

**Podrška razvoju tržišta malih modularnih obnovljivih centraliziranih toplinskih i rashladnih sustava za općine i gradove**

Projekt br: 691679



# ***Primjeri najbolje prakse obnovljivih centraliziranih toplinskih i rashladnih sustava***

***WP 2 – Task 2.1 / D 2.1***

**Kolovoz 2016.**



Autori: Linn Laurberg Jensen, PlanEnergi, Danska  
Dominik Rutz, WIP Renewable Energies, Njemačka  
Christian Doczekal, GET, Austria  
Vladimir Gjorgievski, SDEWES-Skopje, Makedonija  
Ilija Batas-Bjelić, Sveučilište u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija  
Anes Kazagić, JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo (EPBiH), Bosna i Hercegovina  
Alma Ademović, JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo (EPBiH), Bosna i Hercegovina  
Rok Sunko, Skupina FABRIKA, Slovenija  
Neven Duić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Hrvatska  
Tomislav Pukšec, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Hrvatska

Urednici: Linn Laurberg Jensen, PlanEnergi, Denmark  
Morten Hofmeister, PlanEnergi, Denmark

Kontakt: Linn Laurberg Jensen i Morten Hofmeister  
PlanEnergi  
E-mail: llj@planenergi.dk, mh@planenergi.dk  
Vestergade 48H,  
DK – 8000 Aarhus  
[www.planenergi.dk](http://www.planenergi.dk)



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

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

# Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Skraćenice</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1 Uvod</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2 Danska – Primjeri najbolje prakse</b>  | <b>6</b>  |
| 2.1 Centralizirani toplinski sustav u Brædstrupu  | 9         |
| 2.2 Centralizirani toplinski sustav na Bornholmu  | 12        |
| 2.3 Centralizirani toplinski sustav u Gramu   | 15        |
| 2.4 Centralizirani toplinski i rashladni sustav u Thistedu                                | 17        |
| 2.5 Centralizirani toplinski sustav u Marstalu  | 19        |
| 2.6 Centralizirani toplinski sustav u Hjallerupu  | 21        |
| <b>3 Njemačka – Primjeri najbolje prakse</b>  | <b>23</b> |
| 3.1 Niskotemperaturni centralizirani toplinski sustav u Dollnsteinu                       | 24        |
| 3.2 Sezonski toplinski spremnik "Am Ackermannbogen" u Münchenu                            | 26        |
| 3.3 Grijanje na drvnu sječku i sunčevu energiju: bioenergetsko selo Büsing                | 28        |
| 3.4 Bioplinsko postrojenje u Vatersdorfu  | 30        |
| 3.5 Centralizirani toplinski sustav na biomasu u Grassau                                  | 32        |
| 3.6 Naselje bez štetnih emisija - Bad Aibling   | 34        |
| <b>4 Austrija – Primjeri najbolje prakse</b>  | <b>36</b> |
| 4.1 Centralizirani toplinski sustav na drvnu sječku u Güssingu                            | 38        |
| 4.2 Centralizirani toplinski sustav na drvnu sječku u Göttenbachu                         | 40        |
| 4.3 Güssing – Kotao na piljevinu  | 42        |
| 4.4 Centralizirani toplinski sustav koji koristi sunčevu energiju i biomasu u Urbersdorfu | 44        |
| 4.5 Centralizirani toplinski sustav na biomasu u Stainzu                                  | 46        |
| 4.6 Kotao na biomasu u Lavamündu  | 48        |
| <b>5 Primjer najbolje prakse u Hrvatskoj</b>  | <b>50</b> |
| 5.1 CTS na biomasu u Pokupskom  | 51        |
| <b>6 Zaključak</b>  | <b>53</b> |

## Skraćenice

|      |  |
|------|--|
| CRS  | Centralizirani rashladni sustav                              |
| CSP  | Koncentrirana sunčeva snaga (engl. Concentrated solar power) |
| CTS  | Centralizirani toplinski sustav                              |
| DERA | Danska energetska regulatorna agencija                       |
| EU   | Europska Unija   |
| OIE  | Obnovljivi izvori energije                                   |
| ORC  | Organski Rankineov ciklus                                    |
| PDV  | Porez na dodanu vrijednost                                   |
| GW   | Gigavati   |
| GWh  | Gigavat sati   |
| kW   | Kilovati   |
| kWh  | Kilovat sati   |
| MW   | Megavati   |
| MWh  | Megavat sati   |

## 1 Uvod

Ovaj izvještaj o primjerima najbolje prakse izrađen je u okviru CoolHeating projekta. Glavni cilj ovog projekta, koji je financiran od strane EU Obzor 2020 programa, je dati podršku implementaciji „malih modularnih obnovljivih centraliziranih toplinskih sustava“ u gradovima i općinama jugoistočne Europe. Ovo će se ostvariti zajedničkim djelovanjem te prijenosom znanja između zemalja gdje već postoje obnovljivi centralizirani toplinski i rashladni sustavi (Austrija, Danska, Njemačka) te zemalja u kojima su ovi sustavi znatno manje zastupljeni (Hrvatska, Slovenija, Makedonija, Srbija, Bosna i Hercegovina). Osnovne djelatnosti, uz klasične tehno-ekonomiske analize i studije, uključuju mjere koje za cilj imaju poticati interes lokalne zajednice za razvoj obnovljivih centraliziranih toplinskih sustava, kao i izgradnju kapaciteta za razradu projekata te daljnju prijavu na fondove EU. U konačnici, cilj je u 5 ciljanih gradova/regija imati razvijene planove za razvoj malih centraliziranih toplinskih i rashladnih sustava. Ovi projekti će imati dugoročni utjecaj na razvoj malih modularnih obnovljivih centraliziranih toplinskih i rashladnih sustava u ciljanim državama. Ključni cilj projekta je razmjena podataka o primjerima najbolje prakse malih modularnih obnovljivih centraliziranih toplinskih i rashladnih sustava.

Ovaj izvještaj prikazuje primjere najbolje prakse iz Austrije, Njemačke i Danske, ali također i iz Hrvatske, kao jedne od ciljanih država ovog projekta. Svrha izvještaja je dati pregled primjera najbolje prakse centraliziranih toplinskih (i rashladnih) sustava. Svaki primjer detaljno prikazuje tehničke i ekonomске podatke kao i podatke o vlasničkoj strukturi. Nadalje, svaki primjer je ukratko opisan te su prikazane relevantne fotografije ili dijagrami. Pregled glavnih komponenti svakog primjera dan je u zaključku ovog izvještaja.

Ovaj izvještaj je usko povezan sa ostalim izvještajima koji će se izraditi u sklopu ovoga CoolHeating projekta. Neki od ostalih CoolHeating izvještaja koji su povezani sa ovim izvještajem su:

- Izvještaj o studijskim putovanjima
- Izvještaj o zakonodavnom okviru
- Izvještaj o nacionalnom okviru
- Izvještaj o dijalogu sa regulatorima i predstvincima sektora toplinarstva
- Priručnik o malim modularnim obnovljivim centraliziranim toplinskim i rashladnim sustavima

Predložak za izvještaj je napravio PlanEnergi, dok su ostali partneri dali doprinos izvještaju s opisima primjera najbolje prakse iz njihovih država. U nekim slučajevima nije bilo moguće prikupiti sve podatke u odnosu na predložak.

## 2 Danska – Primjeri najbolje prakse

Danska ima dugačku povijest korištenja CTS-a, pri čemu je prvi ovakav sustav izgrađen još 1903 za pokrivanje toplinskih potreba bolnice u Frederiksbergu. Prvi javni CTS je izgrađen u Kopenhagenu krajem 30-ih godina prošlog stoljeća te se temeljio na iskorištavanju otpadne topline iz lokalne termoelektrane. Ovakvi sustavi opskrbe toplinom su se počeli širiti u velikim gradovima tijekom 50-ih i 60-ih godina prošlog stoljeća. Tijekom 1960-ih je nafta zamijenila treset i ugljen kao glavni energet u ovim sustavima, što je dovelo do osnivanja velikog broja malih i srednjih velikih CTS-a u vlasništvu potrošača.

Naftna kriza je dovela do aktivnog angažmana političara u ovome sektoru te je prvi zakon o opskrbi toplinskom energijom stupio na snagu 1979. godine. U to vrijeme je već oko 700 000 zgrada bilo priključeno na CTS. Svrha navedenog zakona je bila poboljšati energetsku učinkovitost i smanjiti ovisnost o uvozu energenata poput nafte. Usljedio je Energetski sporazum iz 1986. čiji je glavni cilj bio poticanje kogeneracije toplinske i električne energije. Ovim sporazumom, vlasti su također dobole ovlasti da provode obvezno spajanje na mrežu prirodnog plina ili CTS-a, kako bi se osigurala ulaganja u izgradnju cjevovoda.

Usljedili su novi sporazumi i zakoni koji su pripremili teren za iskorištavanje topline iz velikih i malih CTS-a u Danskoj.

Razvoj CTS-a je u Danskoj predstavljao važnu mjeru za postizanje nacionalnih ciljeva klimatske politike. Od 2015. godine, cilj je postići 100 % obnovljivu proizvodnju električne i toplinske energije do 2035. godine. Statistika pokazuje da je udio proizvodnje energije koja nije bazirana na fosilnim gorivima već sada značajan.

Danska ima 16 velikih kogeneracijskih postrojenja koja su u početku proizvodila samo električnu energiju, a ne toplinu. Osim većih postrojenja, Danska ima 380 decentraliziranih, manjih postrojenja, od kojih oko 70% koristi kogeneraciju, a oko 30% proizvodi samo toplinu. Svi decentralizirani sustavi su izvorno korišteni samo za proizvodnju topline, dok su veliki sustavi izvorno korišteni uglavnom za proizvodnju električne energije. Tri od četiri stanovnika Danske se opskrbljuju ovim zajedničkim sustavima za opskrbu topline (CTS ili prirodni plin). Radi se o financijski konkurentnim sustavima, koji su u mnogim slučajevima i jeftiniji u odnosu na individualna rješenja.

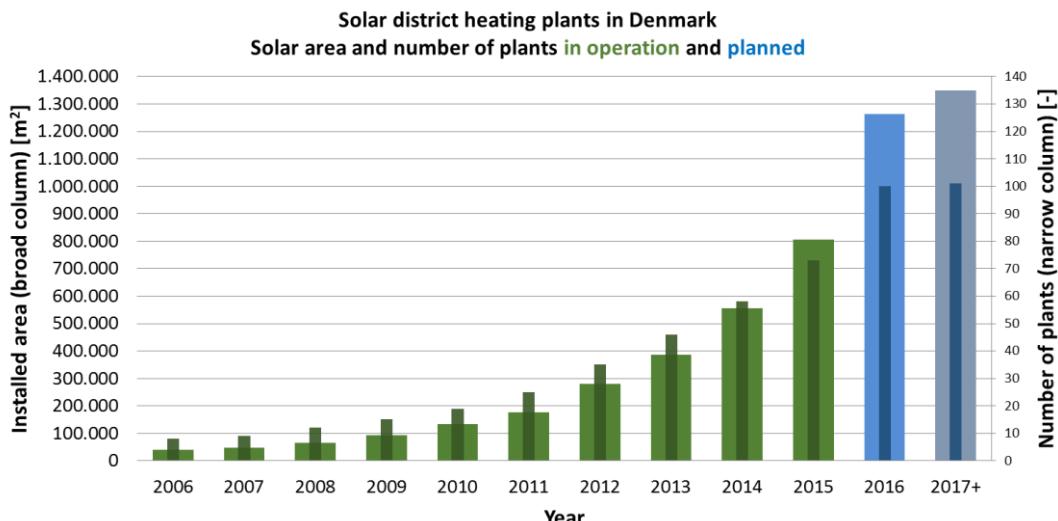
CTS koji su u Danskoj razvijani tijekom 1970-ih godina nisu bili poduprti odgovarajućim zakonodavnim okvirom. U to vrijeme je razvoj CTS-a bio temeljen na privatnim inicijativama. Uspostava CTS-a je bila organizirana od strane potrošača, dok je primarna uloga općina bila da pruži jamstva za kredite, što i dalje predstavlja važnu ulogu. Tijekom godina, uloga vlasti je postala sve važnija u procesu planiranja.

Jedan od glavnih ciljeva CTS-a u Danskoj je da doprinesu diversifikaciji izvora energije te da omoguće iskorištavanje topline iz sunčeve energije. Također je cilj da omoguće iskorištavanje električne energije, korištenjem dizalica topline velikih snaga. Slika 1 prikazuje razvoj CTS-a koji koriste sunčevu energiju, u razdoblju od 2006. godine do danas.

Tržište za sustave koji koriste sunčevu energiju u CTS-u, od 2008. godine raste za 30 % godišnje. U 2015. je plan bio postaviti 280 000 m<sup>2</sup> novih sunčevih kolektora, s time da je do tada već bilo postavljeno 550 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora u cijeloj Danskoj.

Dva najveća planirana sustava će kombinirati sunčeve kolektore sa sezonskim toplinskim spremnikom. U Danskoj, kao i u ostalim zemljama, raste interes za spomenutom kombinacijom, kako bi se postigli visoki udjeli sunčeve energije u proizvodnji toplinske energije. Ovo također otvara mogućnosti za korištenje dizalica topline, električnih bojlera i ostalih tehnologija u kombinaciji sa velikim spremnicima topline, čime se omogućuje dodatna

fleksibilnost elektroenergetskog sustava te se osigurava konkurentna cijena iz CTS-a te korištenje OIE.



Slika 1. Razvoj CTS-a koji koristi sunčevu energiju u Danskoj za razdoblje od 2006. godine

Vodeći primjeri u sklopu ovoga projekta su sustavi u Bornholmu i Brædstrupu. Ovi primjeri su ukratko opisani u ovome izvještaju, zajedno sa još četiri danska primjera.

CTS u Brædstrupu je odabran za vodeći primjer u ovome projektu, s obzirom da zadnjih 10 godina ovaj sustav predstavlja jedan od najefikasnijih sustava u Danskoj, koji je izuzetno jeftin za korisnike te u isto vrijeme prihvativ za okoliš. To omogućuju razne aktivnosti na tržištu električne energije, korištenje pametnih mjernih uređaja te kontinuirano servisiranje i podrška za instalacije unutar zgrada/kuća. Glavna vizija tvrtke koja vodi CTS je povećanje energetske učinkovitosti te optimizacija proizvodnih postrojenja i distribucijske mreže u smislu tehnoloških, ekonomskih i okolišnih aspekata.

