

Modularni sistemi daljinskog grejanja i hladjenja

Tehnički trening

DI(FH) DI Christian Doczekal

Priručnik

- Na engleskom jeziku
- 110 stranica
- Besplatan

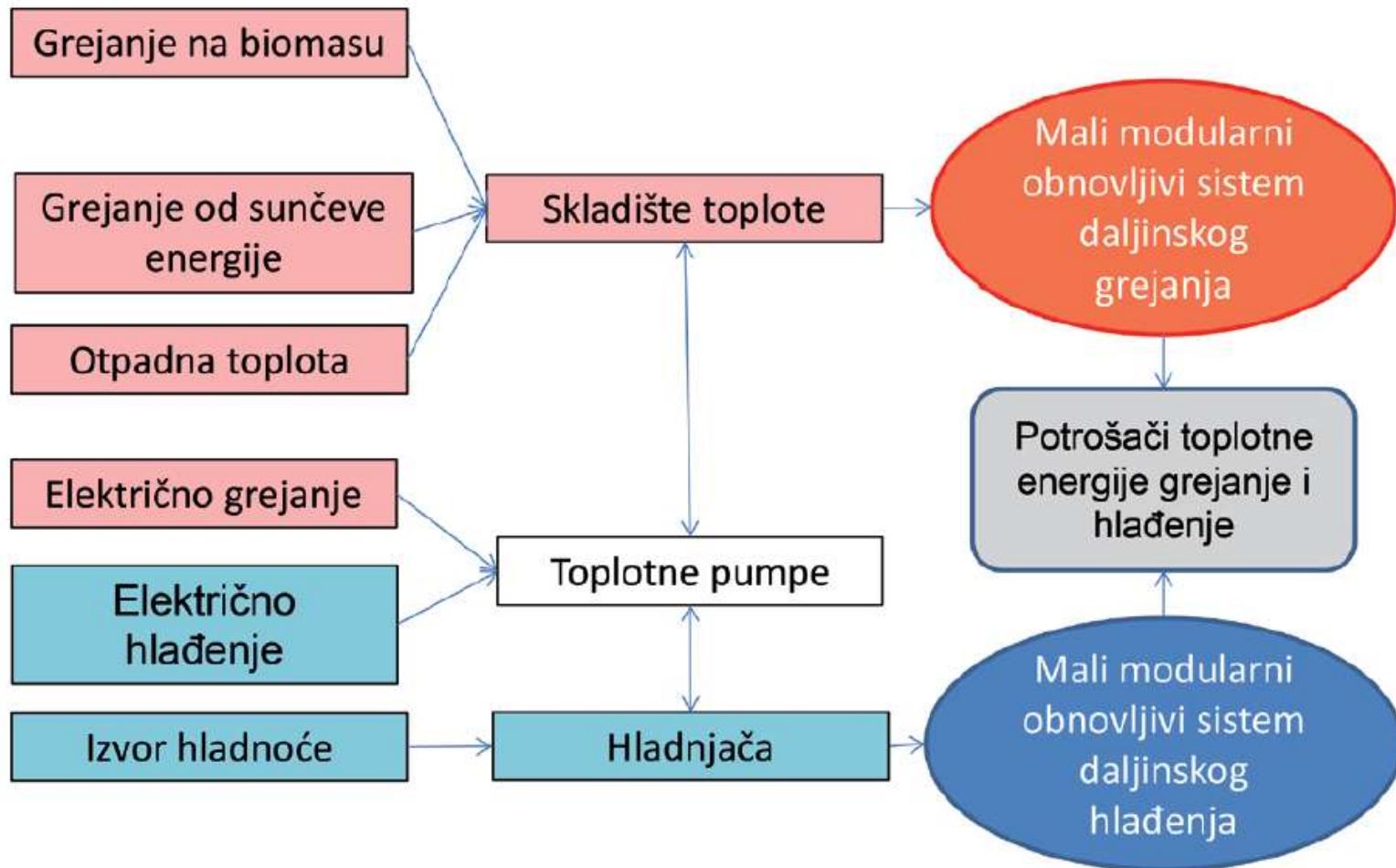


**Small Modular Renewable
Heating and Cooling Grids**
A Handbook

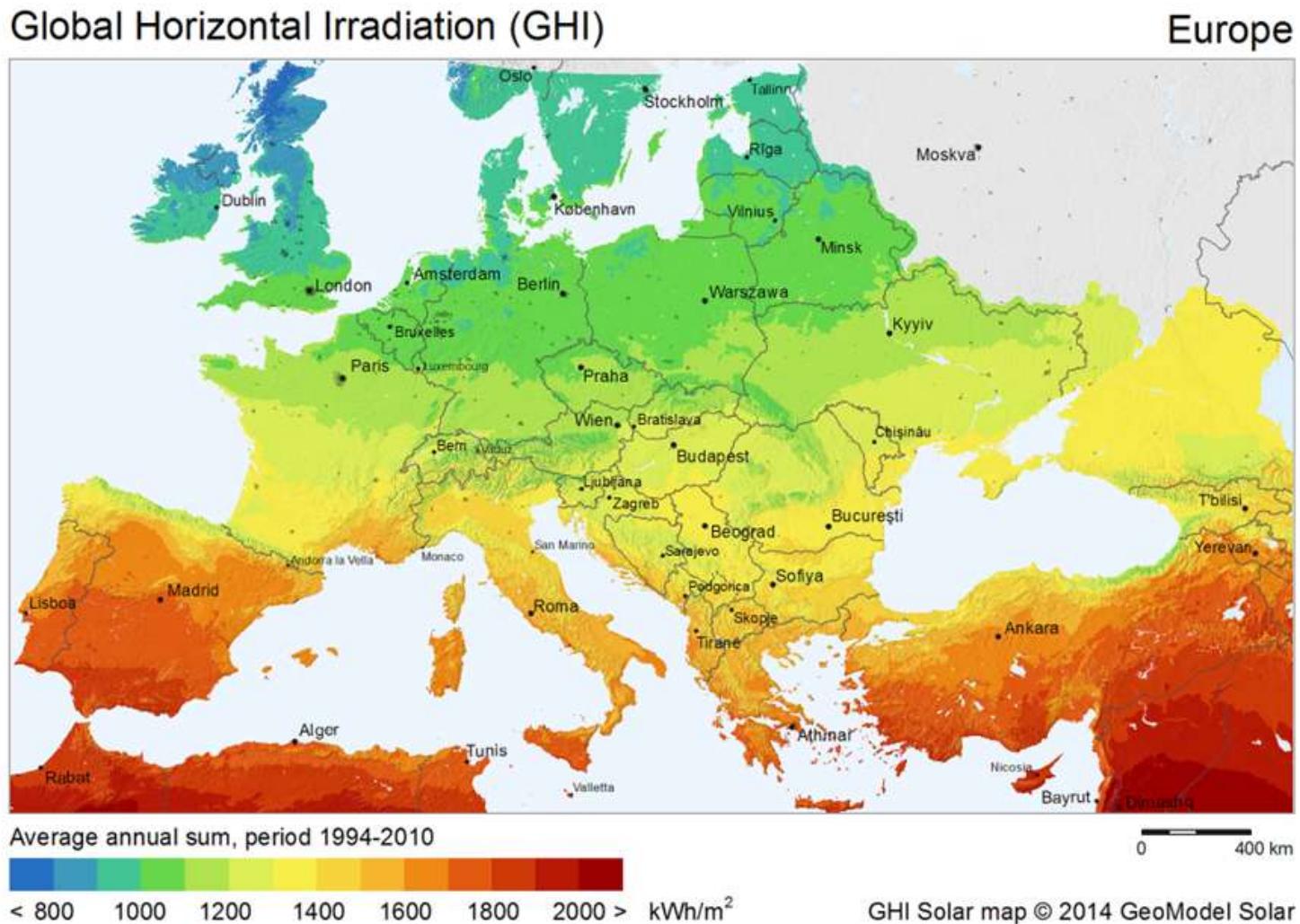
CooHeating.eu

- http://www.coolheating.eu/images/downloads/D4.1_Handbook_EN.pdf

