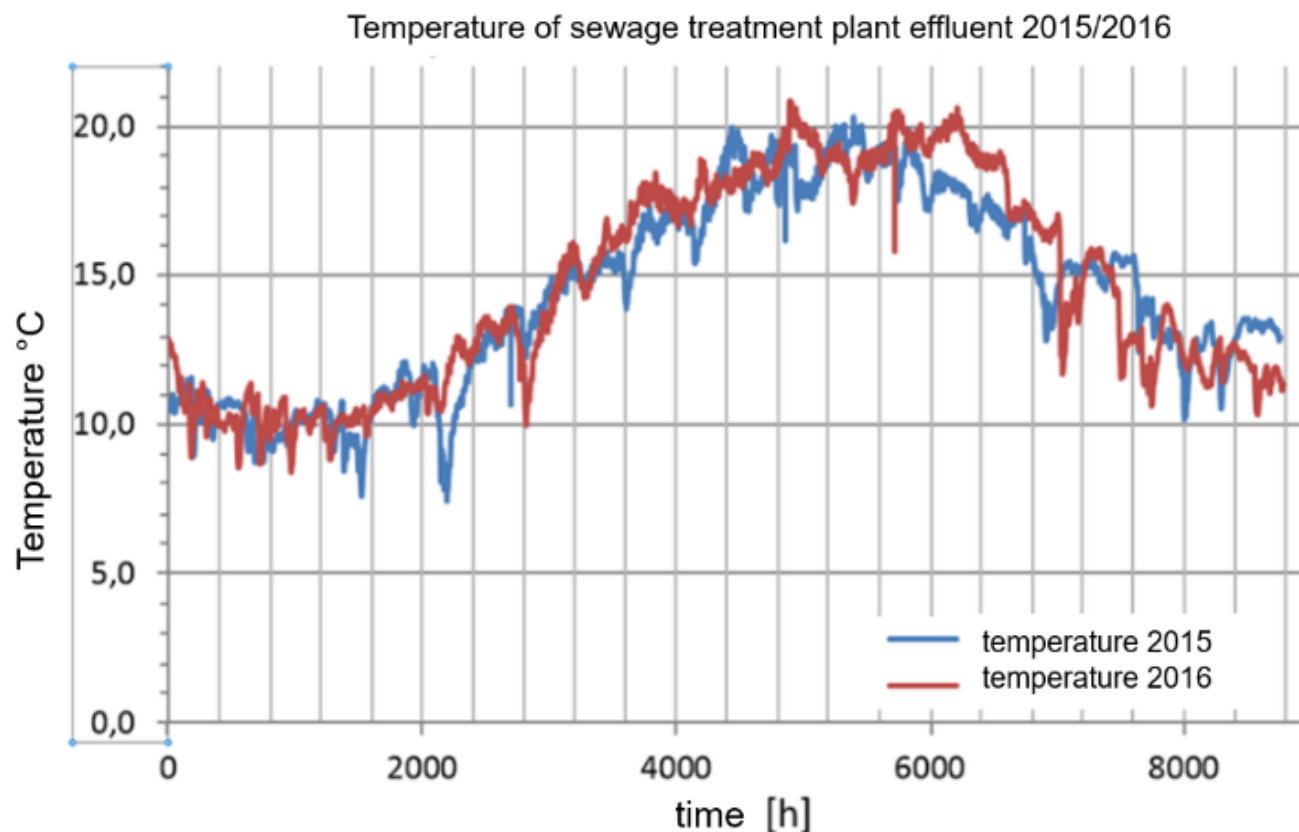
→ Aptuveni 340 TWh gadā ir iespējams atgūt no:

- datu centriem
- metro stacijām
- pakalpojumu sektora ēkām
- un notekūdeņu attīrīšanas iekārtām



3. attēls: Pieejamais siltuma pārpalikums no 3982 EU28 pilsētas notekūdeņu attīrīšanas iekārtām, kas atrodas 2 km attālumā no pilsētas centralizētās siltumapgādes rajoniem