CTS u Brædstrupu je tvrtka u vlasništvu potrošača sa oko 1 500 korisnika. Postrojenje je prvotno bilo zamišljeno kao tradicionalno kogeneracijsko postrojenje, koje se sastojalo od vršnih kotlova te kogeneracije. Prvi korak ka podizanju iskoristivosti postrojenja je poduzet 2006. kada je jedan od vršnih kotlova zamijenjen novom jedinicom sa iskoristivošću od 104 %.

CTS u Bornholmu je odabran kao drugi vodeći primjer zbog energetske strategije toga otoka, u kojoj CTS imaju vrlo važnu ulogu. Strategija predviđa da do 2025. Bornholm postane neutralno društvo u pogledu emisija CO<sub>2</sub>, temeljeno na održivoj i obnovljivoj energiji.

Danski primjeri navedeni u ovome izvještaju predstavljaju različite tehnologije i veličine, u pogledu kapaciteta te toplinskih potreba (broj korisnika), od malih sustava kao što je CTS u Bornholmu pa do sustava srednjih veličina kao što je CTS u Thistedu gdje se koristi i toplina iz spalionice otpada.

Trenutno su u danskem toplinarstvu zanimljiva tema dizalice topline: danas postoji 15 postrojenja koja koriste dizalice topline, sa instaliranom toplinskom snagom od 20,3 MW. U 2016. se planira devet novih projekata s ukupnom toplinskom snagom od 20,7 MW. Pregled postojećih sustava sa dizalicama topline, kao i planiranih sustava, može se vidjeti na: <http://www.planenergi.dk/wp-content/uploads/2016/04/Oversigt-over-store-varmepumper.pdf>

Jedna od najvećih prednosti dizalica topline je mogućnost balansiranja elektroenergetske mreže korištenjem toplinskih spremnika, naročito kada u elektroenergetskom sustavu postoji velika količina intermitentnih OIE kao što je vjetar. Potencijal za iskorištanje dizalica topline u CTS u Danskoj je značajan. U izvještaju koji je dostupan na poveznici:

[http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/byggeri/udredning\\_vedroerende\\_varmelagringsteknologier\\_og\\_store\\_varmepumper\\_til\\_brug\\_i\\_fjernvarmesystemet.pdf](http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/byggeri/udredning_vedroerende_varmelagringsteknologier_og_store_varmepumper_til_brug_i_fjernvarmesystemet.pdf), predviđa se da će u sljedećih 5-10 godina instalirana snaga dizalica topline u ovim sustavima porasti za 1 000 MW.

Opis primjera najbolje prakse u Danskoj prikazuje ključne tehničke podatke proizvodnih postrojenja i distribucijske mreže, kao i ključne ekonomske podatke. Cijene toplinske energije u Danskoj su preuzete iz Danske energetske regulatorne agencije, te se mogu naći na: <http://energitilsynet.dk/varme/statistik/prisstatistik/pr-15-marts-2015/>. Cijene toplinske energije su izražene u €/MWh, prepostavka površine za standardnu dansku kuću je 130 m<sup>2</sup> dok su prepostavljene godišnje toplinske potrebe 18,1 MWh<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Cijene ne odražavaju stvarnu cijenu topline za određeno kućanstvo u određenom području. Stvarna cijena topline se temelji na specifičnoj potrošnji zgrade (varijabilni trošak) te stvarnoj bazi za izračun fiksног dijela potrošnje. Informacije o specifičnim izračunima za pojedino kućanstvo se mogu naći u tarifama za opskrbu toplinom tvrtke koja upravlja CTS-om (najčešće na web stranicama tvrtke). Troškovi u danskim primjerima se temelje na pregledu cijena zaključno sa 15.03.2015. Cjenik usluga je objavljen 01.04.2015. na web stranicama DERA-e. Cijene uključuju PDV, ali isključuju investicijske troškove za kućne instalacije i priključak.

## 2.1 Centralizirani toplinski sustav u Brædstrupu

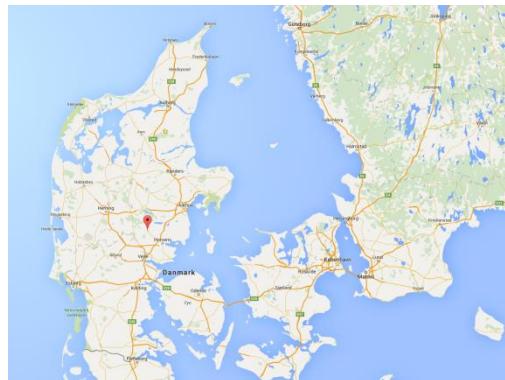
**Lokacija:** Jutland

Google maps

<http://www.braedstrup-fjernvarme.dk/>

Video:

<http://www.braedstrup-fjernvarme.dk/firmaprofil/billedegalleri/video>



### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo // 18,600 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora, 2007. (8 000 m<sup>2</sup>) te 2012. (10 600 m<sup>2</sup>)

Nazivna snaga // Godina Električni bojler, 10 MW, 2012.

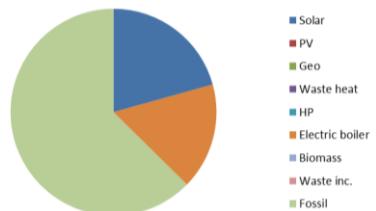
izgradnje Dizalica topline (visokotlačni vijčani kompresor), 1,2 MW, 2012.

Kotao 1, prirodni plin, 13,5 MW, 2006.

Kotao 2, prirodni plin, 10 MW

Motor 1, prirodni plin, 4,1 MW

Motor 2, prirodni plin, 4,1 MW



| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
|--|--|
| Iskoristivost postrojenja  | Kotao 1: 104%<br>Kotao 2: 100 %<br>Motor 1: η(toplinsko) 47%, η(električno) 42%<br>Motor 2: η(toplinsko) 47%, η(električno) 42%  |
| Mreža CTS-a  | 27,9 km distribucijske mreže te 21,1 km sporednih cijevi. Starost mreže je 17 godina.  |
| Toplinski spremnik   | Bušotinski toplinski spremnik – sezonski:<br>48 bušotina<br>Izmjenjivači na dubini od 45 metara<br>5 bušotina dubokih 60 metara za senzore temperature<br>19 000 m <sup>3</sup> zemlje se zagrijava            |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Čelični spremnik, ukupnog volumena 7 500 m <sup>3</sup><br>2 500 m <sup>3</sup> je povezano sa kogeneracijskim postrojenjem<br>5 500 m <sup>3</sup> je povezano sa sunčevim kolektorima i električnim bojlerom |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | 2015.:<br>1 481 - broj potrošača<br>296 378 m <sup>2</sup> - površina prostora povezanih na CTS<br>39 633 MWh - proizvedena toplina<br>31 100 MWh- prodana toplina   |
| Vlasništvo   | 63 €/MWh<br>Ukupno 1 721 €/god (standardna kuća 18,1 MWh; 130 m <sup>2</sup> uključujući porez, isključujući investicijske troškove)   |

CTS u Brædstrupu je tvrtka u vlasništvu potrošača sa oko 1 500 korisnika. Postrojenje je prvotno bilo zamišljeno kao tradicionalno kogeneracijsko postrojenje, koje se sastojalo od

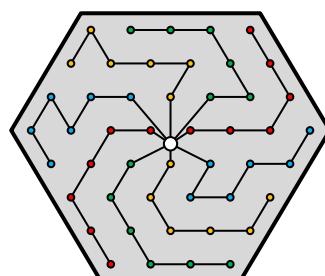
vršnih kotlova te kogeneracije. Prvi korak ka podizanju iskoristivosti postrojenja je poduzet 2006. kada je jedan od vršnih kotlova zamijenjen novom jedinicom sa iskoristivošću od 104 %.

CTS u Brædstrupu u zadnjih 10 godina predstavlja jedan od najefikasnijih sustava u Danskoj, koji je izuzetno jeftin za korisnike te u isto vrijeme prihvatljiv za okoliš. To omogućuju razne aktivnosti na tržištu električne energije, korištenje pametnih mjernih uređaja te kontinuirano servisiranje i podrška za instalacije unutar zgrada/kuća. Glavna vizija tvrtke koja upravlja CTS-om je povećanje energetske učinkovitosti te optimizacija proizvodnih postrojenja i distribucijske mreže u smislu tehnoloških, ekonomskih i okolišnih aspekata.

U 2005. godini, niti jedno plinsko kogeneracijsko postrojenje u Danskoj nije imalo sunčeve kolektore. CTS u Brædstrupu je tada napravio izračune koji su pokazali da bi kombinacija sunčevih kolektora sa kogeneracijskim postrojenjem na otvorenom tržištu električne energije mogla biti ekonomski isplativa. U određenim trenucima je cijena električne energije toliko niska da je nužno zaustaviti kogeneracijsko postrojenje. Tada se proizvodnja topline odvija u kotlovima na prirodni plin te proizvodnja topline iz sunčevih kolektora postaje ekonomski isplativa.

Temeljeno na spomenutim izračunima, 2007. godine je postavljeno ukupno 8 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora. Bilo je to prvo kogeneracijsko postrojenje na svijetu koje je također koristilo i toplinu iz sunčevih kolektora. U 2008. godini, CTS u Brædstrupu je napravio sljedeći korak prema korištenju 100 % obnovljive energije. Odlučeno je da se implementira dodatnih 10 600 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora, toplinski spremnik zapremnine 5 500 m<sup>3</sup>, bušotinski toplinski spremnik zapremnine 19 000 m<sup>3</sup>, dizalica topline snage 1,2 MW<sub>th</sub> te električni bojler snage 10 MW. Polje sunčevih kolektora je tada bilo najveće u Europi. Usprkos tome i dalje postoji potreba za kotlovima na prirodni plin za pokrivanje vršnih opterećenja.

Spomenute aktivnosti su rezultirale raznim prednostima za korisnike, poput sniženog onečišćenja okoliša (zbog smanjene potrošnje prirodnog plina) te niskih cijena toplinske energije. Naime, CTS u Brædstrupu spada u 25 % najjeftinijih CTS-a u Danskoj. Sve kućanske instalacije se provjeravaju svake druge godine od strane tvrtke, a svi potrošači mogu saznati ključne podatke o svojoj potrošnji na web stranicama tvrtke. Sve važne odluke se donose na generalnoj skupštini, koja se održava jednom godišnje i na koju su pozvani svi potrošači (svi imaju pravo glasa). Priprema projekta te usklađivanje sa prostornim planovima je održano u suradnji sa općinom Horsens, kako bi se sunčevi kolektori integrirali u okoliš te iskoristili kao područje za rekreaciju. Prezentacija postrojenja se može vidjeti na sljedećem linku: <http://dkfilm.jsmediatools.com/dk/200902/braedstrupfjernvarmeUK/>.



**Slika 2. Postrojenje u Brædstrupu:** Zgrada kogeneracijskog postrojenja (lijevo), dizajn bušotinskog spremnika (sredina) te polje sunčevih kolektora (desno) (Izvor: [www.braedstrup-fjernvarme.dk](http://www.braedstrup-fjernvarme.dk))

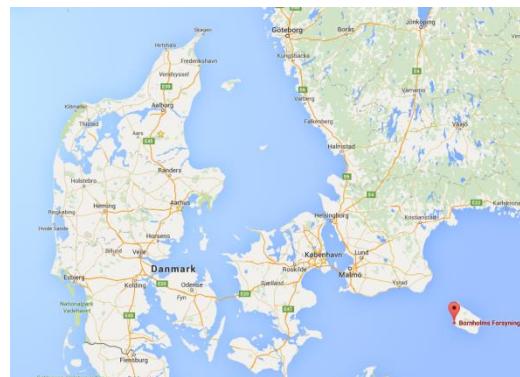
Sljedeći korak ka 100 % obnovljivim rješenjima se priprema sa šest ostalih CTS-a u općinama Horsens i Hedensted. CTS u Brædstrupu je prvi predložio ovu suradnju u 2011. godini. Do sada je suradnja rezultirala zajedničkom studijom pod nazivom FlexCities u kojoj se analizira kako sadašnji sustav pretvoriti u 100 % obnovljivi sustav koristeći kombinaciju otpadne topline iz industrije, sunčeve kolektore spojene na mrežu CTS-a, velike toplinske

spremnike, dizalice topline velikih snaga, bioplinska kogeneracijska postrojenja te spajanje kuća koje trenutno koriste individualno grijanje na mrežu CTS-a. Više o projektu može se vidjeti na sljedećoj poveznici: <http://www.danskfjernvarme.dk/groen-energi/projekter/flexcities>

## 2.2 Centralizirani toplinski sustav na Bornholmu

**Lokacija:** Krajnji istok Danske Google maps <http://www.bornholmsforsyning.dk/varme>

Devet gradova na otoku Bornholm se opskrbljuju toplinom iz CTS-a, kako pokazuje Slika 3.



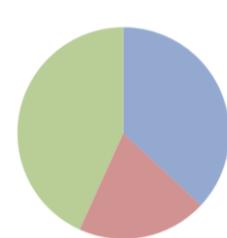
### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //

Rønne; kogeneracija (spaljivanje otpada), kogeneracija (ugljen, biomasa), 2000.

Nazivna snaga // Godina izgradnje

Nexø; 2 x 5 MW kotao na slamu, lož ulje za vršno opterećenje, 1989.



- Solar
- PV
- Geo
- Waste heat
- HP
- Electric boiler
- Biomass
- Waste inc.
- Fossil

Klemensker; 3,5 MW kotao na slamu, lož ulje za vršno opterećenje, 1986.

Aakirkeby; 8 MW kotao na drvnu sječku, lož ulje i peleti za vršno opterećenje, 2010.

Hasle / Vestbornholm; 4 MW kotao na slamu, 3 MW kotao na pelete, lož ulje za vršno opterećenje, 2008. Povezivanje mjesta Hasle – Allinge u 2016. te mjesta Hasle – Klemensker 2017. Novi kotao na biomasu u Hasleu u 2016., 14,5 MW kotao na drvnu sječku

Østerlars; kotao na slamu, kotao na pelete te električni bojler za vršno opterećenje, 2013.

