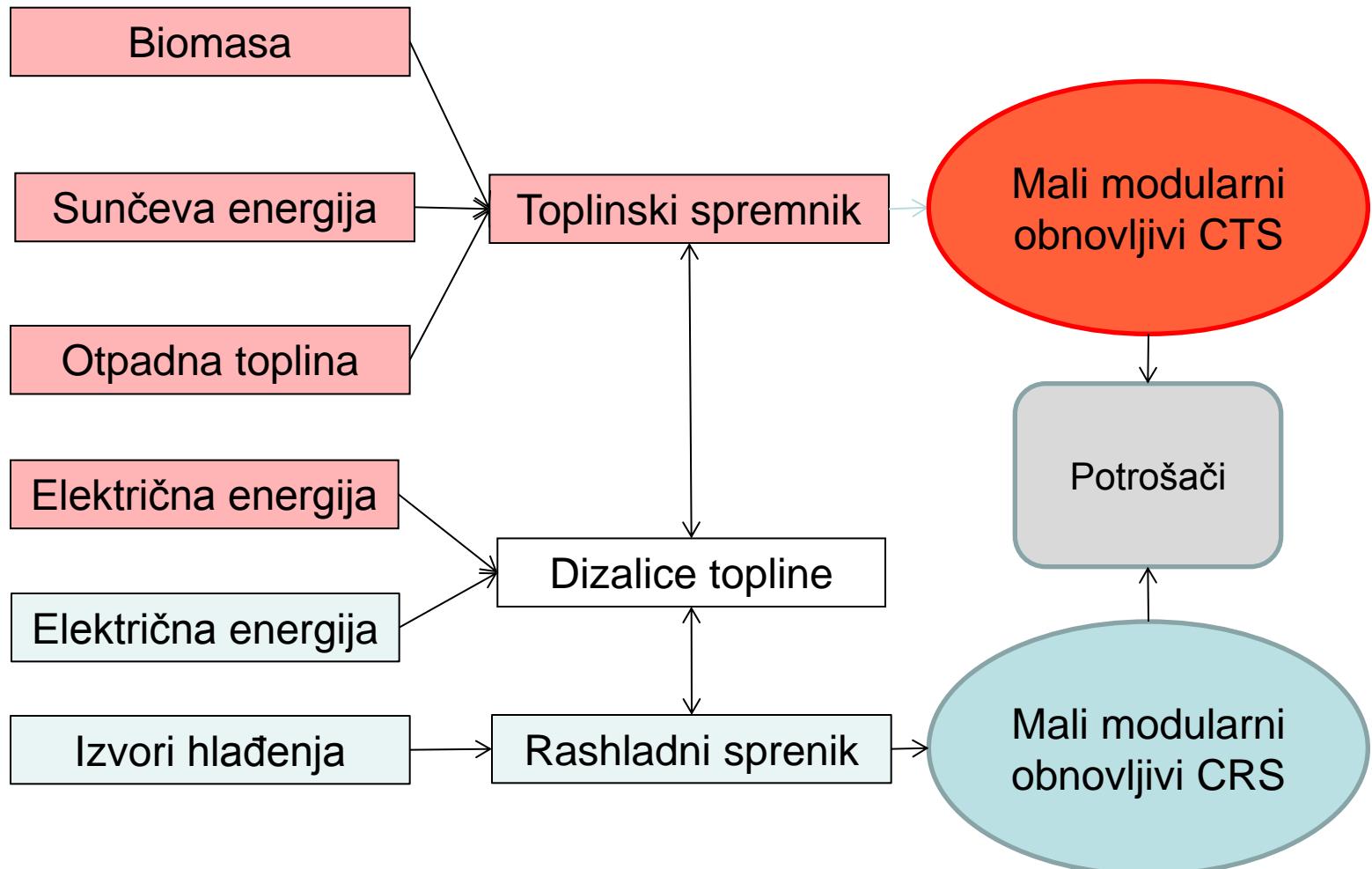


# Mali obnovljivi centralizirani toplinski/rashladni sustavi

Tehnički aspekti

Borna Doračić, mag.ing.mech.