Izvori energije i tehnologije za konverziju energije



Sunčeva energija



Sunčeva energija

- Udeo sunčeve toplote u sistemima daljinskog grejanja SDG (u odnosu na godišnju proizvedenu toplotu u sistemu)
 - Bez skladišta: ~5-8%
 - Sa sezonskim skladištem: ~20-25%
 - Sa kombinacijom dnevnog i sezonskog skladišta: ~30-50%

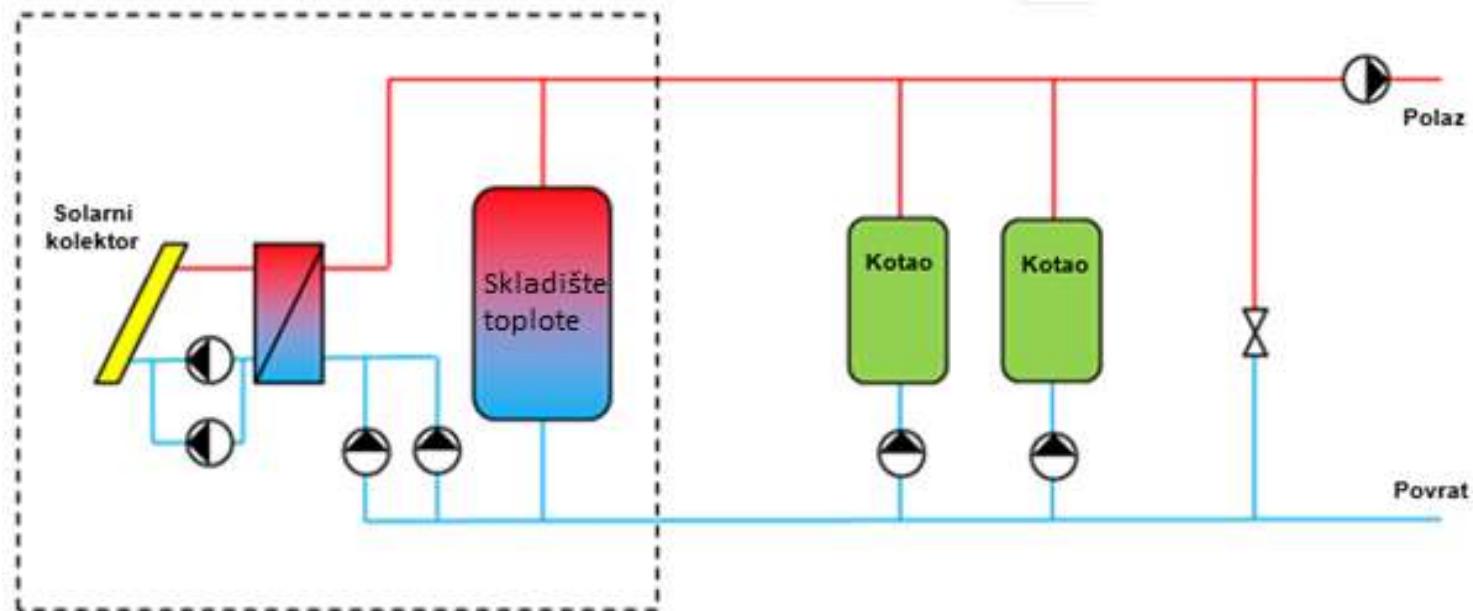
**Pločasti solarni kolektori u CTS-u
(Primer iz Danske)**