Gudhjem; Spojen sa Østerlarsom

Svaneke; U izgradnji

Allinge; U izgradnji; 8 MW kotao na drvnu sječku

Hlađenje

Bez hlađenja

Iskoristivost postrojenja

Iskoristivosti ovise o tehnologijama – nije određeno

Mreža CTS-a

Nema podataka

Toplinski spremnik

Čelični spremnik

Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije

Podaci iz Heat Plan Bornholm, 2011.:

Sveukupni broj potrošača: 9 435

Proizvedena toplina: 255 531 MWh

Prodana toplina: 206 700 MWh

Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća)

87 €/god (Bornholms Forsyning 2016.)

Fiksna 3,83 €/m<sup>2</sup> plus 383 €/god

Ukupna 2 500 €/god (standardna kuća 18,1 MWh; 130 m<sup>2</sup> uključujući porez, isključujući investicijske troškove)

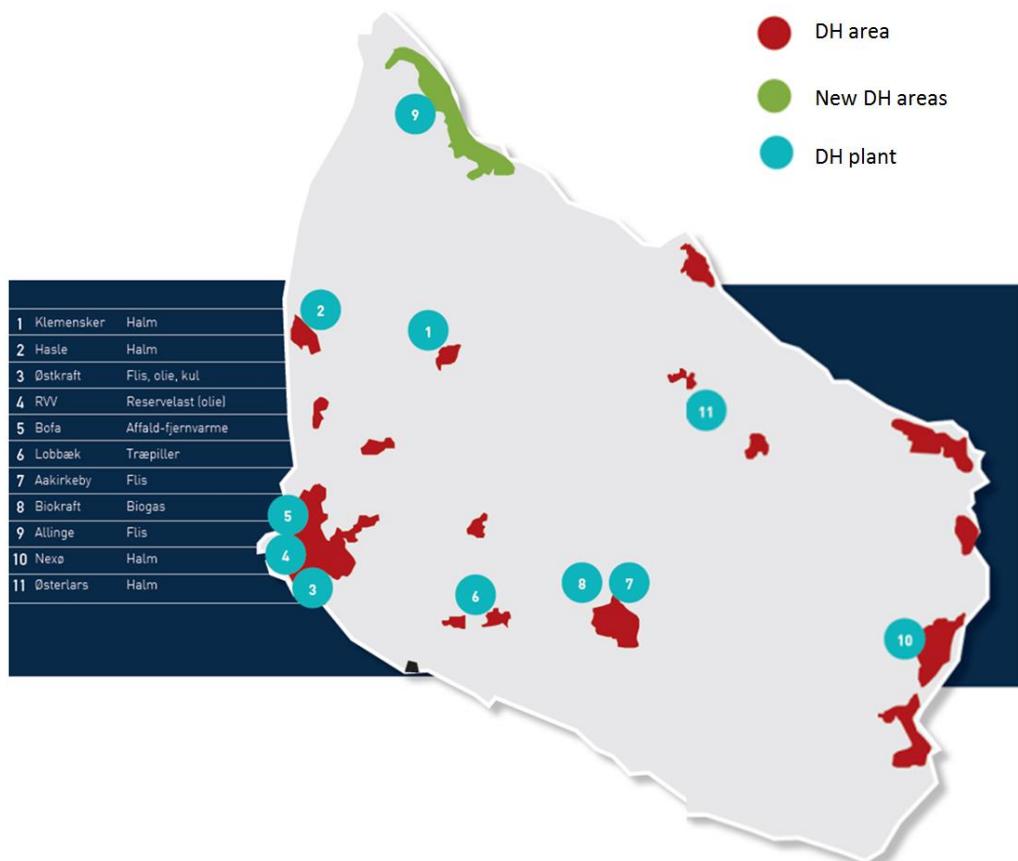
Vlasništvo

Privatno (potrošači) podijeljeno na tri komunalna društva

CTS ima važnu ulogu u Energetskoj strategiji Bornholma do 2025. u kojoj se Bornholm planira pretvoriti u neutralno društvo u pogledu emisija CO<sub>2</sub>, temeljeno na održivoj, obnovljivoj energiji do 2025. godine.

Općina Bornholm je analizirala potencijal širenja mreže CTS-a u više područja, kao što prikazuje Slika 3. Plan je da u budućnosti sva gradska područja na otoku Bornholm budu opskrbljena toplinom iz CTS-a, naročito veća gradska područja na sjevernoj obali kao što su Allinge, Gudhjem i Svaneke.

Postoje dvije komunalne tvrtke na Bornholmu pri čemu je komunalna tvrtka Bornholm najveća te upravlja CTS-om u 7 od 9 gradskih područja. Druga komunalna tvrtka je Rønne za opskrbu vodom i toplinom.



Slika 3. Područja prekrivena CTS-om te područja za koja se planira izgradnja CTS-a u Bornholmu; 1, 2, 10 i 11: glavni energet je slama; 3: glavni energetidrvna sječka, nafta i ugljen; 4: glavni energet nafta; 5: toplina iz spalionice otpada; 6: glavni energetdrvni peleti; 2, 7 i 9: glavni energetdrvna sječka; 8: glavni energet bioplins (Izvor: Bornholm Strategic Energy Plan)

Proizvodnja topline se temelji na raznim tehnologijama. U Rønneu se toplina dobavlja iz spalionice otpada i kao otpadna toplina iz kogeneracijskog postrojenja na drvnu sječku i ugljen. Vršna opterećenja se pokrivaju kotлом na mazut. CTS u Nexøu je osnovan 1989. te se sva toplina proizvodi u novim kotlovima na slamu, snage 12,5 MW. Kotao na mazut snage 9 MW se koristi kao rezerva, a postrojenje također ima i toplinski spremnik zapremnine 825 m<sup>3</sup>. Proizvodnja topline u postrojenju u Klemenskeru se također temelji na kotlu na slamu snage 3,5 MW, povezanim sa toplinskim spremnikom zapremnine 800 m<sup>3</sup>.

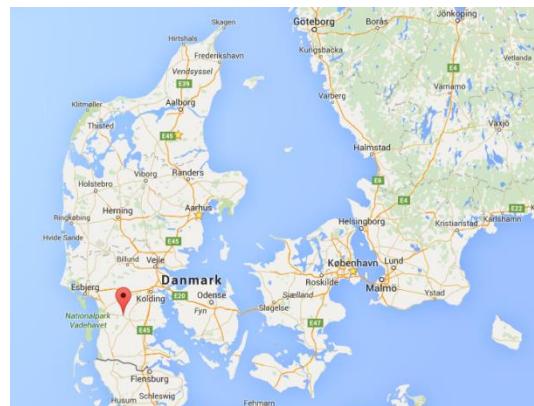
Postrojenje u Aakirkebyu je novo postrojenje iz 2010. godine. Toplina se proizvodi u kotlu nadrvnu sječku snage 8 MW. Proizvodnja topline u Vestbornholm/Hasle se temelji na kotlu na biomasu snage 4 MW te kotlu na pelete snage 3 MW, koji pokriva vršna opterećenja. Ista je situacija i u novome postrojenju u Østerlarsu (izgrađenom 2013.) gdje se toplina proizvodi u kotlu na slamu te kotlu na pelete i električnom bojleru koji pokrivaju vršna opterećenja.

Strateški energetski plan za Bornholm je postavio cilj da do 2025. godine Bornholm postane otok bez fosilnih goriva. Kako bi se postigli spomenuti ciljevi, planira se izgraditi novo kogeneracijsko postrojenje pogonjeno drvnom sjećkom u Rønneu ili iskoristiti geotermalnu energiju u već postojećem sustavu. Ostali planovi uključuju povećavanje udjela biomase te izgradnju sunčevih kolektora, npr. sunčevi kolektori površine 10 000 m<sup>2</sup> bi se mogli spojiti sa novim kotlom nadrvnu sječku u Allingeu. Međugradска distribucijska mreža je također u planu, pri čemu bi se spojili sustavi u Rønneu, Hasleu i Aakirkebyu u 2017. Detalji se mogu vidjeti u Strateškom energetskom planu Bornholma na poveznici:

[http://www.brightgreenisland.dk/media/4993/Strategisk%20Energiplan%20Bornholm%202020\\_0\\_210515.pdf](http://www.brightgreenisland.dk/media/4993/Strategisk%20Energiplan%20Bornholm%202020_0_210515.pdf) te Toplinskom planu za Bornholm iz 2013.: <https://www.brk.dk/Borger/Bolig/Forsyning/Documents/Varmeplan%20Bornholm%20202013.pdf>

## 2.3 Centralizirani toplinski sustav u Gramu

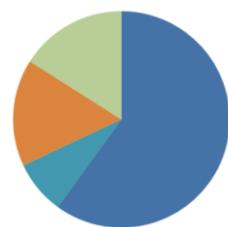
**Lokacija:** Južni dio Jutlanda,  
Danska  
Google maps  
<http://www.gram-fjernvarme.dk/>



### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo // Nazivna snaga // Godina izgradnje

10 073 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora, 6,5 MW, 2009.  
34 727 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora, 31 MW sveukupno za 44 800 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora (3 556 panela), 2015.



- Solar
- PV
- Geo
- Waste heat
- HP
- Electric boiler
- Biomass
- Waste inc.
- Fossil

2 kotla, prirodni plin, 10 MW  
Motor, prirodni plin, 6,5 MW  
Električni bojler, 8 MW  
Dizalica topline, 900 kW, 2015.

|  |  |
|--|--|
| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
| Iskoristivost postrojenja  | Kotao 1: 100 %<br>Kotao 2: 100 %<br>Motor: $\eta$ (toplinski) 50 %, $\eta$ (električni) 41,2 %   |
| Mreža CTS-a  | Glavna mreža - 21,1 km<br>Sporedne cijevi – 13,3 km  |
| Toplinski spremnik   | Čelični spremnik (spojeno na kogeneracijsko postrojenje i prve sunčeve kolektore) 2 300 m <sup>3</sup><br>Sezonski spremnik 122 000 m <sup>3</sup> |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Otpriklike 1 200 potrošača<br>25 000 – 30 000 MWh  |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | 80 €/MWh<br>1 925 €/god (standardna kuća 18,1 MWh; 130 m <sup>2</sup> uključujući porez, isključujući investicijske troškove)                      |
| Vlasništvo   | Privatno (potrošači)   |

CTS u Gramu se do 2009. temeljio na kogeneracijskom postrojenju te dva kotla na prirodni plin. Instalirana toplinska snaga kogeneracijskog postrojenja je 6,5 MW, dok je za svaki kotao 5 MW. Godišnja potreba za toplinom je oko 30 000 MWh.

U prvoj fazi, 2009. godine je izgrađeno više od 10 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora sa maksimalnom izlaznom snagom od 6,5 MW. Izgrađeni kolektori su mogli pokriti oko 15 % toplinskih potreba te su bili spojeni na postojeći čelični toplinski spremnik zapremnine 2 300 m<sup>3</sup>. Polje sunčevih kolektora je spojeno na ostatak postrojenja cjevovodom duljine 200 m te dimenzija DN200. Izgradnja prve faze kolektora je koštala oko 2 400 000 €. U 2015. godini, polje kolektora je prošireno te sada pokriva površinu od 44 800 m<sup>2</sup>. Nakon spomenutog proširenja, očekuje se da će kolektori moći pokriti oko 60 % proizvodnje toplinske energije. Ovako visoki udio u proizvodnji topline se može postići samo izgradnjom sezonskog

toplinskog spremnika, apsorpcijske dizalice topline te električne dizalice topline, što je omogućilo da kolektori rade na nižim temperaturama čime iskoristivost značajno raste.

Svrha električne dizalice topline je da hlađi dno sezonskog toplinskog spremnika. Hlađenjem dna spremnika, povisuje se broj radnih sati sunčevih kolektora. Električna energija potrebna za pogon apsorpcijske dizalice topline dobiva se iz kogeneracijskog postrojenja. To se postiže zamjenom visokotemperaturnog izmjenjivača topline na dimne plinove sa izmjenjivačem topline na vodu (temperature iznad 150 °C). Kako bi se iskoristila energija iz dimnih plinova kogeneracijskog postrojenja, implementiran je dodatni niskotemperaturni izmjenjivač topline na dimne plinove kako bi se isti ohladili na oko 20 °C. To rezultira viškom rashladne vode koja se može ponovno iskoristiti za daljnju optimizaciju kotlova na prirodni plin, sunčevih kolektora i dizalica topline. Očekivani učinak sustava je 450 – 500 kWh/m<sup>2</sup>/god.



**Slika 4. Sezonski spremnik topline I sunčevi kolektori u izgradnji. Na desnoj strani postrojenja se vidi postojećih 10 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora, dok na desnoj se vidi izgradnja novih kolektora te spremnika topline. Izvor: Gram Fjernvarme**

U blizini CTS-a u Gramu se nalazi tvornica parketa. Trenutno (od lipnja 2016.) se otpadna toplina iz dva procesa u tvornici predaje u CTS u Gramu. Temperatura otpadne topline je oko 69 °C, tako da je samo bilo potrebno izgraditi cjevovod između tvornice i postrojenja. Kako bi se iskoristila otpadan toplina, instalirana su dva nova izmjenjivača topline. Očekuje se godišnja dobava otpadne topline iz tvornice na razini od 2 000 MWh/god.

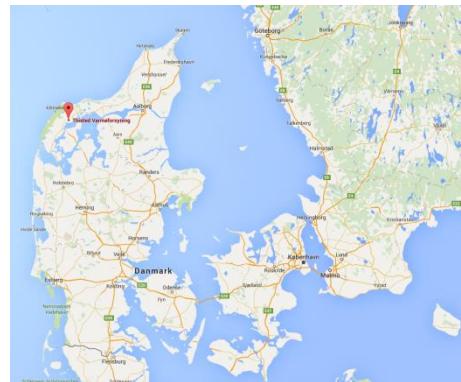


**Slika 5. Novo proizvodno postrojenje izgrađeno 2015., koje uključuje fotonaponske panele na južnoj strani sezonskog spremnika topline**

## 2.4 Centralizirani toplinski i rashladni sustav u Thistedu

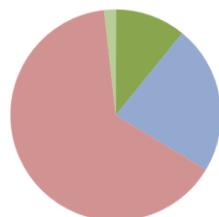
**Lokacija:** Sjeverozapadni dio Jutlanda, Danska  
 Google maps  
<http://www.thisted-varmeforsyning.dk/>

Video: <http://www.thisted-varmeforsyning.dk/firmaprofil/thisted-varmeforsyning-paa-film>



### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo // Nazivna snaga // Godina izgradnje



- Solar
- PV
- Geo
- Waste heat
- HP
- Electric boiler
- Biomass
- Waste inc.
- Fossil

Kogeneracija, spaljivanje otpada, 10,6 MW (2,9 MW<sub>el</sub>), izgrađeno 1979., 1991. prenamijenjeno u spalionicu otpada

Geotermalno postrojenje, 5 MW + 2,7 MW apsorpcijske dizalice topline, 10 MW kotao (vruća voda pod visokim tlakom), 1984.