Papildu siltuma avoti - notekūdeņu izmantošana



- Attīrītā notekūdeņu siltums tiek izmantots kā siltuma avots
- Gada pastāvīgā temperatūra pārsniedz 10 grādus (nepieciešama papildu uzsildīšana, piemēram, ar siltumsūkni)
- Attīrīta notekūdeņu kvalitāte ir svarīga piem. dzelzs fosfāta nogulsnes uz siltummaiņiem
- Nepieciešamas filtru sistēmas vai īpaši tīrīšanas procesi (piemēram, diezgan nepiemēroti plākšņu siltummaiņiem)

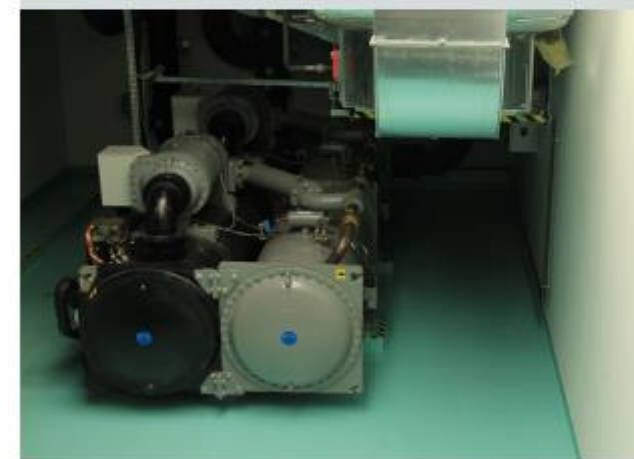
4. attēls: kombinētās notekūdeņu kanalizācijas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu aizplūšanas temperatūras līknes ilustrācija [Stadtwerke Lemgo]

Piemērs- slimnīca Budapeštā

- Izmanto slimnīcas notekūdeņus
- Nodrošina apkuri un dzesēšanu
- Siltuma jauda 3,8 MW
- Izmanto ap 11 000 m³ notekūdeņu gadā

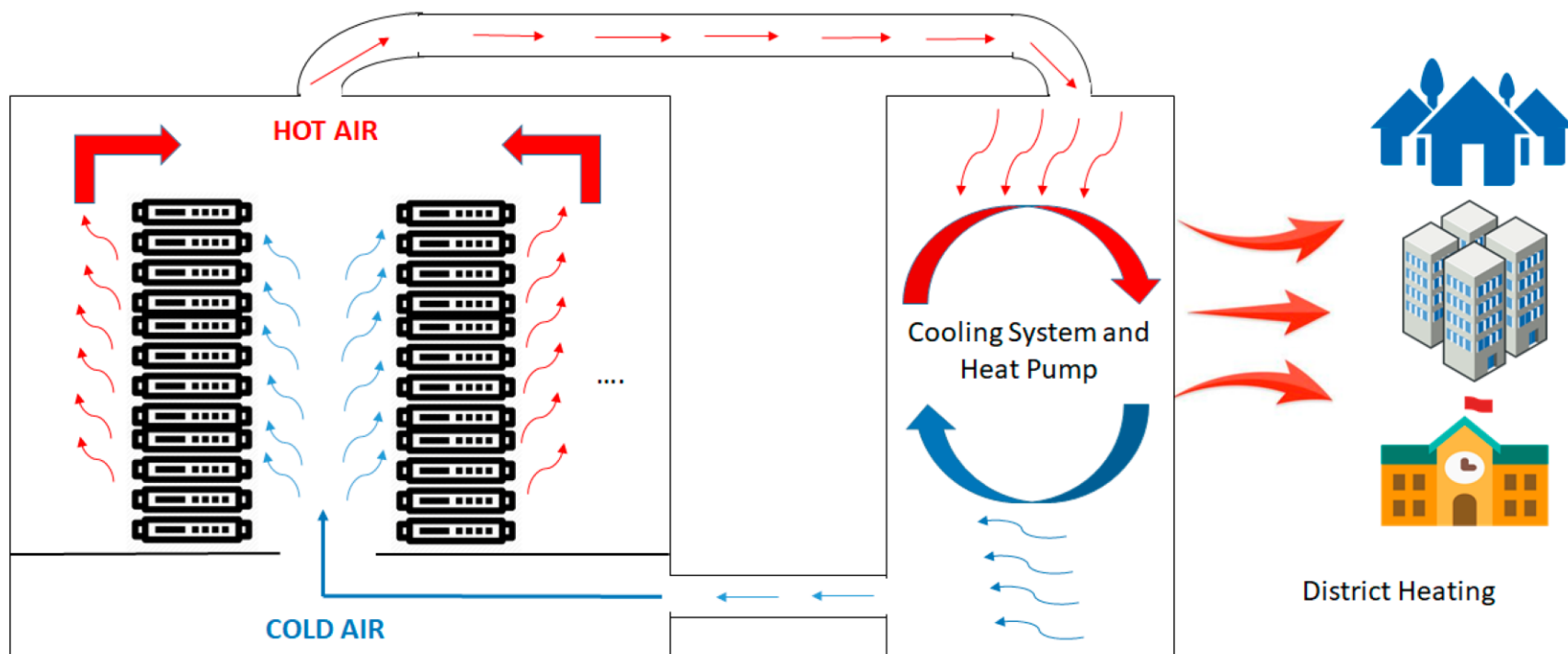
Avots:

https://www.ehpa.org/fileadmin/red/03._Media/03.02_Studies_and_reports/Large_heat_pumps_in_Europe_MDN_II_final4_small.pdf



Top left: Waste water heat exchanger
Bottom left: Underground engine house
Right: Carrier 30XWHP-1612 water-water heat pump
Source: Thermowatt

Siltuma pārpalikumi no serveru telpām



Avots: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/5/814/htm>

Siltuma pārpalikumi no serveru telpām

Piemērs. Siltumsūkņi Mantsala, Somijā

- Siltuma jauda 3,6 MW
- Izmanto arī siltummaini
- Nosedz vasaras siltumslodzi



Avots: https://www.ehpa.org/fileadmin/red/03._Media/03.02_Studies_and_reports/Large_heat_pumps_in_Europe_MDN_II_final4_small.pdf

Datu pieejamība par siltuma pārpalikumu izmantošanu

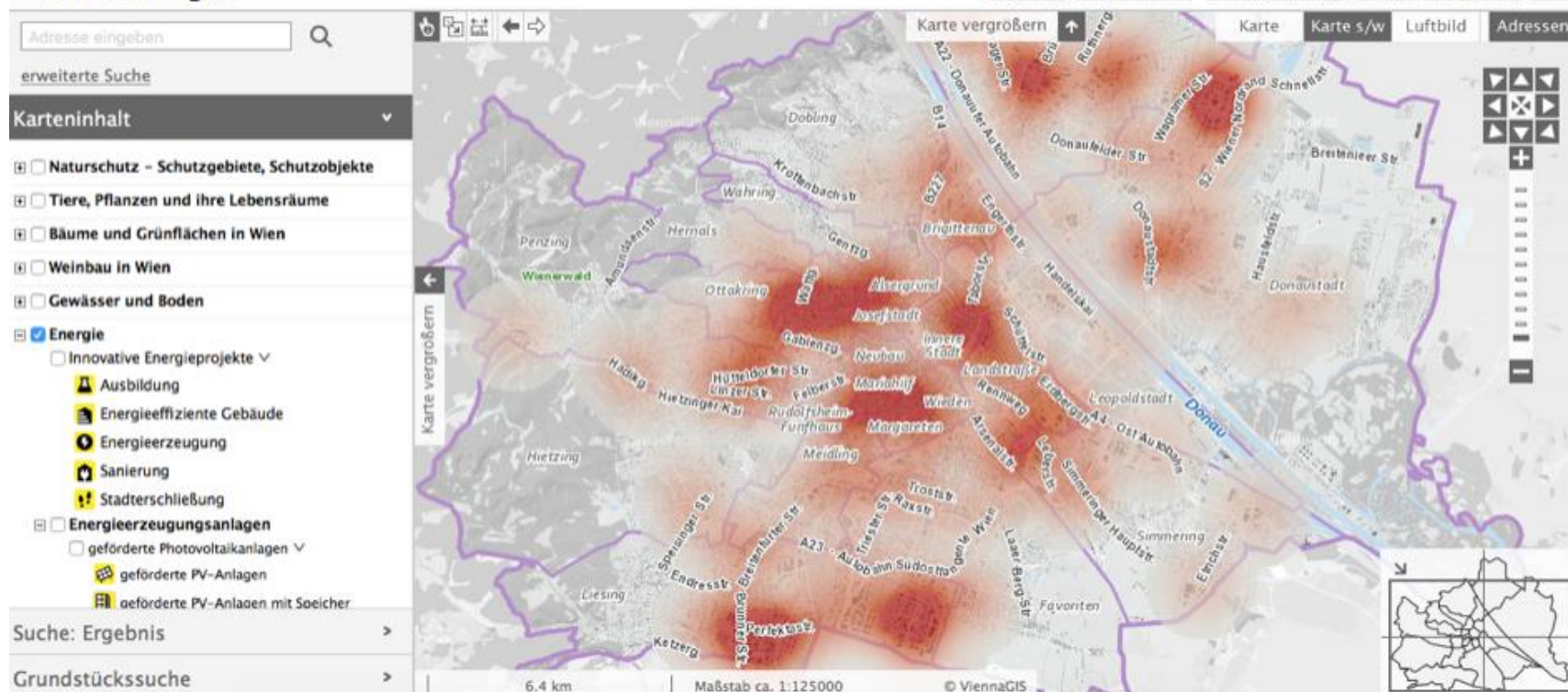
- Visaptveroši dati pašlaik **netiek sistemātiski apkopoti** (ne visā Eiropā, ne atsevišķās ES dalībvalstīs)
- Bieži ir **grūti novērtēt precīzu potenciālu** katrā reģionā, lai novadītu siltumu centralizētajās un vietējās siltumapgādes sistēmās
- Dati būtu ārkārtīgi **svarīgi daudziem nozīmīgiem dalībniekiem** (uzņēmumiem, pilsētplānotājiem, pašvaldībām, komunālajiem uzņēmumiem utt.)
- Bieži vien **netiek iekļauti siltuma avoti zemā temperatūrā**, kas ir pieejami lielā skaitā un kuru lielo daudzuma plūsmu dēļ iespējams atgūt ievērojamu enerģijas daudzumu.