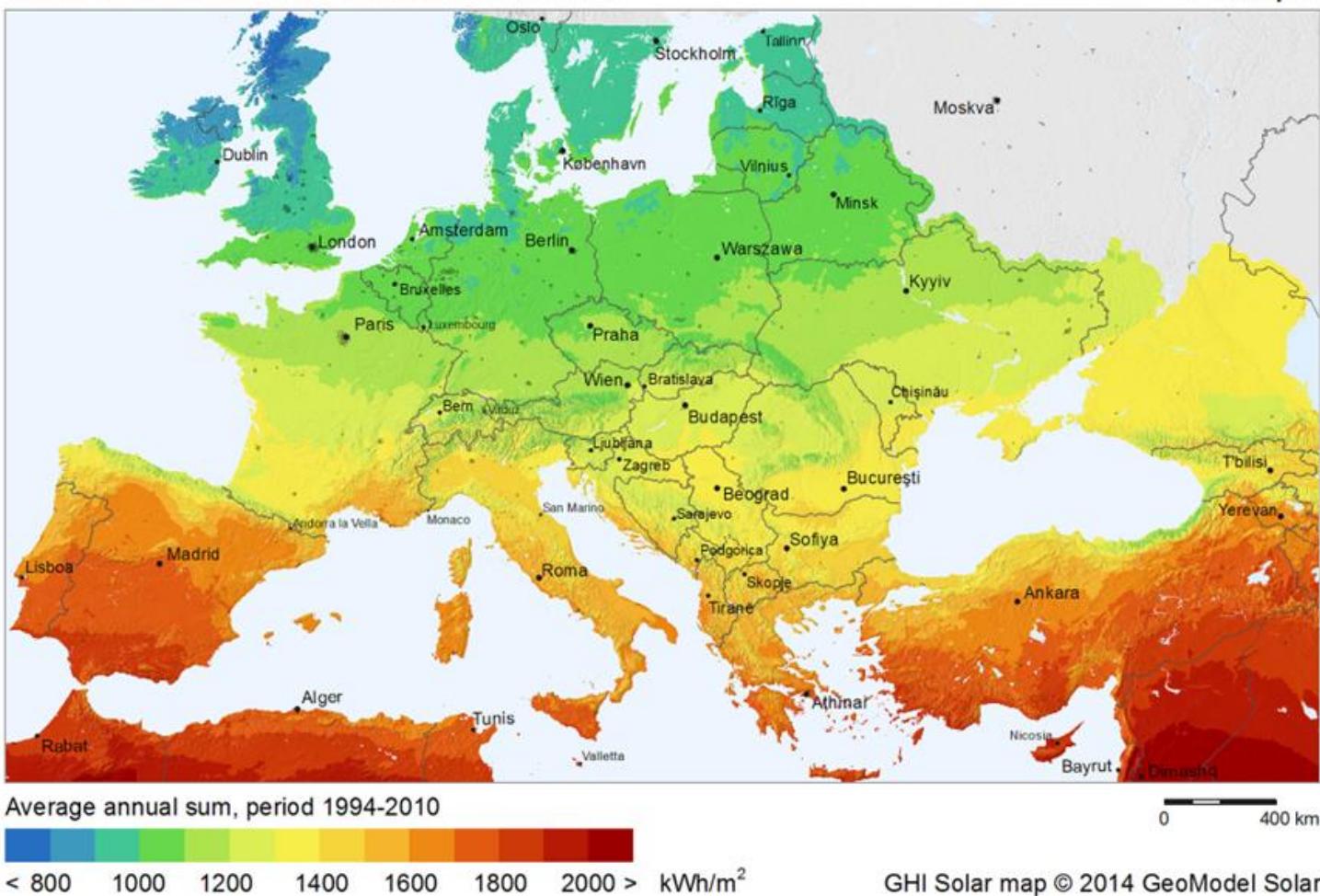
# Izvori energije i tehnologije za pretvorbu energije