Kotao na biomasu, slama, 11,5 MW, 2005.

Jedinice za pokrivanje vršnog opterećenja:

Kotlovi, prirodni plin (lož ulje), 46,5 MW, prvo postrojenje izgrađeno 1961.

Kogeneracijska postrojenja, prirodni plin, 1,9 MW (1,3 MW<sub>el</sub>), najstarije postrojenje je iz 1967.

### Hlađenje

Podzemne vode, apsorpcijska dizalica topline

### Iskoristivost postrojenja

Kotao na slamu: 92 %

Vršni kotlovi, minimalno 94 %

Vršna kogeneracija: η(toplinsko) 57 %, η(električno) 29 %

### Mreža CTS-a

Distribucijska mreža - 113,9 km

Sporedne cijevi – 107,2 km

### Toplinski spremnik

Tri čelična spremnika topline:

1 500 m<sup>3</sup>, 2 500 m<sup>3</sup> te 360 m<sup>3</sup>

### Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije

Podaci iz 2014.:

Broj potrošača – 5 057

Proizvodnja topline - 195 400 MWh

Prodaja topline – 157 500 MWh (15 % toplinski gubici)

Nema podataka o prodaji rashladne energije

### Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća)

47 €/MWh,

1 230 €/god (standardna kuća 18,1 MWh; 130 m<sup>2</sup> uključujući porez, isključujući investicijske troškove)

### Vlasništvo

Privatno (potrošači)

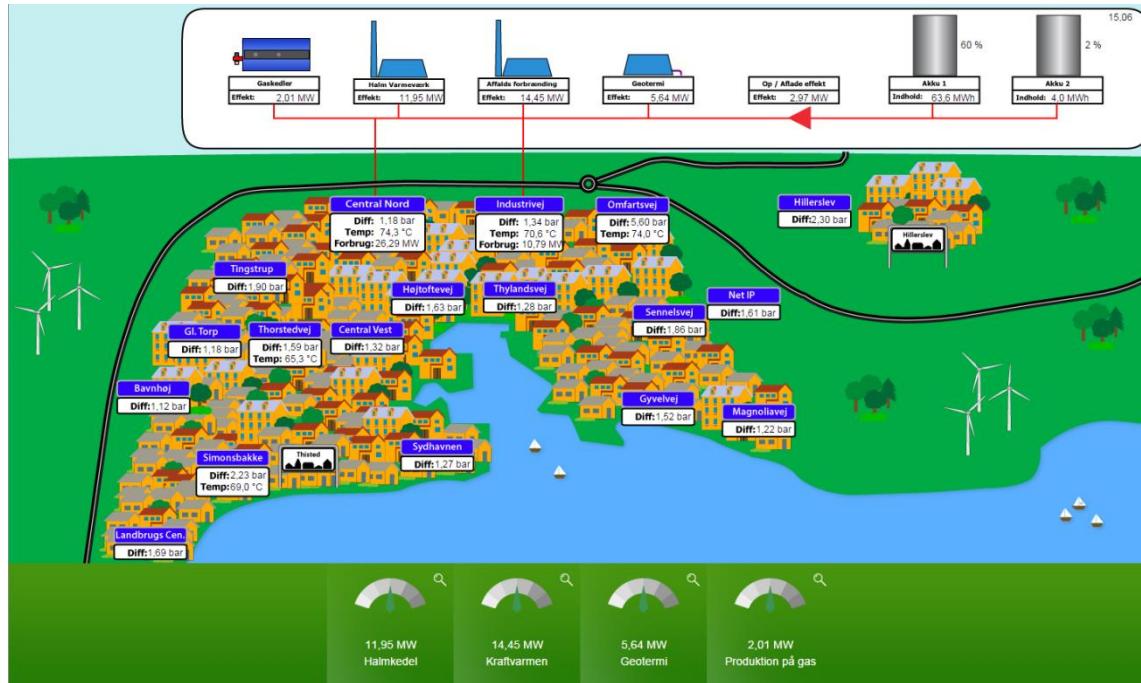
U 2014. je CTS u Thistedu imao 5 057 spojenih potrošača te 8 zaposlenika. Postrojenje opskrbљuje potrošače toplinom od 1961. godine. Proizvodnja topline se temelji na obnovljivoj energiji, uz dodatak malog kotla na prirodni plin za pokrivanje vršnih opterećenja. Sustav se sastoji od kogeneracijskog postrojenja (spalionica otpada), kotla na prirodni plin, geotermalnog postrojenja, kotla na slamu te malog postrojenja sa sunčevim kolektorima (testno postrojenje). Većina topline se proizvodi u kogeneracijskom postrojenju te kotlu na slamu, dok približno 11% se proizvodi u geotermalnom postrojenju (temperatura tople vode iz bušotine je 43 °C).

Tvrtke CTS Thisted A.m.b.a. te I/S Thyra su vlasnici kogeneracijskog postrojenja (svaka tvrtka ima 50 % vlasništva). I/S Thyra je u vlasništvu općina: Morso, Jammerbugt te Thisted.

Vizija CTS-a u Thistedu uključuje prioritiziranje obnovljivih izvora energije, sigurnosti dobave te stabilnih i niskih cijena. Većina topline iz CTS-a u Thistedu se proizvodi u kogeneracijskom postrojenju (spalionica otpada). Spalionica je izgrađena 1979. godine te je renovirana 1991. godine u svrhu spaljivanja otpada. Instalirana toplinska snaga postrojenja je 10,6 MW, a električna 2,9 MW. Kapacitet postrojenja je oko 55 000 tona otpada godišnje. Otpad se dobavlja djelomično od strane lokalnog stanovništva, a djelomično uvozom.

Na lokaciji CTS-a u Thistedu nalazi se nekoliko proizvodnih jedinica: kotao na slamu, geotermalno postrojenje, malo demonstracijsko postrojenje sa sunčevim kolektorima (CSP) te kotlovi na prirodni plin. Slama se dobavlja od lokanih farmera. Uz to, određeni broj plinskih kotlova i motora (kogeneracija) se nalazi na dodatne dvije lokacije u Thistedu. Kotlovi na prirodni plin služe kao vršni i rezervni kotlovi. U slučaju nemogućnosti dobave topline iz CTS-a u Thistedu do Hillersleva, u samome mjestu postoji vršno i rezervno postrojenje za pokrivanje toplinskih potreba Hillersleva. Protok kroz bušotine geotermalnog postrojenja iznosi oko 200 m<sup>3</sup>/h.

Prikaz sustava se može naći na stranicama tvrtke, u bilo koje doba:



Slika 6. Prikaz CTS-a u Thistedu

(Izvor: <http://www.dme-as.dk/component/dmeintranet/dmecustomer/2?popup=true%20>)

Postojeće postrojenje je u pogonu od 1984. godine. Dugi niz godina je postrojenje bilo u djelomičnom vlasništvu tvrtke DONG Energy, dok je CTS Thisted bio odgovoran za upravljanje na dnevnoj razini. U 2011. godini je CTS Thisted postao puni vlasnik postrojenja te je preuzeo obveze davatelja licenci i operatora.

Rashladna energija se dobavlja putem distribucijske mreže pumpajući hladnu podzemnu vodu. Tijekom ljeta, otpadna toplina iz spalionice otpada se koristi u apsorpcijskog dizalici topline te se na taj način proizvodi rashladna energija.

## 2.5 Centralizirani toplinski sustav u Marstalu

**Lokacija:** Južni dio Danske

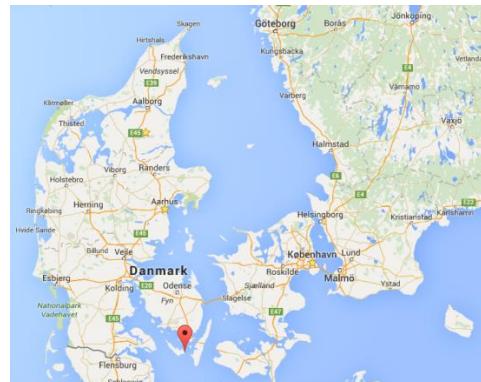
– otok Ærø.

Google maps

<http://www.solarmarstal.dk/>

Video:

<https://vimeo.com/user3541889/review/131825993/b0cd6f43cf>



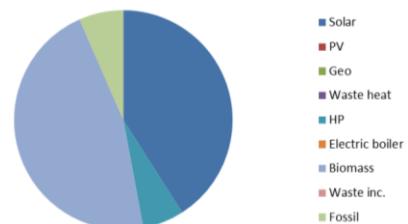
### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju

toplinske energije // Gorivo //

Nazivna snaga // Godina

izgradnje



18 300 m<sup>2</sup> + 15 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora;

8,3 MW kotao na biogorivo;

10 340 m<sup>3</sup> demonstracijski sezonski toplinski spremnik (nije u uporabi);

2 100 m<sup>3</sup> čelični toplinski spremnik;

75 000 m<sup>3</sup> sezonski toplinski spremnik;

4,0 MW kotao na drvnu sječku koji proizvodi radnu tvar za ORC. Toplinska snaga 3,25 MW;

1,5 MW<sub>th</sub> dizalica topline koja koristi CO<sub>2</sub> kao radnu tvar;

750 kW<sub>el</sub> ORC (Organski Rankineov Ciklus)

|  |  |
|--|--|
| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
| Iskoristivost postrojenja  | Nema podataka  |
| Mreža CTS-a  | Distribucijska mreža – 19,5 km<br>Sporedne cijevi – 17,7 km  |
| Toplinski spremnik   | Čelični toplinski spremnik – 2 100 m <sup>3</sup><br>Sezonski toplinski spremnik – 10 000 m <sup>3</sup><br>(demonstracijski, nije u uporabi)<br>Sezonski toplinski spremnik – 75 000 m <sup>3</sup> |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Podaci iz 2015.:<br>Broj potrošača – 1 595<br>Proizvedena toplina – 35 000 MWh<br>Prodana toplina – 27 850 MWh   |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Varijabilna 107 €/MWh,<br>Ukupna 2 525 €/god (standardna kuća 18,1 MWh; 130 m <sup>2</sup> uključujući porez, isključujući investicijske troškove)   |
| Vlasništvo   | Privatno (potrošači).  |

CTS u Marstalu je izgrađen 1962. godine te trenutno dobavlja toplinsku energiju za 1 500 - 1 600 kućanstava u Marstalu.

CTS u Marstalu se danas u potpunosti temelji na obnovljivim izvorima energije poput biogoriva i sunčeve energije, pri čemu 30 % godišnje proizvodnje toplinske energije dolazi iz sunčeve energije.

Implementacija obnovljive energije u CTS je započela 1994. kada je CTS u Marstalu započeo projekt čiji je cilj bila instalacija sunčevih kolektora za grijanje bazena. Uspjeh ovog projekta je stvorio temelj za daljnje projekte u vidu izgradnje velikog postrojenja sa sunčevim kolektorima, spojenog na CTS.

Marstal Fjernvarme (CTS u Marstalu) je financiranje za ovaj projekt (SUNSTORE4 projekt) dobio od strane EU programa FP7. Ovaj sustav je odabran da bude jedan od 10 EU projekata koji predstavljaju „vodeće EU projekte“. Više o toj tematici se može vidjeti na: <http://sunstore4.eu/background/project-brief/>.

Cilj projekta je da demonstrira inovativne, ekonomski isplative te tehnički 100 % održive obnovljive energetske sustave. Korisnici CTS-a u Marstalu (gotovo 1 600 korisnika) dobivaju toplinu proizvedenu iz 100 % obnovljivih izvora. Udio sunčevih kolektora u proizvodnji topline u ovome sustavu je 41 %, dok je ostatak (cca. 60 %) pokriven iz biomase, prema podacima iz 2015. godine. Projekt također uključuje i dizalicu topline koja „premješta“ energiju u toplinski spremnik te postrojenje koje koristi ORC kako bi proizvelo električnu energiju, a toplinu uzima iz dimnih plinova kotla na biomasu.

Sa više od 18 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora, 2003. godine je CTS u Marstalu bilo najveće postrojenje sunčevih kolektora na svijetu. U periodu od 2010. do 2012. je postrojenje dodatno prošireno sa 15 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora te sezonskim toplinskim spremnikom zapremljene 75 000 m<sup>3</sup>.

Postrojenje u Marstalu je izgrađeno u više stadija te se sastoji od više vrsta sunčevih kolektora (pločasti kolektori, vakuumski kolektori te parabolični kolektori). Također, implementirane su i različite tehnologije toplinskih spremnika pa tako postoji čelični toplinski spremnik zapremljene 2 100 m<sup>3</sup>, spremnik u vodonosniku zapremljene 3 500 m<sup>3</sup> (ne koristi se) te dva sezonska toplinska spremnika zapremljene 10 340 m<sup>3</sup> (ne koristi se) i 75 000 m<sup>3</sup>.

Općina Marstal je razvila tehniku upravljanja pri kojoj razina sunčevog zračenja upravlja pumpama iz sunčevih kolektora. Ova tehnika je uzrokovala uštede energije za pumpanje u iznosu od 75 % te mogućnost proizvodnje topline iz kolektora pri distribucijskim temperaturama CTS-a u većini vremena.



Slika 7. CTS u Marstalu, uključujući sunčeve kolektore te sezonski toplinski spremnik

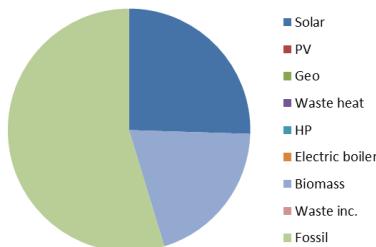
## 2.6 Centralizirani toplinski sustav u Hjallerupu

**Lokacija:** Sjeverni dio Jutlanda, Danska  
 Google maps  
<http://www.hjallerupfjernvarme.dk/forside.aspx>



### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //  
 Nazivna snaga // Godina izgradnje



21 500 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora, 2015.-2016.  
 4,4 MW (toplinsko) kogeneracijsko postrojenje, 2012.  
 4,4 MW (toplinsko) kogeneracijsko postrojenje, 2012.  
 9,3 MW plinski kotao  
 6 MW električni bojler  
 1,8 MW kotao na slamu, 2015.-2016.