Source: pixabay

PIEMĒRS: Datu vākšana par siltuma pārpalikumu potenciālu/avotiem Vīnē LowTEMP2.0

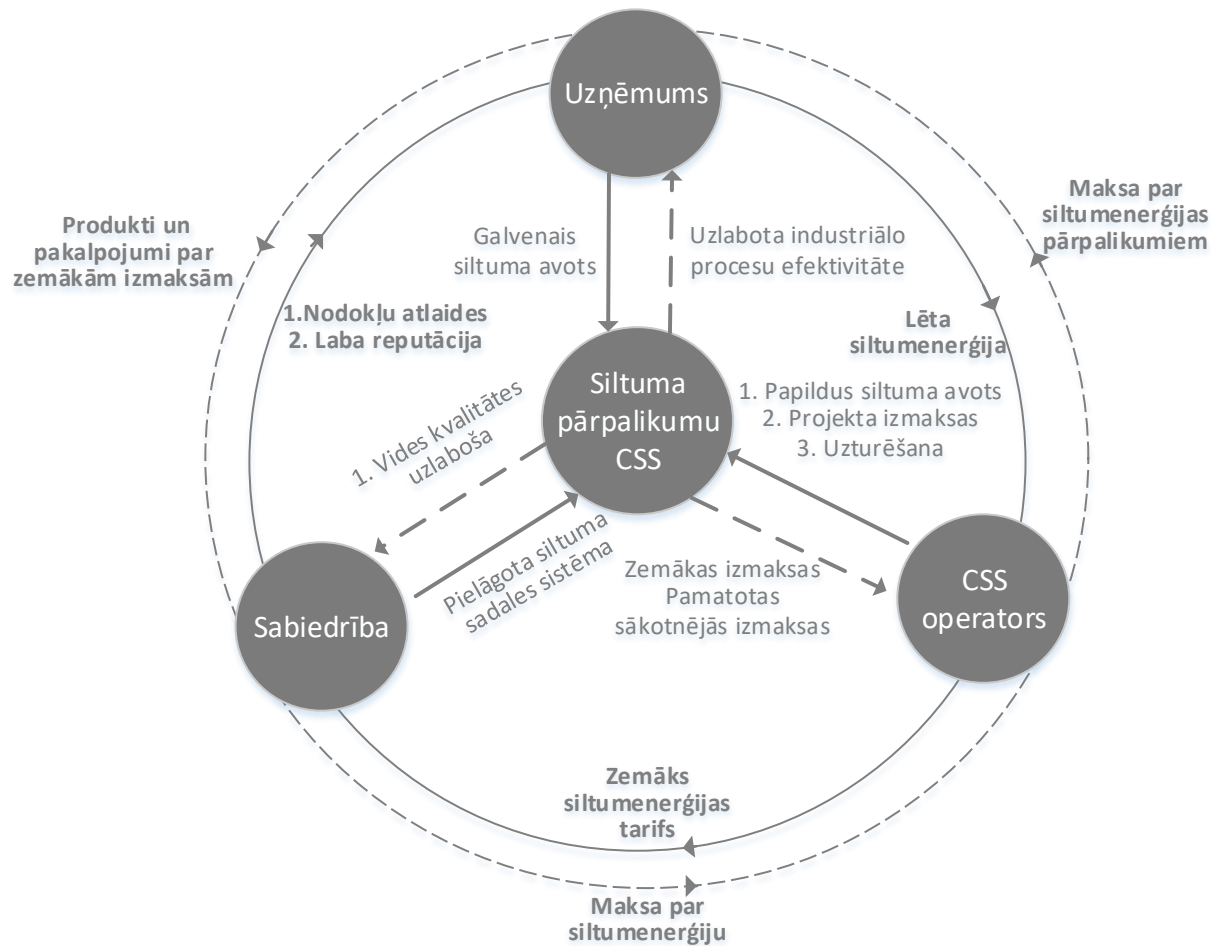
Wien Umweltgut



5. attēls: Vīnes pilsētas siltuma reģistra paraugs siltuma novadišanai

Avots: www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/abwaerme/

Sadarbības modelis siltuma pārpalikumu izmantošanai



Sadarbības modelis siltuma pārpalikumu izmantošanai

Iespējamie risinājumi ilgstošām siltuma partnerattiecībām un šķēršļu mazināšanai :

- Finansiālu stimulu radīšana abām pusēm (siltuma avoti un siltuma patērētāji)
- Stimuli varētu samazināt izmaksas un projekta riskus, kas jāuzņemas iesaistītajiem uzņēmumiem
- CO₂ emisiju cenu noteikšana ir iespēja, kas vienādi ietekmētu gan partnerus, gan konkurentus
- tālredzīgs politiskais uzskats par siltuma pārpalikumu izmantošanas iespējām
- Skaidrs politiskais ietvars abām pusēm dotu drošību ieguldījumiem!



LowTEMP2.0

Kontaktinformācija

AGFW-Project GmbH

Racionalizācijas, informācijas un
standartizācijas projektu kompānija

Georg Bosak
Urbānās attīstības departaments

Stresemannallee 30
60596 Frankfurt am Main
Vācija

E-pasts: info@agfw.de
Tel: +49 69 6304 - 247
www.agfw.de

Pielāgoja / moduli tulkoja:

Rīgas Tehniskā Universitāte

Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultāte
Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

Dagnija Blumberga, Professore
Francesko Romagnoli, Profesors
Dzintars Jaunzems, Docents
Ieva Pakere, Docente
Vladimirs Kirsanovs, Docents

Āzenes iela 12/1-609
1048 Rīga
Latvija

E-pasts: ieva.pakere@rtu.lv
Tālrunis: +371 67089943
www.rtu.lv, www.videszinatne.lv
www.lowtemp.eu