# Sunčeva energija

Global Horizontal Irradiation (GHI)

Europe



# Sunčeva energija

- Udio sunčeve topline u CTS-u (u odnosu na godišnju proizvedenu toplinu u sustavu)
  - Bez spremnika: ~5-8%
  - Sa sezonskim spremnikom: ~20-25%
  - Sa kombinacijom dnevnog i sezonskog spremnika: ~30-50%

**Pločasti solarni kolektori u CTS-u  
(Primjer iz Danske)**



Izvor: Rutz Dominik (WIP)

# Biomasa

- Različite vrste biomase
- Potrebno je razmotriti lokalno dostupne izvore



Uređaj za dobavu biomase do kotla (lijevo) te kotao snage 1,6 MW koji koristi bale slame u Ballen-Brundby, Danska (Izvor: Rutz D.)

# Kruta biomasa

- Kogeneracija
  - Parne turbine
  - Organski Rankineov Ciklus(ORC)
  - Uplinjavanje biomase



Kogeneracijsko postrojenje na drvnu sječku te njegova **parna turbina** u Augsburgu (kapacitet: 80,000 t/god drvne sječke; 7.8 MWel; 15 MWth) (Izvor: Rutz D.)



**ORC sustav** (1,520 kW<sub>el</sub>) u mjestu Grünfuttertrocknungsgenossenschaft Kirchdorf u Njemačkoj (Izvor: Rutz D.)

# Kruta biomasa

- Uplinjavanje biomase



# Biomasa

- Bioplinski sustavi



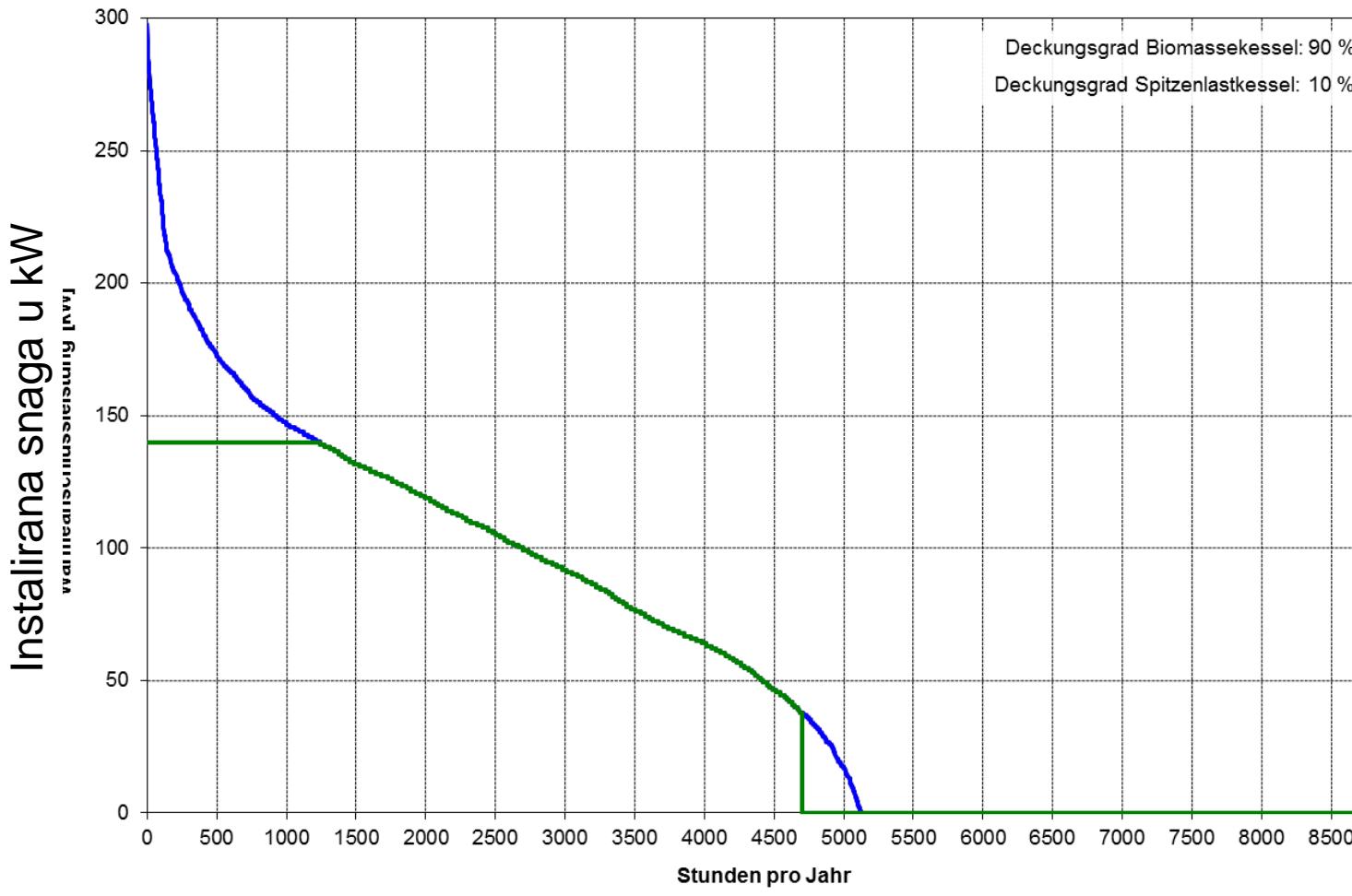
Digestori poljoprivrednog bioplinskog postrojenja (lijevo) te **kogeneracijsko postrojenje** (desno) bioplinskog postrojenja (Izvor: Rutz D.)