Stare jedinice u Klokkerholmu nisu navedene; kogeneracijsko postrojenje te dva plinska kotla

| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
|--|--|
| Iskoristivost postrojenja  | Kotao na slamu: 88 %<br>Plinski kotao: 102 %<br>Kogeneracijsko postrojenje: $\eta$ (toplinska) 56 %, $\eta$ (električna) 43 %  |
| Mreža CTS-a  | Nema podataka  |
| Toplinski spremnik   | Spremnik topline - 2 x 2 400 m <sup>3</sup><br>Spremnik topline – 3 500 m <sup>3</sup> za kolektore i kotao na biomasu         |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Podaci iz 2015:<br>Broj potrošača - 1 622 u Hjallerupu te više od 360 u Klokkerholmu   |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | 93 €/MWh,<br>2 190 €/god (standardna kuća 18,1 MWh; 130 m <sup>2</sup> uključujući porez, isključujući investicijske troškove) |
| Vlasništvo   | Privatno (potrošači)   |

CTS u Hjallerupu je osnovan tijekom generalne skupštine općine u svibnju 1963. godine, a postrojenje je počelo raditi nedugo nakon. Postrojenje je obnovljeno 1993. kada su instalirana dva nova motora (kogeneracija). U isto vrijeme, cijelo postrojenje je počelo koristiti prirodni plin kao gorivo. Prethodno su korišteni razni oblici nafte

Postrojenje je opet u potpunosti obnovljeno u 2012. godini kada su stari motori zamijenjeni novim Jenbacher Type JMS 620 motorima, pri čemu je svaki imao toplinski kapacitet od 4,4 MW te uređaj za pročišćavanje dimnih plinova.

Investicija je također uključivala i novi električni bojler snage 6 MW, čiji je cilj iskorištavati niske cijene električne energije kako bi se proizvela toplina.

Uz motore, postrojenje također ima i plinski kotao snage 9,3 MW.

U 2015. godini se CTS u Hjallerupu spojio sa manjim postrojenjem koje se nalazi par kilometara sjeverno od Hjallerupa: CTS-om u Klokkerholmu. Spajanje se odvilo 1.6.2015. godine. Te dvije mreže su sada spojene jednom međugradskom distribucijskom mrežom. Oprema CTS-a Klokkerholmu je istrošena, što znači da se toplina proizvodi u Hjallerupu te se međugradskom distribucijskom mrežom prenosi do Klokkerholma kako bi pokrila toplinske potrebe toga grada.

Spajanje je uzrokovalo niže cijene toplinske energije u Klokkerholmu, u kojem su cijene sada iste kao i u Hjallerupu.

Trenutno se u Hjallerupu gradi novo postrojenje sa sunčevim kolektorima sveukupne površine 21 500 m<sup>2</sup> te toplinskim spremnikom zapremnine 3 500 m<sup>3</sup> i kotлом na biomasu. Očekuje se početak pogona novog postrojenja do kraja 2016. godine.



Slika 8. Postrojenje u izgradnji: sunčevi kolektori i novi spremnik topline, izvor: CTS u Hjallerupu

### 3 Njemačka – Primjeri najbolje prakse

Glavni fokus energetske tranzicije (njem. "Energiewende") te javnih rasprava u Njemačkoj je na elektroenergetskom sektoru. Međutim, postoje iznimni potencijali za energetsku učinkovitost u zgradama i sektoru grijanja, o čemu se znatno manje raspravlja. Udio OIE u elektroenergetskom sektoru je 2015. iznosio oko 33%, dok je u sektoru grijanja iznosio samo 12% iako na taj sektor otpada oko polovice ukupno potrošene energije u Njemačkoj.

U njemačkoj postoji razlika između velikih CTS-a (njem. "Fernwärme"), implementiranih na razini gradova te malih CTS-a (njem. "Nahwärme") koji imaju znatno manju, decentraliziranu mrežu koja najčešće koristi OIE. Standardne veličine ovih sustava se kreću u rasponu od 50 kW do nekoliko MW.

Tržišni udio velikih CTS-a u Njemačkoj iznosi oko 14% za sektor stambenih zgrada te uključuje oko 1 400 mreža CTS-a i 19 000 km cijevi. Međutim, ne postoji određena centralna statistika za ovaj sektor. Toplina se najviše proizvodi u kogeneracijskim postrojenjima (83%). Oko 16% topline dolazi iz kotlova za proizvodnju topline dok 1% predstavlja otpadna toplina iz industrijskih postrojenja. Kogeneracijska postrojenja kao gorivo koriste prirodni plin (42%), ugljen (39%), lignit (12%) te otpad/ostalo (7%). Postoji velika razlika u pogledu tržišnog udjela CTS-a u zapadnoj i istočnoj Njemačkoj. Dok je u zapadnoj Njemačkoj tržišni udio oko 9%, u istočnoj Njemačkoj je taj udio znatno veći te iznosi oko 32%.

Većina malih CTS-a koriste biomasu kao gorivo, bilo u obliku drvene sječke (kotlovi ili CHP postrojenja) ili bioplina. Određeni sustavi koriste i sunčevu energiju iz sunčevih kolektora.

U mnogim sustavima implementirani su i toplinski spremnici različitih kapaciteta. Novi trend je primjena spremnika rashladne energije u kombinaciji sa dizalicama topline. Nadalje, postoji i određeni broj centraliziranih rashladnih sustava, kao npr. u gradovima Chemnitz i München. S obzirom da su sve spomenute tehnologije dobro razvijene te postoji velik broj proizvođača u ovome području, jednostavno je podijeliti iskustva sa ostalim državama u vezi različitih sustava, koncepata i implementacije ovih projekata.

### 3.1 Niskotemperurni centralizirani toplinski sustav u Dollnsteinu

**Lokacija:** južna Njemačka;  
centralna Bavarska  
Google maps  
[www.dollnstein.de](http://www.dollnstein.de)



#### Tehnički podaci

|  |  |
|--|--|
| Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo // | - Dizalica topline koja koristi podzemne vode (440 kW <sub>th</sub> )  |
| Nazivna snaga // Godina izgradnje                          | - 100 m <sup>2</sup> sunčevih kolektora<br>- Fotonaponski paneli (191 kW <sub>p</sub> )<br>- CHP (prirodni plin/UNP) (250 kW <sub>th</sub> /150 kW <sub>el</sub> )<br>- Vršni plinski kotao (300 kW <sub>th</sub> )<br>- Godina izgradnje: 2014. |

|  |   |
|--|---|
| Hlađenje   | Bez hlađenja  |
| Iskoristivost postrojenja  | - 70 % smanjenje toplinskih potreba<br>- 70 % smanjenje emisije stakleničkih plinova<br>- 40 % smanjenje potrošnje primarne energije  |
| Mreža CTS-a  | 1 800 m cijevi  |
| Toplinski spremnik   | - 27 m <sup>3</sup> čelični toplinski spremnik<br>- 15 m <sup>3</sup> niskotemperurni toplinski spremnik<br>- U svakom kućanstvu spojenom na CTS: izmjenjivač topline, barem 0,3 m <sup>3</sup> spremnika topline te dizalica topline |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | - 47 priključenih kućanstava, trenutno 23 kućanstva koriste CTS<br>- Društvene zgrade (škola, crkva, itd.)  |
| Investicija  | 1,6 milijuna €  |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | 0,11 €/kWh potrošene topline<br>0,10 €/kWh toplina iz privatnih sunčevih kolektora  |
| Uključeni partneri   | -Operator: Komunalno društvo Dollnstein (Kommunalunternehmen Energie Dollnstein AdÖR)<br>-Planiranje: Ratiotherm GmbH & Co. KG<br>-Dobavljač dizalice topline: Dürr thermea GmbH (Thermeco2)  |

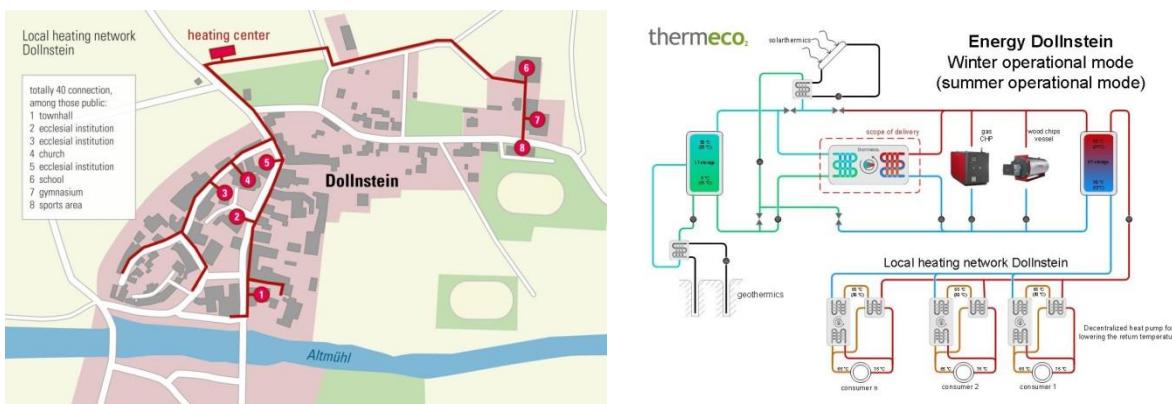
Dollnstein<sup>2</sup> je malo naselje sa oko 2 700 stanovnika, koje se nalazi u Bavarskoj, Njemačka. Naselje se nalazi u parku prirode Altmühlatal, jednom od najpopularnijih turističkih destinacija

<sup>2</sup> Opis i slike su preuzete iz više izvora, uključujući:

Osobnu komunikaciju

<http://www.durr-thermeco2.com/en/projects/item/836-district-heating-network-marktgemeinde-dollnstein>

u Bavarskoj. U 2011. godini, općina je pokrenula projekt pametnog CTS-a za oko 40 kućanstava i nekoliko javnih zgrada. Projekt je dovršen 2014. godine.



Slika 9. Prikaz mreže CTS-a u Dollnsteinu (izvor: MinneMedia); Shema procesa postrojenja u Dollnsteinu (izvor: Dürr thermea)

Koncept postrojenja u Dollnsteinu se bazira na dva dijela: iskorištavanje OIE te fleksibilne temperaturne razine u sustavu, ovisno o potrošnji. U konvencionalnim sustavima, proizvodno postrojenje konstantno dobavlja vruću vodu temperature 80°C. Tijekom ljeta, u malom gradu kao što je Dollnstein ne postoje odgovarajuće toplinske potrebe za tako visoku temperaturu, što uzrokuje velike toplinske gubitke. Kako bi se smanjili spomenuti gubici, temperatura sustava se smanjuje na 20-30°C u periodu od svibnja do rujna. Na taj način se omogućuje pokrivanje toplinskih potreba isključivo iz OIE, kao što je opisano u sljedećim paragrafima.

Tijekom zime, otprilike pola proizvedene energije dolazi iz OIE. Jedan izvor predstavljaju podzemne vode dostupne na malim dubinama. U proizvodnom postrojenju postoji visokotemperaturna dizalica topline thermeco2, instalirane snage 440 kW. Ona se koristi za podizanje temperaturne razine iz spremnika topline (koji se zagrijava sunčevim kolektorima i podzemnim vodama) na otprilike 80°C, tijekom perioda grijanja (tj. zime). Dizalica topline koristi ekološki prihvatljivu radnu tvar CO<sub>2</sub>.

Tijekom ljetnih mjeseci, sustav koristi sunčeve kolektore koji održavaju temperaturu mreže na 20°C do 25°C. Međutim, ova temperaturna razina nije dostatna za zadovoljavanje potreba za PTV-om. Stoga su podstanice u pojedinim zgradama opremljene malim dizalicama topline i spremnikom topline. Električna energija koja pogoni dizalice topline u sustavu se proizvodi u kogeneracijskom postrojenju te fotonaponskim panelima.

U pametnom sustavu, proizvodno postrojenje, distribucijska mreža i potrošači su međusobno povezani, uključujući opskrbu podstanica električnom energijom. Podaci o temperaturi u toplinskom spremniku, potrošnji, itd. se šalju u proizvodno postrojenje, tj. centralnu jedinicu. Na taj način se može osigurati da se toplinski spremnici u kućanstvima pune sukladno potrebama. Stoga, male dizalice topline moraju biti u pogonu samo ako je potrebna priprema PTV-a. Kako bi se u potpunosti iskoristila otpadna toplina iz kogeneracijskog postrojenja te sunčevih kolektora, postavljen je visokotemperaturni toplinski spremnik zapremljene 27 m<sup>3</sup> te nešto manji niskotemperaturni toplinski spremnik.

[https://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/praxisbeispiele/details\\_583.html](https://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/praxisbeispiele/details_583.html)

<http://www.ratiotherm.de/fileadmin/daten/bilder/ratiotherm/Presse->

[Veroeffentlichungen/PM%20Er%F6ffnung%20Nahw%E4rme-Netz%20Dollnstein\\_ratiotherm.pdf](Veroeffentlichungen/PM%20Er%F6ffnung%20Nahw%E4rme-Netz%20Dollnstein_ratiotherm.pdf)

### 3.2 Sezonski toplinski spremnik "Am Ackermannbogen" u Münchenu

**Lokacija:** München,  
Njemačka  
Google maps  
<http://www.ackermannbogen-ev.de/quartier/solare-nahwaerme.html>



#### Tehnički podaci

|  |  |
|--|--|
| Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //               | - 2 761 m <sup>2</sup> pločastih sunčevih kolektora na krovovima višestambenih zgrada  |
| Nazivna snaga // Godina izgradnje  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalirana snaga: 2 300 kWh<sub>th</sub></li> <li>- Spojen na mrežu CTS-a grada München u svrhu pokrivanja vršnih opterećenja</li> <li>- Apsorpcijska dizalica topline (560 kW)</li> <li>- Godina izgradnje: 2007.</li> </ul>  |
| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
| Iskoristivost postrojenja  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Udio sunčeve energije u sveukupnoj proizvodnji 45-50 %</li> <li>- 180 t/god smanjenje emisija stakleničkih plinova</li> <li>- 1 033 MWh/god ušteda energije</li> </ul>  |
| Mreža CTS-a  | Mješavina glikola i vode prenosi energiju kroz postrojenje sa sunčevim kolektorima do centralnog proizvodnog postrojenja   |
| Toplinski spremnik   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sezonski toplinski spremnik (beton i čelik, prekriven sa zemljom) zapremnine 5 700 m<sup>3</sup> (opterećenje: 2,3 GWh/god)</li> </ul>  |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplinske potrebe: 30 400 m<sup>2</sup> grijanog prostora (320 stanova)</li> <li>- Oko 1 800 MWh/god topline se predaje korisnicima</li> <li>Oko 200 MWh/god toplinskih gubitaka u toplinskom spremniku</li> </ul>  |
| Investicija  | 5,1 milijun €  |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Nema podataka  |
| Uključeni partneri   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Istraživanje: Bavarian Centre for Applied Energy Research (ZAE Bayern), <a href="http://www.zae-bayern.de">www.zae-bayern.de</a></li> <li>- Tehnička podrška: Solites, <a href="http://www.solites.de">www.solites.de</a></li> <li>- Upravljanje sustavom: Energetsko komunalno društvo München (SWM Services GmbH), <a href="http://www.swm.de">www.swm.de</a></li> <li>- Politička podrška: Grad München: Zavod za zdravlje i okoliš, <a href="http://www.muenchen.de/rgu">www.muenchen.de/rgu</a></li> </ul> |

Grad München<sup>3</sup> implementira razne politike koje vode ka povećanju energetske učinkovitosti te smanjivanju utjecaja na klimatske promjene. 2007. godine, Grad München je završio projekt Am Ackermannbogen, koji uključuje CTS koji koristi sunčeve kolektore te sezonski toplinski spremnik.