Izvor: Rutz Dominik (WIP)

Sunčeva energija

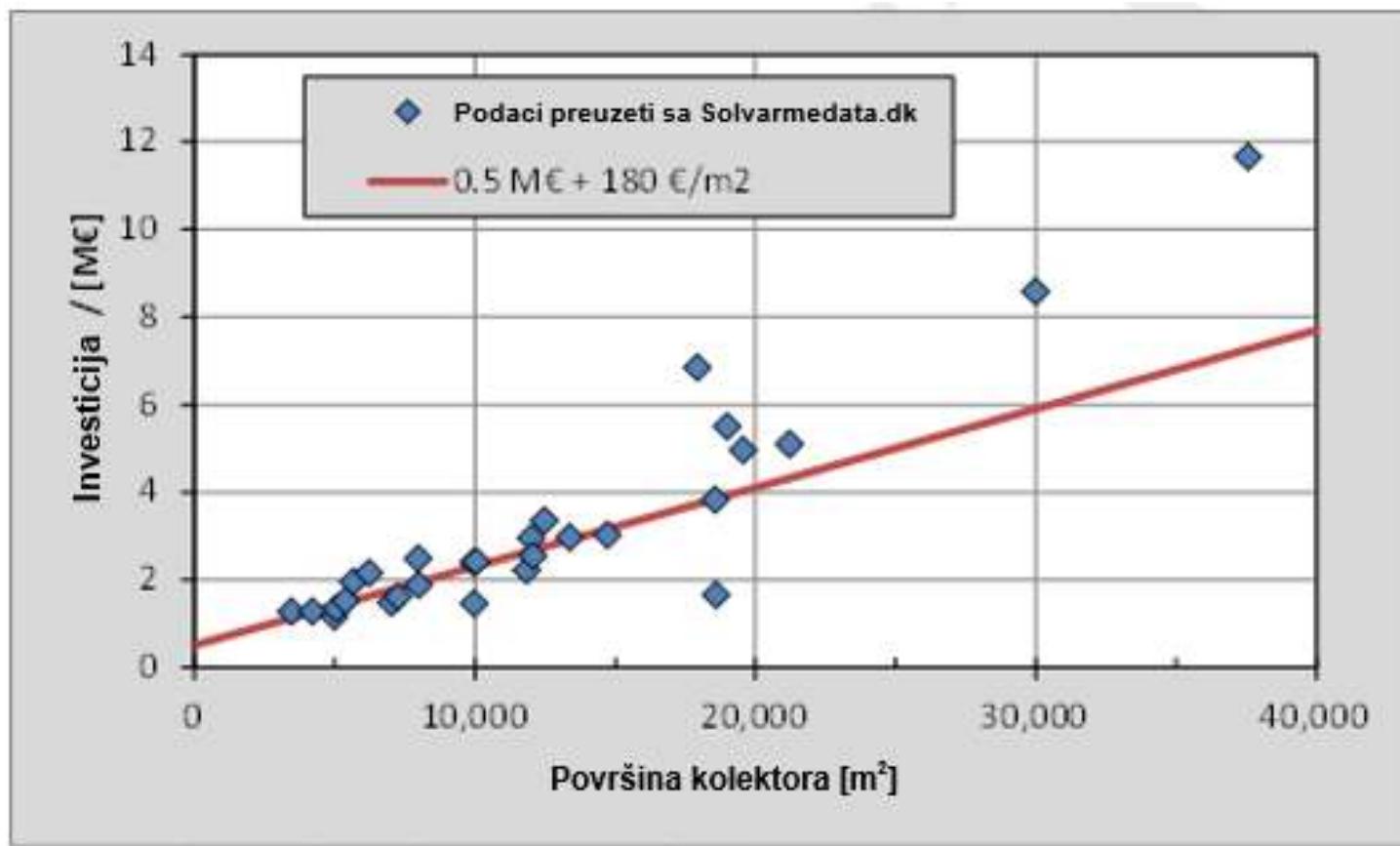
- Dnevno skladište toplote



Izvor: PlanEnergi

Sunčeva energija

- Investicioni troškovi u solarne kolektore u SDG



Source: PlanEnergi

Biomasa

- Procesi predobrade
 - Mehanička obrada: usitnjavanje, presovanje, mlevenje, peletiranje, proizvodnja briketa
 - Termo-hemijska obrada: gasifikacija, piroliza
 - Biohemijska obrada: anaerobna digestija, fermentacija



Biomasa

- Različite vrste biomase
- Potrebno je razmotriti lokalno dostupne izvore



Sistem za neprekidno snabevanje balama slame (levo) i kotao na slamu snage 1,6 MW u Ballen-Brundby u, Danska (Izvor: RutzD.)

Biomasa

- Kogeneracija
 - Parne turbine
 - Organski Rankineov Ciklus (ORC proces)
 - Gasifikacija biomase



Kogeneraciono postrojenje na drvnu sečku i parna turbina postrojenja Stadtwerke Augsburg Energie GmbH u Nemačkoj (kapacitet 80 000 t/god drvne sečke; 7,8 MWel; 15 MWth) (Izvor: RutzD.)