# Instalirana snaga kogeneracijskog postrojenja

- Pri gradnji postrojenja potrebno je imati na umu  
**potrebe potrošača**
  - Ne predimenzionirati postrojenje!  
npr. Ukoliko je vršno toplinsko opterećenje potrošača  $10 \text{ MW}_{\text{th}}$  → potrebno je izgraditi postrojenje snage  $5 \text{ MW}_{\text{th}}$ 
    - Pokušati dostići **ukupnu učinkovitost od 70%**
    - Smanjiti gubitke topline → **toplina predstavlja zaradu**

# Instalirana snaga

- Sa instaliranom snagom jednakom polovici vršnog opterećenja moguće je pokriti 90% toplinskih potreba



# Vršni i pomoćni kotlovi

- Npr. vršni i pomoćni kotlovi na fosilna goriva
- Niski investicijski troškovi
- Mali broj radnih sati u godini
- Isplativi



Vršni kotao na lož ulje u bioplinskom postrojenju u Njemačkoj (Izvor: Rutz D.)

# Otpadna toplina

- Npr. iz industrije
- **Cijena** može biti vrlo niska
- Analiza energetskih **tokova** u industriji
- Često u kombinaciji sa **dizalicama topline** kako bi se povisila temperaturna razina
- Otpadna toplina za **hlađenje** može biti vrlo isplativa

# Korištenje električne energije za proizvodnju topline

- Električni bojleri
- Iskorištavanje promijenjive tržišne cijene el. energije



Električni bojler snage 10 MW te kapaciteta  $14.4 \text{ m}^3$  u CTS-u u Gramu, Danska (Izvor: Rutz D.)