Spomenuti sustav dobavlja PTV i toplinu za grijanje tijekom zime u 320 stanova. Toplina se proizvodi u sunčevim kolektorima koji su postavljeni na krovovima zgrada. Ta se toplina prenosi cijevima mješavinom glikola i vode do sezonskog podzemnog spremnika topline koji se do jeseni zagrije na otprilike 90°C. Spremnik je vrlo dobro izoliran. Tijekom zime, toplina se transportira do stanova (standardne zgrade sa dobrom razinom izolacije vanjske ovojnica) te se koristi za pripremu PTV-a i grijanje prostora.



**Slika 10. Sunčevi kolektori na krovovima zgrada u "Am Ackermannbogenu"**  
(Izvor: D. Rutz, WIP)

Ovisno o vremenskim uvjetima tijekom zime, skladištena toplina je uobičajeno dosta do siječnja. Nakon toga, apsorpcijska (litij-bromid) dizalica topline (560 kW) koristi toplinu iz mreže CTS-a grada Münchena (80°C do 120°C), kao i preostalu toplinu iz spremnika topline (oko 10°C) kako bi opskrbila kućanstva do kraja zime. Polazna temperatura u sustavu je oko 60°C. Oko 45-50 % ukupnih toplinskih potreba se zadovoljava iz sunčevih kolektora.



**Slika 11. Sezonski toplinski spremnik prekriven zemljom te integriran u okolinu u "Am Ackermannbogen"**  
(Izvor: D. Rutz, WIP)

<sup>3</sup> Ovo poglavlje se temelji na više izvora informacija, uključujući:

[http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Englische\\_Infos/projekt\\_0211\\_engl\\_internetx.pdf](http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Englische_Infos/projekt_0211_engl_internetx.pdf)  
[http://www.itw.uni-stuttgart.de/dokumente/Publikationen/publikationen\\_05-08.pdf](http://www.itw.uni-stuttgart.de/dokumente/Publikationen/publikationen_05-08.pdf)  
<https://www.energieatlas.bayern.de/energieatlas/praxisbeispiele/details,197.html>

### 3.3 Grijanje na drvnu sječku i sunčevu energiju: bioenergetsko selo Büsingen

**Lokacija:** Büsingen, jugo-zapadna Nemačka  
Google maps



#### Tehnički podaci

|  |   |
|--|---|
| Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //               | - 1 090 m <sup>2</sup> vakuumskih sunčevih kolektora (1 000 m <sup>2</sup> postavljenih na zemlju; 90 m <sup>2</sup> postavljenih na zidovima zgrada); 0,8 MW <sub>th</sub>                         |
| Nazivna snaga // Godina izgradnje  | - Kotlovi na drvnu sječku (1 x 450 kW, 1 x 900 kW)<br>- Godina izgradnje: 2013.   |
| Hlađenje   | Bez hlađenja  |
| Iskoristivost postrojenja  | - 1 200 t/god smanjenje emisije stakleničkih plinova<br>- 800 m <sup>3</sup> uštede drvne sječke zbog korištenja sunčeve energije<br>- udio sunčeve energije u ukupnoj proizvodnji topline oko 13 % |
| Mreža CTS-a  | 5 800 m distribucijske mreže  |
| Toplinski spremnik   | - Toplinski spremnik 100 m <sup>3</sup>   |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | - Toplina predana korisnicima - 4,2 GWh/god<br>- Više od 100 spojenih potrošača, uključujući hotel i školu  |
| Investicija  | 3,5 milijuna €  |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | 0,10 €/kWh (neto)<br>Osnovna naknada: 300 €/god (neto)<br>Bez naknade za priključak   |
| Uključeni partneri   | Upravljanje sustavom: solarcomplex AG<br>Planiranje sunčevog sustava: Ritter XL Solar   |

Büsingen<sup>4</sup> je jedini Njemački grad koji je enklava, s obzirom da je u potpunosti okružen švicarskim kantonima Schaffhausen, Zürich i Thurgau. Broj stanovnika je oko 1 450. Od početka 19. stoljeća, ovaj grad je odvojen od ostatka Njemačke. Zbog ovoga, kao i činjenice da Büsingen pripada gospodarskoj zoni Švicarske, ovaj grad ima poseban pravni status.

<sup>4</sup> Ovo poglavlje se temelji na više izvora informacija, uključujući:  
Osobnu komunikaciju

<http://www.solarcomplex.de>  
<http://www.bioenergiedorf-buesingen.de/pages/das-projekt/solarthermie.php>  
<http://ritter-xl-solar.com/anwendungen/waermenetze/bioenergiedorf-buesingen/>  
[http://solar-district-heating.eu/Portals/0/CasestudiesSDHplus/DE\\_D3.1\\_B%C3%BCsingen\\_DE.pdf](http://solar-district-heating.eu/Portals/0/CasestudiesSDHplus/DE_D3.1_B%C3%BCsingen_DE.pdf)

U 2013. godini, u Büsingenu je izgrađen mali obnovljivi CTS, koji uglavnom koristi sunčeve kolektore i kotlove na biomasu. Toplina se proizvodi u 1 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora postavljenih na zemlji, 90 m<sup>2</sup> kolektora postavljenih na vanjske ovojnice zgrada te dva kotla na biomasu (450 i 900 kW). Tijekom ljeta se većina topline proizvodi u sunčevim kolektorima. Tijekom zime se toplina proizvodi u kotlovima na biomasu. Na ovaj način se postiže ušteda drvne sjećke te se povećava vijek trajanja kotlova, s obzirom da ne moraju cijelo vrijeme biti u pogonu. Polazna temperatura u distribucijskoj mreži je između 75°C i 80°C, a temperatura povrata je oko 50°C. Udio sunčeve energije u ukupnoj proizvodnji topline je oko 13%.



Slika 12. Proizvodno postrojenje bioenergetskog sela Büsingens (Izvor: Solarcomplex)



Slika 13. Vakuumski sunčevi kolektori bioenergetskog sela Büsingens  
(Izvor: Solarcomplex)

### 3.4 Bioplinsko postrojenje u Vatersdorfu

#### Lokacija:

Vatersdorf, južna Njemačka  
Google maps



#### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //

- Bioplinsko postrojenje instalirane snage 549 kW<sub>el</sub> te 600 kW<sub>th</sub>

Nazivna snaga // Godina izgradnje

- Sirovina koja se koristi: gnojovka (35%), kukuruzna silaža, travnata silaža
- Kotao na drvnu sječku instalirane snage 220 kW<sub>th</sub>
- Vršni kotao (lož ulje/bioplín) (900 kW)
- Ukupno vršno opterećenje: oko 900 kW<sub>th</sub>
- Sušara za drvnu sječku i žitarice
- Godina izgradnje: 2006. (bioplinsko postrojenje), 2012. (distribucijska mreža)

#### Hlađenje

Bez hlađenja

Iskoristivost postrojenja

- 100% iskorištavanje topline iz bioplinskog postrojenja
- Oko 180 000 l/god uštede lož ulja

#### Mreža CTS-a

4 700 m distribucijskih cijevi

Toplinski spremnik

- Toplinski spremnik zapremnine 20 m<sup>3</sup>,
- Spremnik bioplina zapremnine 1 900 m<sup>3</sup>
- Sušenje drvne sječke

Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije

- Oko 85 kućanstava spojeno na mrežu
- Garantirana opskrba toplinom (24h/365 dana)

Investicija

- 1,45 milijuna € (samo distribucijska mreža)

Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća)

- Oko 0,078 €/kWh
- Osnovna naknada: 15 €/kW/god
- Naknada za priključak: 250-300 €/kW (tijekom prve faze projekta); za nove priključke: 9 500 €/priključak

Uključeni partneri

Upravitelj i vlasnik: Ulrich Bader, inženjer i farmer

Farmer i inženjer agronomije Ulrich Bader je 2006. godine izgradio bioplinsko postrojenje u Vatersdorfu<sup>5</sup>, malom selu u južnoj Njemačkoj. U prvoj fazi projekta, glavni cilj bioplinskog postrojenja je bio maksimizirati proizvodnju električne energije zbog visokih feed-in tarifa za proizvodnju električne energije iz OIE u Njemačkoj. Osim za zagrijavanje digestera, kuće te sušenje drvne sječke, toplina se nije koristila za ništa drugo, tj. gubila se u okoliš. To je u to

<sup>5</sup> Ovo poglavlje se temelji na više izvora informacija, uključujući:

Osobnu komunikaciju

<http://www.biogas-in-bayern.de/links/Infokampagne-Bayern/BGA-Buch-am-Erlbach/4113/>

vrijeme bilo tipično za većinu bioplinskih postrojenja u Njemačkoj. Zbog visoke sveukupne neučinkovitosti u radu postrojenja, Ulrich Bader je odlučio izgraditi mali CTS kako bi prodavao toplinu kućanstvima u Vatersdorfu. U 2012. godini, izgrađena je distribucijska mreža koju je većim dijelom konstruirao i planirao Ulrich Bader. U tome ga je podržala tvrtka koja proizvodi cijevi, Rehau.

Neki vlasnici bioplinskih postrojenja koji također imaju izgrađenu distribucijsku mrežu za CTS prodaju samo onoliko topline koliko u određenom trenutku imaju dostupno. To znači da se dobava topline ne garantira te stoga korisnici moraju i dalje imati individualan sustav grijanja u kući koji služi kao pomoćni sustav. Međutim, Ulrich Bader je odlučio u potpunosti biti odgovoran za dobavu topline te ju garantirati tijekom cijele godine i neovisno o vanjskim klimatskim uvjetima. Stoga korisnici praktički ne trebaju nikakav dodatni uređaj za grijanje u svojim domovima. U takvim sustavima, vlasnik postrojenja mora imati dodatne izvore topline. U ovom slučaju radi se o dva kotla na drvu sječku koji su u pogonu tijekom zime. Za pokrivanje vršnih opterećenja, koristi se kotao na lož ulje, s obzirom da ostala rješenja ne bi bila ekonomski isplativa. Usprkos tome, ovaj kotao radi vrlo kratko tijekom godine.

Tijekom ljeta, svejedno postoji višak topline iz bioplinskog postrojenja. Kako se ova toplina ne bi gubila u okoliš, Urich Bader je investirao u sušaru koja se koristi za sušenje drvne sječke (koja se koristi u kotlovima ili ostali korisnici plaćaju da im se osuši sječka) i žitarica. Sušenje drvne sječke se može smatrati spremnikom energije s obzirom da se povećava ogrjevna vrijednost biomase. Na ovaj način se koristi sva otpadna toplina iz bioplinskog postrojenja.



Slika 14. Digesteri bioplinskog postrojenja te spremnik drvne sječke u Vatersdorfu (Izvor: D. Rutz, WIP)

### 3.5 Centralizirani toplinski sustav na biomasu u Grassau

**Lokacija:**

Grassau,  
jugo-istočna Njemačka  
Google maps


**Tehnički podaci**

|  |  |
|--|--|
| Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo // | - Dva kotla nadrvnu sječku, svaki instalirane snage 3 MW <sub>th</sub> (ukupno 6 MW <sub>th</sub> )  |
| Nazivna snaga // Godina izgradnje                          | - Vršni kotao (lož ulje) (5 MW <sub>th</sub> )<br>- Sušara zadrvnu sječku centra za trgovanje biomasom Achental  |
|  | - Potrošnja lokalne drvene sječke otprilike 28 000 m <sup>3</sup> /god<br>- Proizvodnja topline 18 000 MWh/god na temperaturama 75-95°C (ovisno o temperaturi okoliša) |
|  | - Godina izgradnje: 2010. (kotao 1), 2014. (kotao 2)   |

|  |  |
|--|--|
| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
| Iskoristivost postrojenja  | - Oko 3 800 t/god smanjenje emisija stakleničkih plinova   |
| Mreža CTS-a  | 15 000 m distribucijske mreže  |
| Toplinski spremnik   | - Spremnik topline zapremnine 100 m <sup>3</sup>   |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | - Oko 600 kućanstava, 60 malih i srednje velikih poduzetnika te javnih zgrada<br>- 15 000 MWh        |
| Investicija  | - 9 milijuna € (distribucijska mreža)  |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | - 0,081 €/kWh<br>- Bez naknade za priključak te osnovne naknade                                      |
| Uključeni partneri   | Upravljanje sustavom: komunalno društvo (Wärmeversorgung Grassau KU; AöR)<br>Vlasnik: Općina Grassau |

Achental<sup>6</sup>, sa svojim najvećim selom Grassau, je planinsko područje koje se nalazi na jugu Njemačke, tj. na sjevernim obroncima Alpa. Na sjeveru se nalazi najveće bavarsko jezero Chiemsee. Riječ je o turističkom području koje ima visoki potencijal iskorištavanja drvene biomase, s obzirom da su okolne planine prekrivene šumama. U sklopu projekta financiranog od strane EU (FP6 program) RES-Integration ([www.res-integration.com](http://www.res-integration.com)), u 2005. godini je Achental određen kao ciljana regija za provođenje mjera iskorištavanja OIE. Krajnji cilj

<sup>6</sup> Ovo poglavlje se temelji na više izvora informacija, uključujući:  
Osobnu komunikaciju

<http://www.res-integration.com>

<http://www.bioenergie-region-achental.de/bioenergie-im-achental/>

<http://www.biomassehof-achental.de>

[https://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/praxisbeispiele/details\\_605.html](https://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/praxisbeispiele/details_605.html)

projekta RES-Integration bio je proučavati implementaciju inovativnih tehnologija OIE te mjera energetske učinkovitosti u odabranim siromašnim regijama država koje su sudjelovale na projektu (Grčka, Njemačka/Austrija, Italija, Srbija i Crna Gora, Makedonija, Albanija). Sve regije koje su sudjelovale u ovom projektu nalaze se u ruralnim, udaljenim i nerazvijenim područjima. Ove regije su odabrane zbog njihovog velikog potencijala za razvoj inovativnih tehnologija OIE. U sklopu ovoga projekta je provedena detaljna analiza potencijala za iskorištavanje biomase u Achentalu. Analiza je pokazala da cijela regija može biti 100% samoodrživa do 2020. godine. Temeljeno na tim rezultatima, 2007. godine je osnovana tvrtka Centar za trgovanje biomasom Achental, koja predstavlja javno-privatno partnerstvo te je u vlasništvu više općina i privatnih investitora. ([www.biomassehof-achental.de](http://www.biomassehof-achental.de))



Slika 15. Skladište drvne sječke i kotlovnica CTS-a u Grassau (Izvor: D. Rutz, WIP)

Sljedeći korak je bila izgradnja CTS-a, koji je dovršen 2010. godine te koji opskrbljuje preko 500 korisnika toplinom iz lokalne biomase. Samo proizvodno postrojenje se nalazi u neposrednoj blizini Centra za trgovanje biomasom Achental. CTS-om upravlja komunalno društvo (Wärmeversorgung Grassau KU; AöR) koje je i vlasnik postrojenja. Uključenost stanovnika i lokalnih dionika u cijelom procesu predstavljalo je ključni faktor za uspjeh ovog projekta.