ORC sistem (1 520 kWel) u Grünfuttertrocknungsgenossenschaft Kirchdorf a.H. eG u Nemačkoj (Izvor: Rutz D.)

Biomasa

- Gasifikacija biomase



Gasifikacija biomase u postrojenju male snage tokom rada (levo) i tokom proizvodnje (desno) firme „SpannerRE²“ (Source: RutzD.)

Biomasa

- Biogasna postrojenja



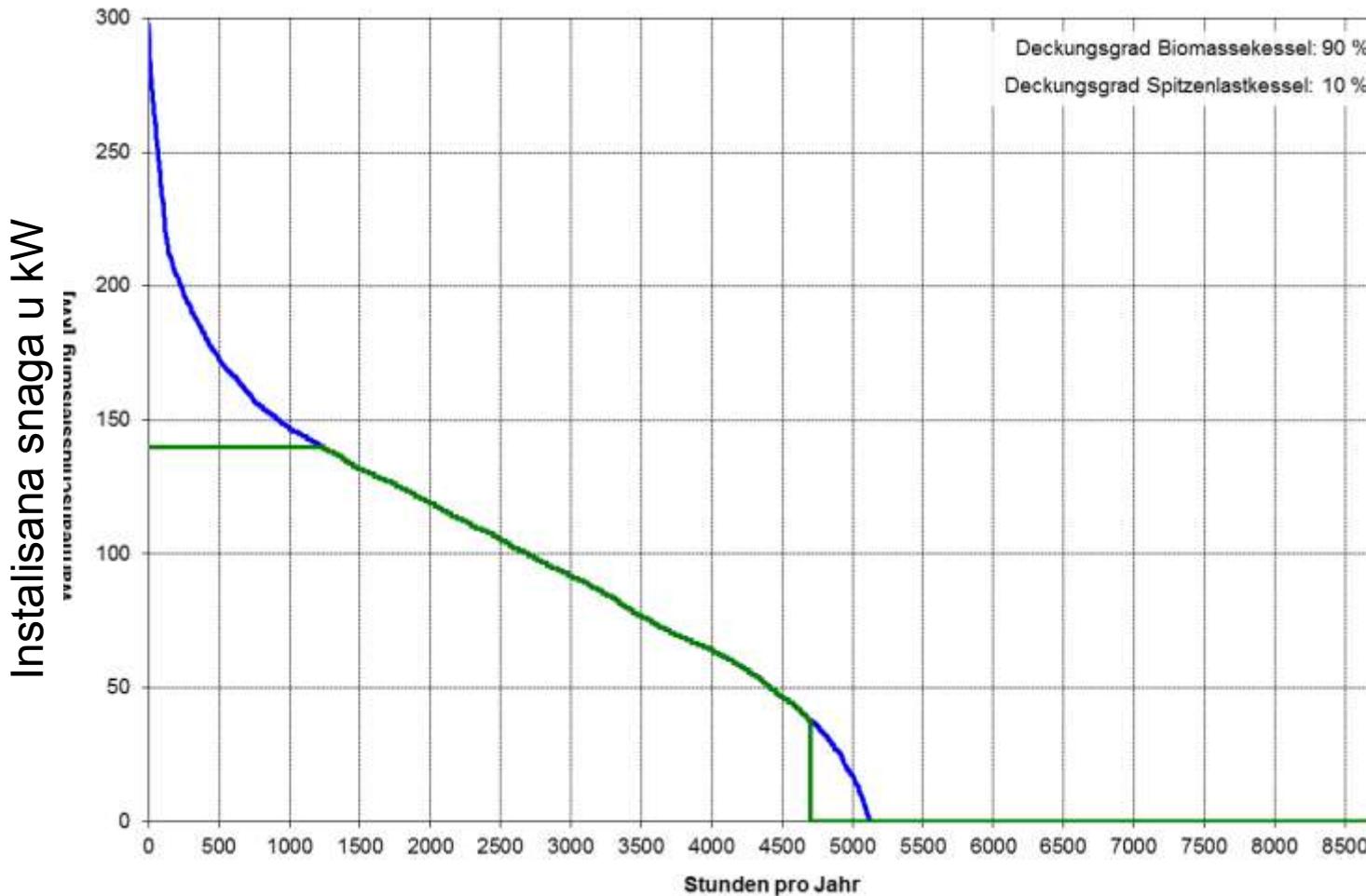
Digestori (levo) i CHP jedinica (desno) **biogasnog** postrojenja (Izvor: RutzD.)

Instalirana snaga kogeneracionog postrojenja

- Pri gradnji postrojenja potrebno je imati na umu **potrebe potrošača**
 - Ne predimenzionisati postrojenje!
 - npr. Ukoliko je vršno toplotno opterećenje potrošača $10 \text{ MW}_{\text{th}}$ → potrebno je izgraditi postrojenje snage 5MW_{th}
 - Pokušati dostići **ukupnu efikasnost od 70%**
 - Smanjiti gubitke toplote → **toplota predstavlja zaradu**

Instalirana snaga

- Sa instaliranom snagom jednakom polovini vršnog opterećenja moguće je pokriti 90% potreba za grejanjem



Biomasa

- Uzeti u obzir
 - Kvalitet **goriva**. Ukoliko je gorivo nižeg kvaliteta, manje je pogodno za gasifikaciju na rešetci.
 - Udeo **vode**. S obzirom na nisku cenu goriva s visokim sadržajem vode, može se učiniti da je korišćenje takvih goriva isplativo (sadržaj vode do 60%) za rad CHP postrojenja mada to nije dobro s tehničkog aspekta.
 - **Temperaturnu** razliku. Tehnologije koje se temelje na Rankinovom ciklusu su vrlo osjetljive na donju temperaturu procesa, koja ne sme biti previsoka.