# Toplinski spremnici

- Koriste se za **balansiranje** nesrazmjera u proizvodnji i potrošnji
- **Povećavaju isplativost i iskoristivost** postrojenja
- Solarni kolektori → korištenje dnevnih i sezonskih toplinskih spremnika

# Toplinski spremnici

- **Kratkoročni** (od satne pa do dnevne razine)
  - Nehrđajući čelik
  - Beton
  - Plastika ojačana staklenim vlaknima
- Koristi se voda

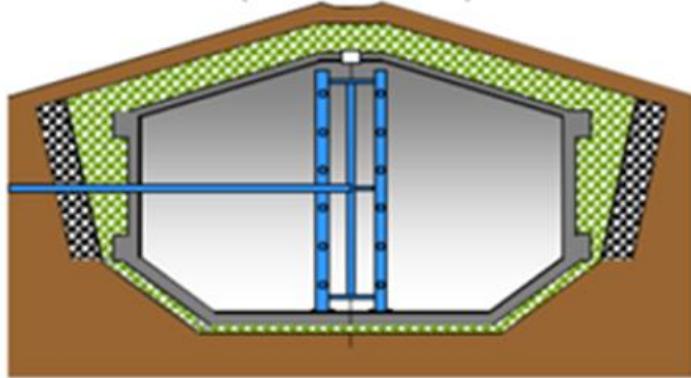
Postavljanje čeličnih spremnika u CTS-u u Hjallerupu (Izvor: [www.hjallerupfjernvarme.dk](http://www.hjallerupfjernvarme.dk))



# Toplinski spremnici

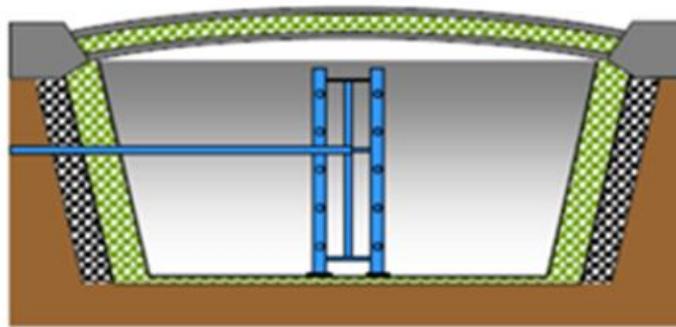
Toplinski čelični spremnik (TTES)

(60 to 80 kWh/m<sup>3</sup>)



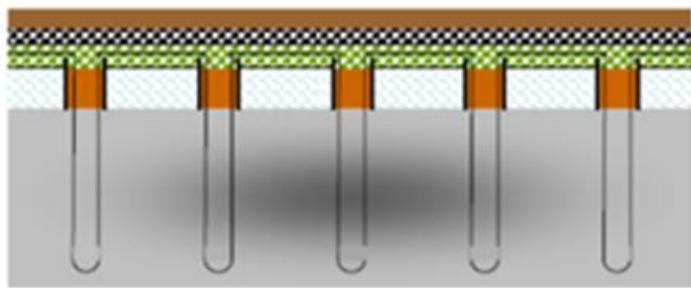
Toplinski spremnik u obliku izolirane jame (PTES)

(60 to 80 kWh/m<sup>3</sup>)



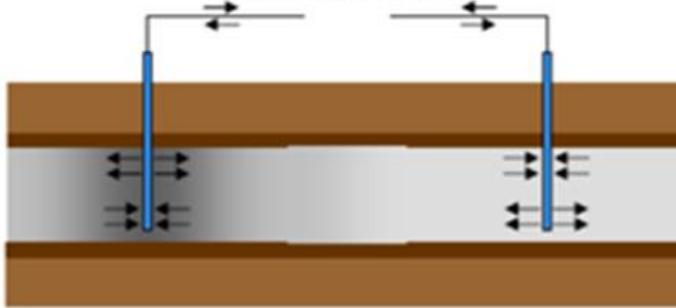
Toplinski spremnik u obliku bušotine (BTES)

(15 to 30 kWh/m<sup>3</sup>)