Neposredna blizina kotlovnice i Centra za trgovanje biomasom Achental ima razne prednosti za obje organizacije. Centar za trgovanje biomasom dobavlja drvnu sječku za CTS, a niskotemperaturna toplina iz kondenzatora dimnih plinova se koristi za sušenje drvne sječke. Također, cijelo postrojenje je u neposrednoj blizini potrošača te je stoga bilo potrebno postaviti moderni uređaj za pročišćavanje dimnih plinova (elektrostatični filter i filter čestica).



Slika 16. Kotao nadrvnu sječku (lijevo) i toplinska podstanica koju koriste kućanstva (desno) CTS-a u Grassau (Izvor: D. Rutz, WIP)

### 3.6 Naselje bez štetnih emisija - Bad Aibling

#### Lokacija:

Bad Aibling  
Jugoistočna Njemačka  
Google maps



#### Tehnički podaci

|  |   |
|--|---|
| Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //               | - Kotao na drvnu sječku (500 kW <sub>th</sub> )   |
| Nazivna snaga // Godina izgradnje  | - Pločasti sunčevi kolektori (716 m <sup>2</sup> , dodatnih 600 m <sup>2</sup> je u planu)<br>- Plinski vršni kotao (1,1 MW <sub>th</sub> )<br>- Dizalice topline (nema podataka)<br>- Fotonaponski paneli (2,3 MWp, 430 kWp, 34 kWp)<br>- Izgradnja: 2008.-2013.   |
| Hlađenje   | Bez hlađenja  |
| Iskoristivost postrojenja  | - naselje bez štetnih emisija (izračunato)  |
| Mreža CTS-a  | - 1 800 m distribucijske mreže  |
| Toplinski spremnik   | - centralizirani i decentralizirani toplinski spremnici, 15 m <sup>3</sup> i 60 m <sup>3</sup>  |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | - Oko 130 kućanstava te 1 hotel (6 zgrada, 100 soba, vanjski bazen), 2 škole (3 zgrade), uredi + sajam (2 zgrade)<br>// 2 560 MWh/god   |
| Investicija  | Nema podataka   |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Fiksna cijena 590 €, varijabilna cijena 70 €/MWh<br>oko 0,129 €/kWh topline   |
| Uključeni partneri   | - Vlasnik i upravitelj postrojenja: B & O Parkgelände, Bad Aibling<br>- Arhitekt: Matteo Thun, Italija (samo kotlovnica)<br>- Projektni partneri: B & O Saatinvest Heizhaus, Bad Aibling; HDG Bavaria (kotao na drvnu sječku); Ecolohe (dobavljač drvne sječke), Schräder (filter za čestice); Sveučilište primijenjenih znanosti Rosenheim |

Na području bivšeg kompleksa američke vojske u bavarskom gradu Mietraching/Bad Aibling<sup>7</sup>, izgrađeno je naselje bez štetnih emisija. Naselje uključuje obnovljene vojne zgrade, kao i nove drvene zgrade. Sveukupno, oko 770 kućanstava, ureda i javnih zgrada se opskrbљuje toplinom iz malog CTS-a. Glavna tehnologija koja se koristi je kotao na drvnu sječku, a kotlovcu je dizajnirao arhitekt Matteo Thun iz južnog Tirola u Italiji. Kotlovcu je

<sup>7</sup> Ovo poglavlje se temelji na više izvora informacija, uključujući:

Osobna komunikacija

<http://www.bo-wohnungswirtschaft.de>

<http://www.baunetzwissen.de/dl/1357083/Nahwaermenetz.pdf>

[http://www.baunetzwissen.de/objektartikel/Heizung-Heizhaus-in-Bad-Aibling\\_2564451.html](http://www.baunetzwissen.de/objektartikel/Heizung-Heizhaus-in-Bad-Aibling_2564451.html)

dizajnirana u stilu crkve St. Veit u južnom Tirolu te stoga više liči na crkvu ili spomenik a ne na postrojenje. Površina naselja je oko 70 ha, što uključuje stambena i poslovna područja. Naselje također uključuje hotel, restorane, škole i vrtić. Nadalje, u naselju se nalaze i Solarna kuća Sveučilišta primijenjenih znanosti u Rosenheimu te prva njemačka drvena višestambena drvena zgrada na osam katova, visine 25 m.



Slika 17. Kotlovnica (lijevo) te spremnik zadrvnu sječku (desno) u Bad Aiblingu (Izvor: D. Rutz, WIP)

Mali CTS u Bad Aiblingu se opskrbljuje decentraliziranim izvorima energije. Bazno opterećenje se pokriva kotлом nadrvnu sječku (500 kW<sub>th</sub>), naročito tijekom hladnih mjeseci. Sunčevi kolektori površine 2 000 m<sup>2</sup> doprinose pokrivanju opterećenja tijekom sunčanih dana. Toplina iz sunčevih kolektora se pohranjuje u više malih, decentraliziranih toplinskih spremnika te u centralnom toplinskom spremniku. Plinski vršni kotao se koristi za pokrivanje vršnih opterećenja tijekom zime. Polazna temperatura mreže CTS-a ovisi o tehnologiji koja u tom trenutku proizvodi toplinu: sunčevi kolektori, kotao nadrvnu sječku ili vršni plinski kotao. Ukoliko je tijekom ljeta polazna temperatura preniska (zbog korištenja sunčevih kolektora), koriste se dizalice topline kako bi podigli temperaturnu razinu vruće vode te time povisili sveukupnu učinkovitost.

Drvna sječka koja se koristi u sustavu je suha, lokalno proizvedena biomasa, koja se suši na 15% vlage korištenjem otpadne topline iz lokalnog bioplinskog postrojenja. Sustav uključuje spremnik (kontejner) za biomasu koji također služi i kao sustav za dobavu biomase u kotao. Na ovaj način se smanjuje buka te emisije prašine. Tijekom zamjene kontejnera, kotao koristi pelete kako bi se garantirao kontinuiran pogon postrojenja. Također, u gradu su postavljeni fotonaponski paneli koji predaju električnu energiju u mrežu. Stoga je sveukupna energetska bilanca naselja pozitivna. Fotonaponski paneli proizvode više električne energije nego što trebaju instalacije sustava grijanja, uključujući dizalice topline. Više detalja o ovome naselju može se naći na sljedećoj poveznici: <http://www.bo-wohnungswirtschaft.de/cmswp/>



Slika 18. Sunčevi kolektori (lijevo) te drvena zgrada sa osam katova u Bad Aiblingu (Izvor: D. Rutz, WIP)

## 4 Austrija – Primjeri najbolje prakse

Austrija je poprilično napredna u pogledu CTS-a na biomasu. Velik broj sela i općina već ima održive CTS. Implementacija ovih sustava je počela prije više od 20 godina, čime su dobivena vrijedna iskustva i dugoročne statistike/podaci o tržišnim cijenama. Također, razvijen je velik broj tehničkih standarda te okvir za postizanje visoke kvalitete usluga/ proizvoda i ublažavanje potencijalnih problema. To uključuje mapiranje toplinskih potreba, izračun utjecaja gustoće toplinskih potreba, standardizaciju troškova implementacije ovih sustava, transparentne procedure javne nabave te optimizaciju postojećih sustava.

Najveći CTS u Austriji nalazi se u Beču, (Wien Energie). Uz to, postoji mnogo malih CTS-a koji su raspoređeni duž cijele države. Novi mali CTS-i u ostatku Austrije se uglavnom grade kao sustavi na biomasu ili kao kogeneracije na biomasu, kao što će biti prikazano u nastavku.

Tijekom 1990-ih godina, CTS u Austriji su imali niske tehničke standarde. Stoga su u suradnji s ostalim državama iz EU (prvenstveno Njemačkom) izradili nove tehničke standarde, pravila i preporuke za ove sustave. Danas, Austrija ima sustav osiguravanja kvalitete u sklopu programa zaštite okoliša: klima:aktiv qm-heizwerke. Tvrtka GET (partner na CoolHeating projektu) je bila jedna od prvih tvrtki koja je provodila osiguravanje kvalitete u ovome području. Danas je potrebno ispuniti pet kriterija kako bi se dobili poticaji za investiciju u iznosu od 30% ukupne investicije. Također, Austrija trenutno ima snažnu mrežu za promicanje obnovljivih CTS-a. Više informacija o qm-heizwerke može se naći na sljedećoj poveznici:

<http://www.qmholzheizwerke.at/qm-holzheizwerke/die-qualitaetsanforderungen.html>

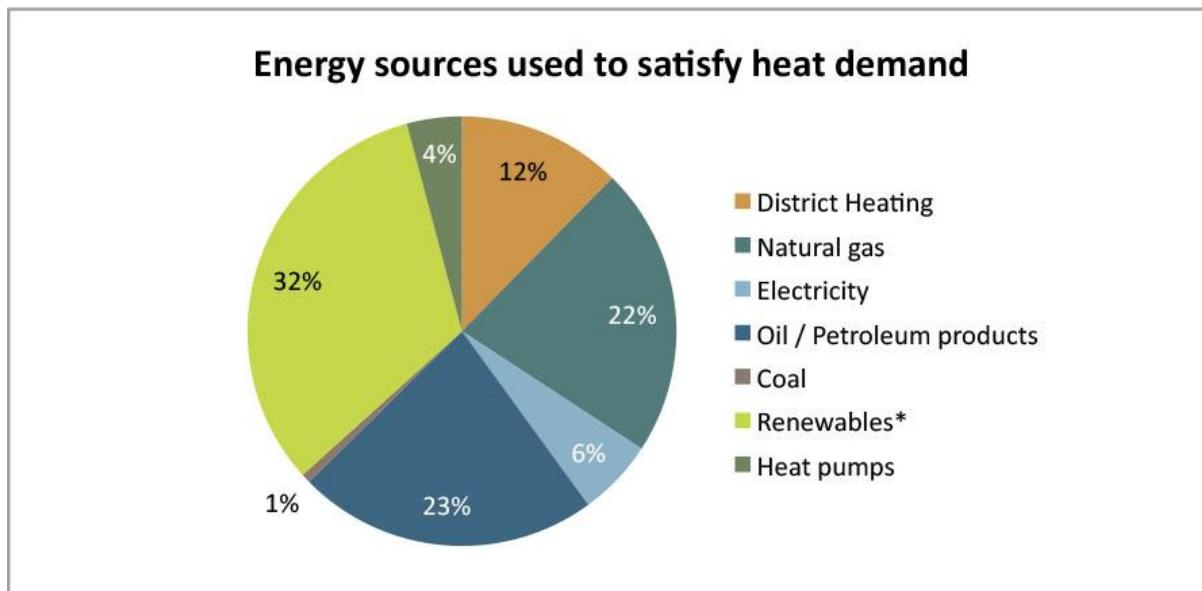
U projektima u kojima postoji otpadna toplina iz industrije također se postavljaju i centralizirani rashladni sustavi (CRS) koji koriste apsorpcijske sustave, kao npr. u Beču. GET surađuje sa tvrtkom Wien Energie kako bi podijelili iskustva o ovim sustavima zainteresiranim gradovima/općinama. Općenito, može se reći da su CRS investicija za budućnost, s obzirom da se očekuje da centralizirana proizvodnja rashladne energije postane jeftinija od decentralizirane (tj. individualne – klima uređaji). Trenutno, većina potrošača posjeduje individualne sustave te je korištenje CRS-a zanimljivo za područja sa visokim gustoćama rashladnih potreba poput industrija i ostalih sličnih potrošača.

Od 2010. godine, u Austriji značajno raste udio CTS-a u proizvodnji topline, s porastom duljine distribucijske mreže od 26% između 2010. i 2015.godine. CTS-i trenutno pokrivaju 12% ukupnih toplinskih potreba u Austriji (uključujući i pripremu PTV-a). Nadalje, približno svaki četvrti Austrijski građanin koristi toplinu iz CTS-a, što predstavlja održivu opskrbu toplinom jer 85% topline iz CTS-a je proizvedeno iz OIE te industrijske otpadne topline.

2013. godine, udio CTS-a u opskrbi kućanstava je bio 37%, uslužnog sektora 49%, a proizvodnog sektora 14%. U projektu, dvije trećine topline u CTS-u u zadnjih 5 godina je proizvedeno u visokoučinkovitoj kogeneraciji. Međutim, ovaj udio se smanjuje zbog problema sa ekonomikom ovih postrojenja (niske feed in tarife za električnu energiju, starija postrojenja izlaze iz sustava poticaja, itd.). Zbog toga, u CTS dolazi do prelaska sa kogeneracijskih postrojenja na kotlove za proizvodnju topline.