Otpadna toplota

- Npr. iz industrije
- **Cena** može biti vrlo niska
- Analiza energetskih **tokova** u industriji
- Često u kombinaciji sa **toplotnim pumpama** kako bi se povisila temperaturna razlika
- Otpadna toplota za **hlađenje** može biti vrlo isplativa

Korišćenje električne energije za proizvodnju topote

- Električni bojleri
- Iskorišćenje razlika u ceni el. energije na tržištu



Električni grejač tople vode instalisane snage 10 MW, kapaciteta 14,4m³ koji se nalazi u gradu Gram (Danska) koji je priključen na SDG (Izvor: Rutz D.)

Toplotne pumpe

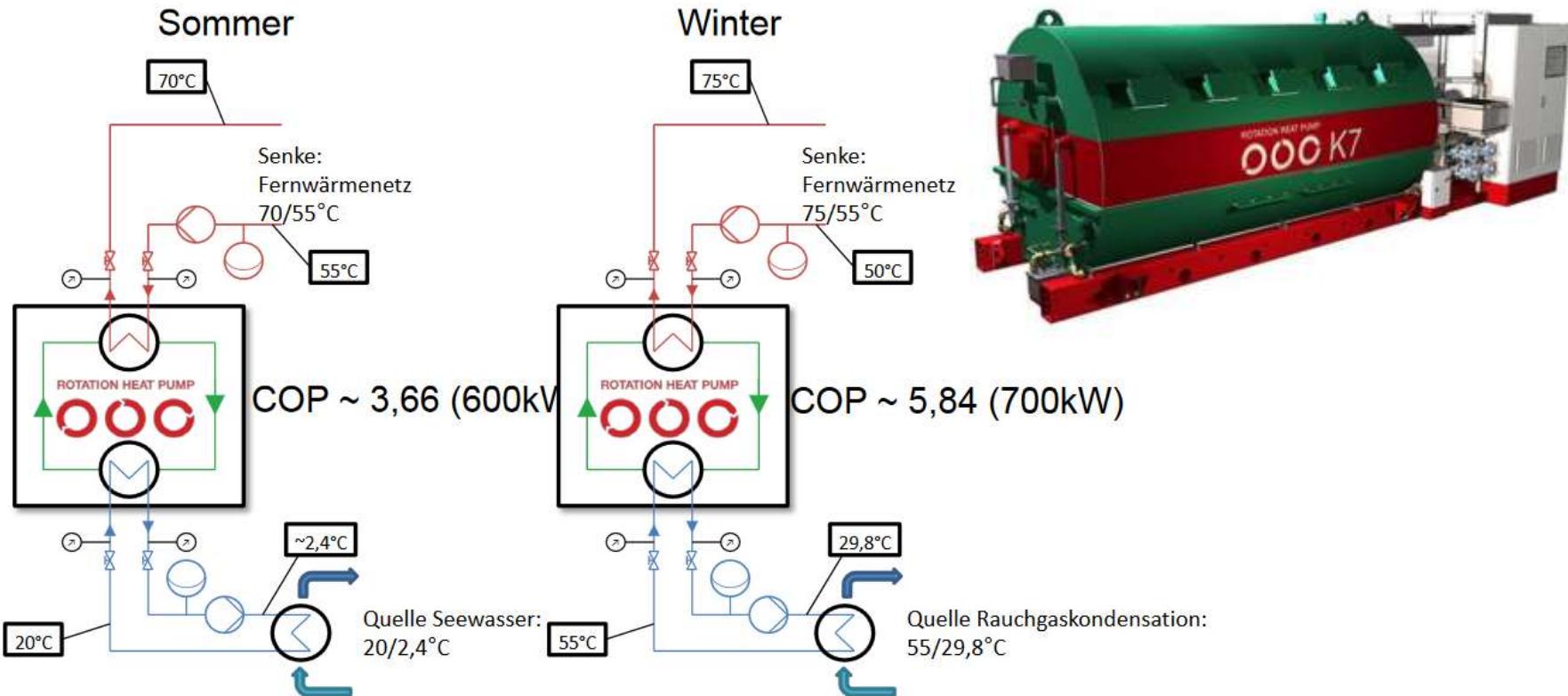
- Toplotne pumpe podiže temperaturnu razliku
- Koristi se el. energija



Toplotna pumpa koja koristi podzemne vode kao izvor toplote (instalisana snaga 440 kW) u malom SDG sa solarnim kolektorima u Dollnsteinu, Nemačka (Izvor: Rutz D.)

Toplotne pumpe

- Nove tehnologije – npr. rotacijska topotna pumpa



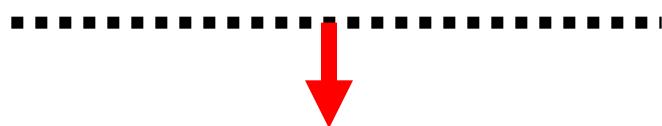
Leto: izvor toplote je npr. reka

Zima: izvor toplote su npr. dimni gasovi iz kotla

(Izvor: www.ecop.at)

Toplotne pumpe

- Postizanje viših temperatura od izvora toplote
- Postizanje nižih temperatura od izvora hladnoće
- ...kako bi se povećala efikasnost!