Toplinski spremnik u obliku vodonosnika (ATES)

(30 to 40 kWh/m<sup>3</sup>)



# Toplinski spremnik u obliku izolirane jame

- Marstal, Danska (Izvor: PlanEnergi)



# Toplinski spremnik u obliku bušotine

- CTS u Brædstrupu, Danska (Izvor: PlanEnergi)



# Gustoća toplinske energije

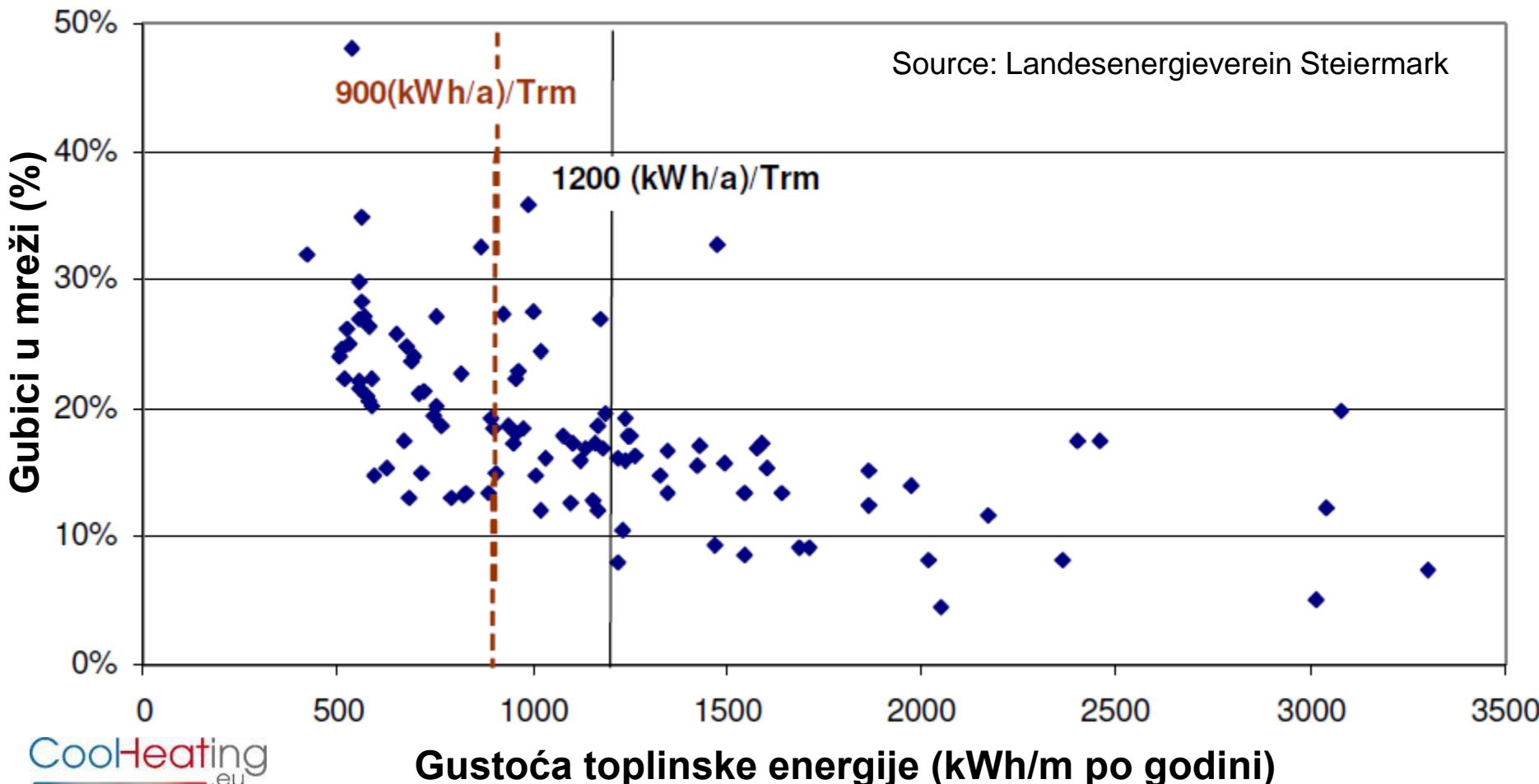
- Potrošnja topline na godišnjoj razini podijeljena sa duljinom mreže
- **Duljina** mreže je duljina polazne cijevi