Temperatura izvora hladnoće (npr. mreža SDG-a)



Temperatura izvora toplote (npr. otpadna toplota)

Vršni i zamenski kotlovi

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



Vršni kotao na lož ulje u sklopu biogasnog postrojenja u Nemačkoj (levo) i gasni kotlovi (desno) u sklopu postrojenja na biomasu u Češkoj (Izvor: RutzD.)

Tehnologije za skladištenje toplote

- Koriste se za **balansiranje** varijabilnosti u proizvodnji i potrošnji energije
- **Povećavaju isplativost i efikasnost** postrojenja
- Solarni kolektori → korišćenje dnevnih i sezonskih skladišta toplote

Toplinski spremnici

- Kratkoročni (od nekoliko sati do nekoliko dana)
 - Nerđajući čelik
 - Beton
 - Plastika ojačana staklenim vlaknima
- Koristi se voda
- ~40m³ za transport sa vozilom

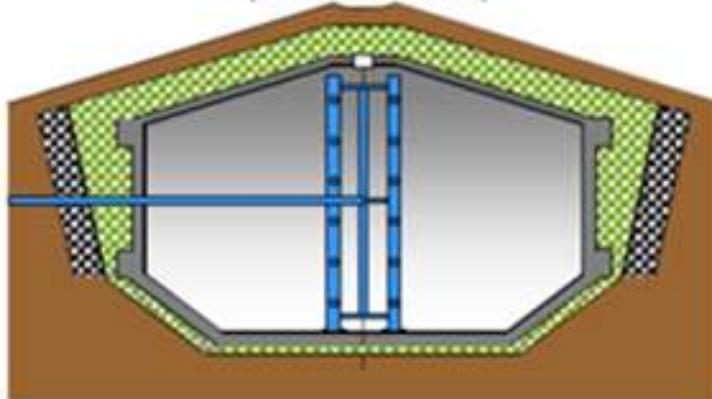
Izgradnja dva nova skladišta toplote u obliku čeličnog rezervoara u SDG Hjallerup (levo) i izgradnja iste vrste skladišta toplotepovezanog sa solarnim kolektorima i kotлом na slamu. Više o SDG u Hjallerupu može se saznati u izveštaju o primerima najbolje prakse Laurberg Jensen et al.(2016) (Izvor: <http://www.hjallerupfjernvarme.dk>)



Postojeći koncepti za skladištenje topline

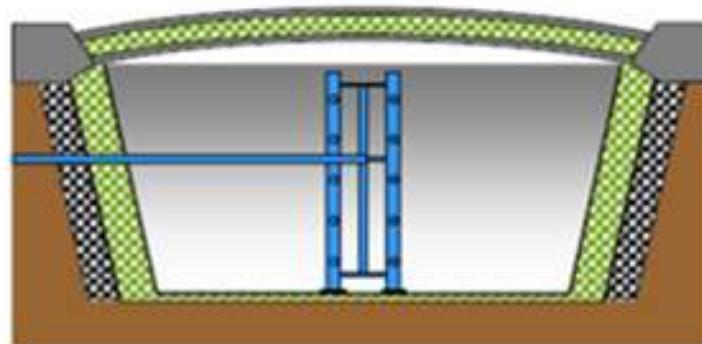
Skladište topline u obliku čeličnog rezervoara (TTES)

(60 to 80 kWh/m³)



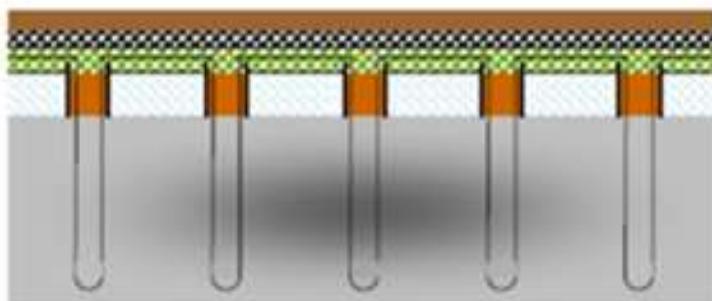
Skladište topline u obliku izolovane jame (PTES)

(60 to 80 kWh/m³)



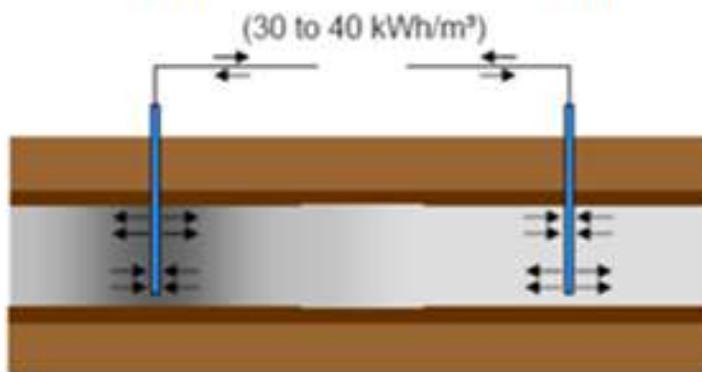
Skladište topline u obliku bušotine (BTES)

(15 to 30 kWh/m³)



Skladište topline u obliku vodovodne cevi (ATES)

(30 to 40 kWh/m³)



Skladište toplote u obliku izolovane jame

- Marstal, Danska (Izvor: PlanEnergi)



Skladište toplote u obliku bušotine

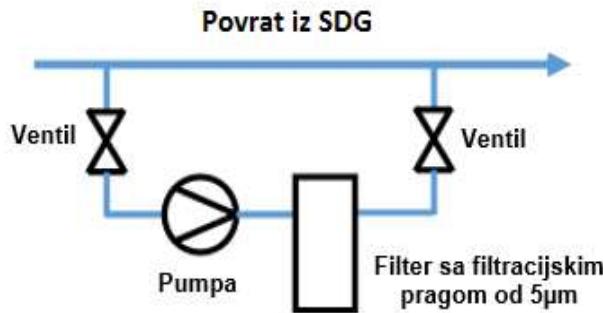
- SDG u Brædstrupu, Danska (Izvor: PlanEnergi)



Kvalitet vode u mreži SDG-a

- Investicija u distributivnu mrežu SDG-a je značajna
- **Potrebno**
 - Postrojenje za omekšavanje vode
 - filter
 - Dodatak hemikalija
- Plastične cevi (npr. za podno grejanje) mogu prouzrokovati oksidaciju i stvaranje mulja
- Može dovesti do oštećenja mreže SDG-a → u indirektnim sistemima

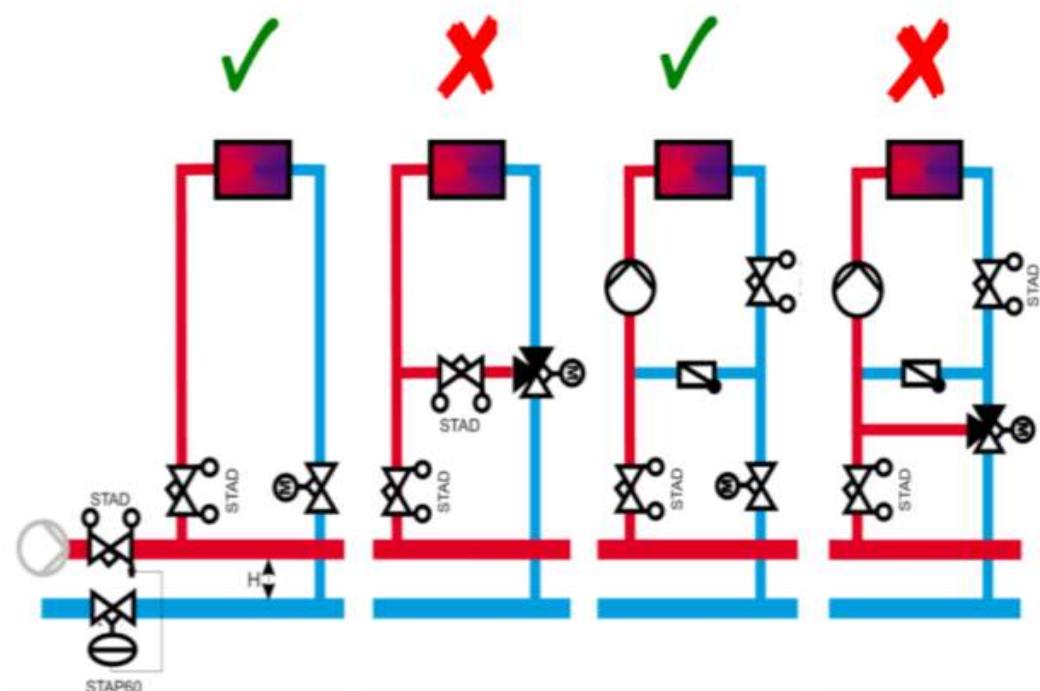
Pumpa i filter u „bypass“ liniji povrata mreže SDG
(Izvor: Güssing Energy Technologies)



Povezivanje potrošača na SDG

- Priklučak potrošača na mrežu SDG-a
- Treba voditi računa o hidraulici sistema grejanja kod potrošača
- Potrebno je proveriti pre spajanja na mrežu
- Potražiti savjet
- Niže temperature povrata

Varijante distributivnog sistema potrošača (unutar domaćinstva) povezanih na SDG (Izvor: Güssing Energy Technologies, zasnovano na Tour & Andersson Ges.m.b.H., 2005)



Potrošnja toplote u zgradama

- Proceniti stvarne potrebe potrošača

| Potrošač Broj. | Godišnja potrošnja | Specifična potrošnja | Efikasnost sistema, izračunata na godišnjem nivou | Ukupna potrošnja topleft za SDG |
|-------------------|---|--|---|---------------------------------------|
| 1 | 14 m ³ drva | 946 kWh/m ³ deo vlage 25% | 65% | 8 608 kWh |
| 2 | 2 100 l lož ulja | 10 kWh/l | 75% | 15 750 kWh |
| 3 | 2 700 m ³ prirodnog gasa | 10 kWh/m ³ | 80% | 21 600 kWh |

Vršno toplotno opterećenje

- Potrebno **vršno opterećenje** za grejanje se može **prepostaviti** uzimajući u obzir broj sati na kojem postrojenje radi na punom opterećenju
- Uobičajeno za Austriju:
 - ~1600 sati godišnje (grejanje i priprema potrošne tople vode)
 - ~1400 hours (samo grejanje)

| Potrošač | Godišnja potreba za topлотом | Proizvodnja toplote за PTV | Procenjen broj sati rada postrojenja na max. opterećenju | Potrebna vršna snaga SDG |
|----------|------------------------------|----------------------------|--|--------------------------|
| 1 | 8 608 kWh | Da | 1 600 h/god | 5,4 kW |
| 2 | 15 750 kWh | Ne | 1 400 h/god | 11,3 kW |
| 3 | 21 600 kWh | Da | 1 600 h/god | 13,5 kW |

Niže vršno opterećenje

- Ne koristiti isključivanje grejanja na strani potrošača tokom noći
- Grejanje tokom jutra → vrlo visoka vršna opterećenja
- Niske uštede energije
- Praćenje potrošača