$$\text{Grid density} = \frac{\text{Annual heat consumption [kWh/a]}}{\text{Length of the pipeline of the DH grid [m]}}$$

- Preporuka za Austriju → barem 900 kWh/m po godini
- Kako bi projekt bio **isplativ**

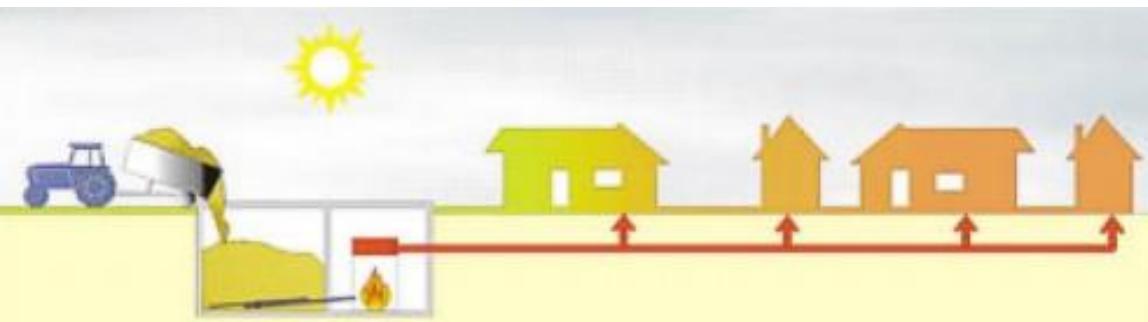
# Gustoća toplinske energije

- Primjeri iz Austrije
- Uobičajeni toplinski gubici u mreži ~15 do 20%

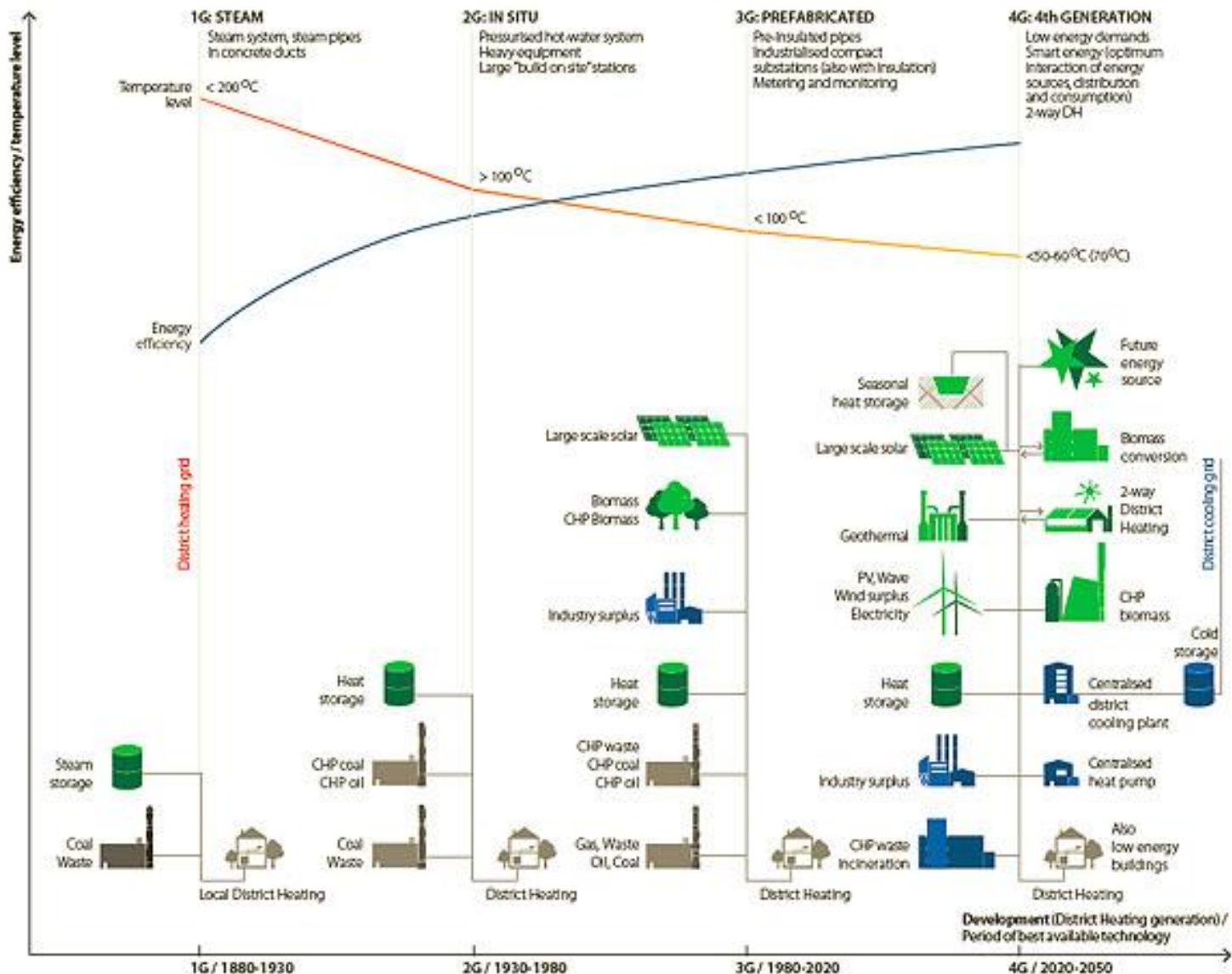


# Kako odabratи potrebnu snagu CTS-a?

- Mali CTS
  - Za manje gradove i sela
  - Kućanstva, industrija
- Mikro CTS
  - Samo nekoliko potrošača
  - Lakše i brže za izgradnju, bez dugačkih javnih procedura



# Smanjenje temperature u mreži, korištenje OIE



# Hlađenje

- Za koju vrstu **potrošača?**
  - Javne i privatne zgrade
  - Industrija (npr. hlađenje servera)
  - Poljoprivredna industrija i industrija hrane i pića
  - Kemijska industrija

# Primjer za hlađenje

- Apsorpcijski hladnjak
- Korištenje topline
- Potrebna temperatura  
 $>70^{\circ}\text{C}$

~20 kW rashladna snaga  
Izvor: Pink (Austria)



# Hlađenje

- Korištenje topline → otpadna toplina vrlo niske cijene
- Koncepti
  - Korištenje apsorpcijskih uređaja

# Priručnik

- Na hrvatskom jeziku
- 105 stranica
- Besplatan



**Small Modular Renewable  
Heating and Cooling Grids**  
*A Handbook*

CooHeating.eu

- <http://www.coolheating.eu/images/downloads/CoolHeating-Handbook.pdf>

# Hvala Vam na pažnji!

Kontakt: [borna.doracic@fsb.hr](mailto:borna.doracic@fsb.hr)

CoolHeating website: [www.coolheating.eu](http://www.coolheating.eu)



Ovaj projekt financiran je sredstvima iz programa *Europske Unije za istraživanje i inovacije Obzor 2020* na temelju sporazuma za dodjelu bespovratnih sredstava broj  
691679