(Linearna) gustina toplote

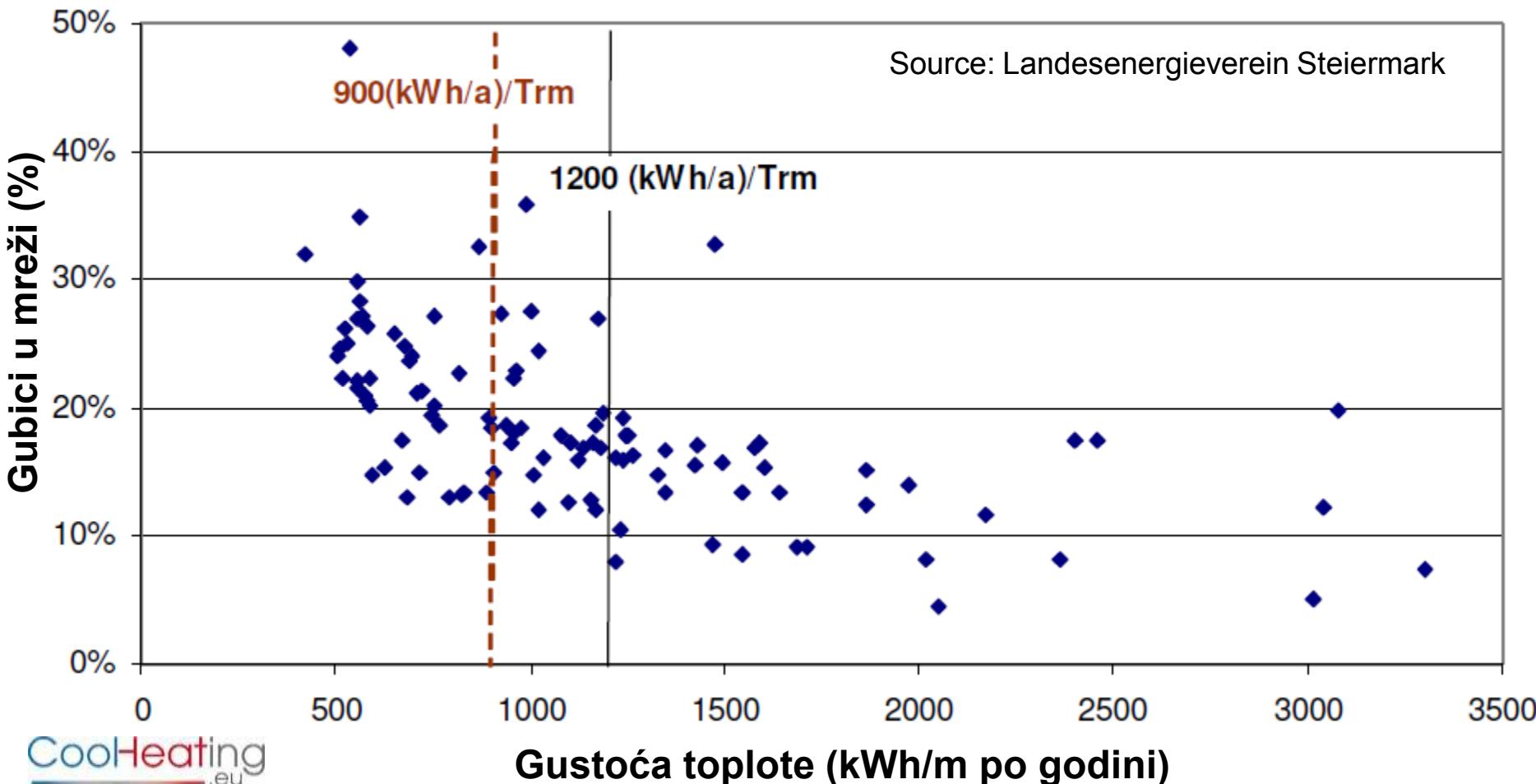
- Potrošnja toplote na godišnjem nivu podeljena sa dužinom mreže
- Dužina mreže je dužina polazne cevi

$$\text{Linearna gustina toplote} = \frac{\text{Godišnja potrošnja toplote [MWh/god]}}{\text{Dužina trase toplovoda [m]}}$$

- Preporuka za Austriju → barem 900 kWh/m godišnje
- Kako bi projekt bio isplativ

Gustina toplove

- Primeri iz Austrije
- Uobičajeni toplovi gubici u mreži ~15 to 20%



Hlađenje

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

Primer za hlađenje

- Apsorpcioni rashladni uređaj
- Korišćenje topline
- Potrebna temperatura
 $>70^{\circ}\text{C}$

~20 kW rashladna snaga
Izvor: Pink (Austria)



Hlađenje

- Korišćenje toplote → otpadna toplota vrlo niske cene
- Koncepti
 - Korišćenje apsorpcionih rashladnih uređaja

Potrebna Vam je pomoć?

- Slobodno me kontaktirajte

Priručnik

- Na srpskom jeziku
- 108 stranica
- Besplatan



Modularni sistemi daljinskog
grejanja i hlađenja

Priručnik

CooHeating
.eu

- http://www.coolheating.eu/images/downloads/D4.1_Handbook_RS.pdf

Hvala Vam na pažnji!



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 691679. The sole responsibility for the content of this report lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union nor of the Innovation and Networks Executive Agency (INEA). Neither the INEA nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.



Kontakt:

DI(FH) DI Christian Doczekal

Güssing Energy Technologies

c.doczekal@get.ac.at

www.get.ac.at

<https://at.linkedin.com/in/christian-doczekal-19768684>

www.coolheating.eu