Kao što je već rečeno, CTS-i pokrivaju oko 12% ukupnih toplinskih potreba u Austriji, kako prikazuje Slika 19. Trenutno je u izradi nova energetska strategija Austrije za razdoblje do 2030. godine te se očekuje da će CTS-i imati važnu ulogu u nacionalnoj politici za toplinski sektor. Tu činjenicu podupire zakon o širenju CTS-a i CRS-a iz 2008. godine (WKLG), koji omogućuje državne potpore na razini od 60 milijuna € godišnje za izgradnju novih mreža CTS-a i CRS-a. Nije poznato do kada će spomenuti zakon vrijediti. Glavni razlozi za investiranje u CTS-e su korištenje lokalno dostupne biomase, smanjenje CO<sub>2</sub> emisija,

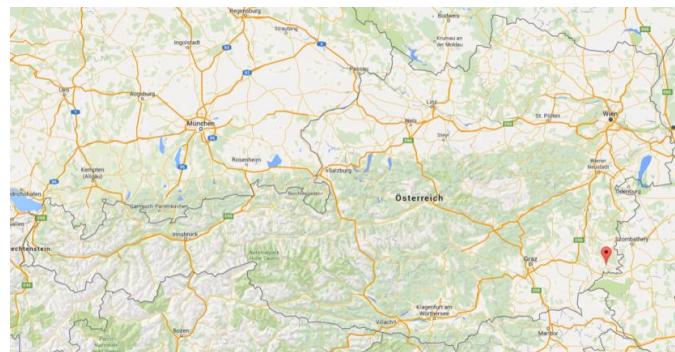
smanjenje zagađenja zraka, stvaranje novih poslova na lokalnoj razini te mogućnost izgradnje nove infrastrukture za sigurnu opskrbu sa visokom razinom komfora.



Slika 19. Energenti koji služe za pokrivanje toplinskih potreba u Austriji

## 4.1 Centralizirani toplinski sustav na drvnu sječku u Güssingu

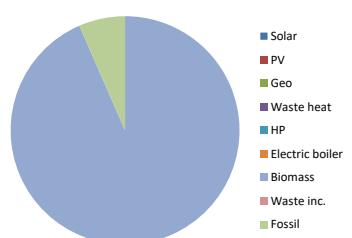
**Lokacija:** Güssing,  
Gradišće, Austrija  
Google maps  
<http://eee-info.net/index.php/de/energieerzeugungsanlagen/75-fernwaerme-guessing>



### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //  
Nazivna snaga // Godina izgradnje

Kotao na biomasu 1: 5 MW<sub>th</sub>  
Kotao na biomasu 2: 3 MW<sub>th</sub>  
Gorivo: drvna sječka te ostaci iz proizvodnje parketa  
Godina izgradnje: 1996.  
Vršni kotao na lož ulje: 6 MW<sub>th</sub>



|  |   |
|--|---|
| Hlađenje   | Bez hlađenja  |
| Iskoristivost postrojenja  | Kotlovi na biomasu: ~85 %<br>Kotao na lož ulje: ~90 %   |
| Mreža CTS-a  | Duljina mreže CTS-a je 37 km. Starost mreže 20 godina   |
| Toplinski spremnik   | Ne postoje toplinski spremnici kod postrojenja. Sušenje drvne sječke se može kategorizirati kao spremnik.   |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Oko 550 potrošača (grijanje zgrada, priprema PTV-a) te industrijski potrošači   |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Cijena topoline 57,25 €/MWh<br>Zakupljena snaga 33,73 €/kW na godinu<br>Plaćanje kalorimetra 24,50 € na godinu<br>Ukupno 1 373 €/god (standardna kuća 18,1 MWh) |
| Vlasništvo   | U većinskom vlasništvu općine   |



Slika 20. Kotlovnica u Güssingu te stroj za usitnjavanje drvne sječke (Izvor: Güssinger Fernwärme GmbH)

Postrojenje na biomasu u Güssingu je otvoreno 1996. godine. Postrojenje je opremljeno sustavom za kontrolu emisija te su one stoga znatno niže nego u individualnim sustavima u kućanstvima. Biomasa koja se koristi u CTS-u dolazi u obliku malih komadića drva iz tvornica za proizvodnju parketa u Güssingu ili u obliku drvne sječke iz lokalnih šuma.

Instalirana snaga postrojenja je 14 MW, što uključuje 2 kotla na biomasu (instalirane snage 3 i 5 MW) te vršni kotao na lož ulje instalirane snage 6 MW. Distribucijska mreža je dugačka oko 37 km te opskrbljuje više od 550 kućanstava te skoro sve javne zgrade i industrijska postrojenja. Polazna temperatura u mreži CTS-a je 120°C u industrijskoj zoni, kako bi se pokrile toplinske potrebe industrijskih postrojenja. Većinom se radi o tvornicama za proizvodnju parketa, sušarama te tvrtkama za proizvodnju hrane.

U sustavu postoji mnogo sinergija. Na primjer, tvrtke za proizvodnju parketa prodaju ostatke biomase tvrtki koja upravlja CTS-om, koja zatim njima prodaje toplinu za sušenje biomase.



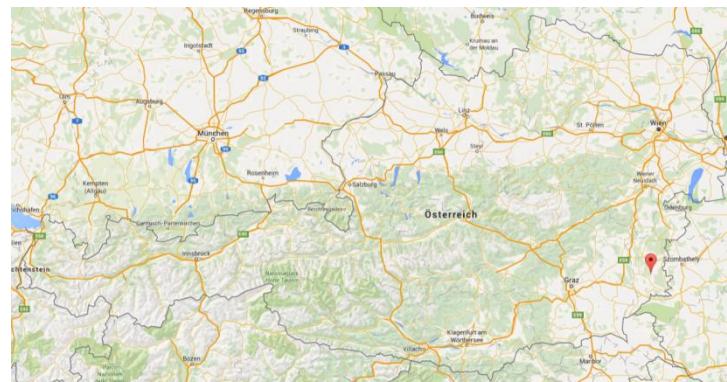
Slika 21. Sušare se griju toplinom iz CTS-a (lijevo). Gorivo koje se koristi u kotlovima je drvna sječka (desno) (Izvor: Güssinger Fernwärme GmbH)



Slika 22. Postavljanje distribucijskih cijevi u Güssingu (lijevo) te priključak za kućanstva (desno) (Izvor: Güssinger Fernwärme GmbH)

## 4.2 Centralizirani toplinski sustav na drvnu sječku u Güttenbachu

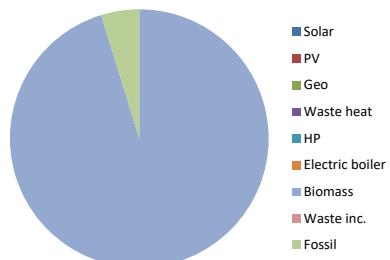
**Lokacija:** Güttenbach,  
Gradišće, Austrija  
Google maps  
<http://eee-info.net/index.php/de/energie/erzeugungsanlagen/87-fernwaerme-quettenbach>



### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //  
Nazivna snaga // Godina izgradnje

Kotao na biomasu: 1 MW<sub>th</sub>  
Gorivo: lokalna drvna sječka  
Vršni kotao na lož ulje: 1,3 MW<sub>th</sub>  
Godišnja prodaja topline oko 5 200 MWh  
Godina izgradnje: 1997.



|  |  |
|--|--|
| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
| Iskoristivost postrojenja  | Kotlovi na biomasu: ~85 %<br>Kotao na lož ulje: ~90 %            |
| Mreža CTS-a  | Duljina distribucijske mreže oko 12 km. Starost mreže 19 godina. |
| Toplinski spremnik   | Bez toplinskih spremnika   |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Oko 240 potrošača (grijanje zgrada, priprema PTV-a)              |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Nema podataka  |
| Vlasništvo   | Udruga   |

Kotlovnica na biomasu te distribucijska mreža CTS-a u Güttenbachu izgrađeni su 1997. godine. Kotlovi koriste lokalnu biomasu. Sveukupno su izgrađena dva kotla, jedan kotao na biomasu instalirane snage 1 MW te jedan vršni kotao na lož ulje snage 1,3 MW. Naselje Güttenbach ima oko 900 stanovnika te površinu od 16 km<sup>2</sup>. Duljina distribucijske mreže je oko 12 km, a na nju je spojeno oko 240 potrošača. Svake godine, oko 5 200 MWh topline se proda potrošačima.

### Koncept iskorištanja neiskorištenih resursa iz lokalnih šuma:

U Güttenbachu, tvrtka koja upravlja CTS-om je razvila novi koncept iskorištanja neiskorištenih resursa iz lokalnih šuma. U ovoj regiji postoji mnogo šuma u privatnom vlasništvu. Zbog demografskih promjena u regiji, pristup glavnih dionika u vrijednosnom lancu (od šume do iskorištanja drva za energetske potrebe) je nekoordiniran. Zbog toga se

drvra trenutno ne iskorištavaju u te svrhe te na taj način nema zarade za vlasnike šuma ili ostale tvrtke.

Zbog tih razloga, razvijen je koncept za poboljšanje logistike biomase (ekonomski poticaji) kako bi vlasnici šuma dobavljali šumsku biomasu u energetske svrhe te na taj način iskoristili neiskorištene resurse iz šume. S jedne strane, smanjuje se opterećenje vlasnika šuma, a s druge strane, uveden je transparentan i korektan sustav naplaćivanja biomase.

Korištenjem ovog koncepta, postići će se sljedeći ciljevi:

- Razvoj lokalnog tržišta za biomasu
- Transparentna tržišna i kupovna struktura
- Osiguravanje središnjih kontaktnih osoba za logistiku javne nabave
- Pokretanje ekonomskih poticaja za vlasnike šuma kako bi smanjili drvne ostateke
- Iskorištavanje neiskorištenih drvnih resursa malih privatnih šuma
- Kompenzacija godišnjih fluktuacija u dobavi i potražnji
- Sprečavanje dodatnih zagađenja izvan šume
- Dodana vrijednost u regiji

Glavni dio ovoga koncepta je izgradnja manjih skladišta drvne biomase, gdje lokalni vlasnici mogu skladištiti i prodavati svoja drvra. U tim skladištima se drvra suše, usitnjavaju te pohranjuju. Ukoliko u kotlovcu postoji potreba za sjećkom, ona se prenosi od skladišta do kotlovnice. Ovaj koncept prikazuje Slika 23. Prva varijanta nije moguća jer ponuda i potražnja značajno variraju te je kapacitet skladištenja kod kotlovnice limitiran. Ove fluktuacije se mogu kompenzirati izgradnjom skladišta u kojima se drvra obrađuju i pohranjuju sve dok nisu potrebna u kotlovcu.

Detalji koncepta na njemačkom:

[http://www.pemures.com/cms/images/downloads/Energieholzbereitstellung\\_Konzept.pdf](http://www.pemures.com/cms/images/downloads/Energieholzbereitstellung_Konzept.pdf)

Detalji koncepta na slovenskom:

<http://www.pemures.com/cms/images/downloads/Energieholzbereitstellung-Konzept-SI.pdf>

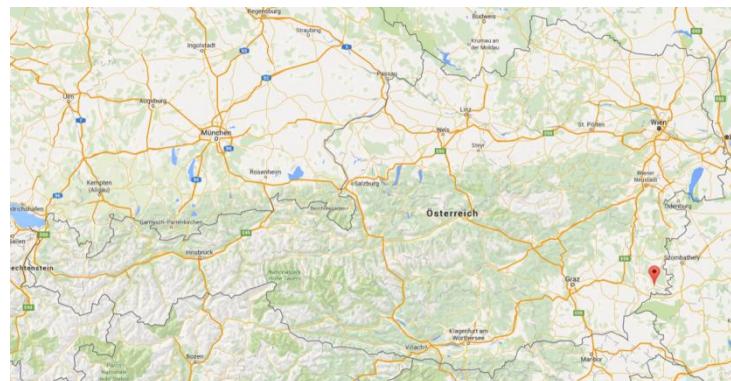


Slika 23. Kotlovnica na biomasu sa kotlom snage 1 MW te vršnim kotlom snage 1,3 MW (Izvor: EEE GmbH); Koncept iskorištavanja neiskorištenih resursa iz lokalnih šuma u Güttenbachu sa skladištem drvne biomase

## 4.3 Güssing – Kotao na piljevinu

### Kotao koji koristidrvnu piljevinu

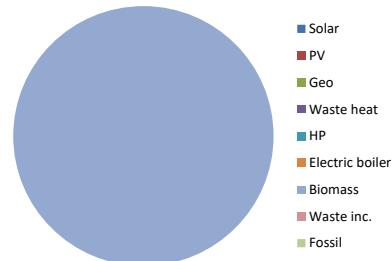
**Lokacija:** Güssing,  
Gradišće, Austrija  
Google maps  
<http://eee-info.net/index.php/de/energieerzeugungsanlagen/76-fernwaerme-guessing-2>



### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju  
toplinske energije // Gorivo //  
Nazivna snaga // Godina  
izgradnje

Kotao na biomasu: 3 MW<sub>th</sub>  
Gorivo: piljevina iz tvrtki za proizvodnju parketa  
Godina izgradnje: 2002.



|  |   |
|--|---|
| Hlađenje   | Bez hlađenja  |
| Iskoristivost postrojenja  | Kotao na biomasu: ~85 %   |
| Mreža CTS-a  | Postrojenje spojeno na postojećih 37 km mreže CTS-a.<br>Starost mreže 20 godina.  |
| Toplinski spremnik   | Bez toplinskih spremnika  |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Oko 550 potrošača spojenih na postojeću mrežu (grijanje zgrada i priprema PTV-a) te nekoliko industrijskih postrojenja  |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Cijena topoline 57,25 €/MWh<br>Zakupljena snaga 33,73 €/kW na godinu<br>Plaćanje kalorimetra 24,50 € na godinu<br>Ukupno 1 373 €/god (standardna kuća 18,1 MWh) |
| Vlasništvo   | U većinskom vlasništvu općine   |

Zbog rastućih toplinskih potreba te lokalno dostupne piljevine, 2002. godine je izgrađena druga kotlovnica u Güssingu. Glavni razlog zašto je postrojenje izgrađeno u industrijskoj zoni je činjenica da piljevinu nije lako transportirati te je stoga potreban zatvoreni sustav sa cijevima pod tlakom. Na ovaj način se kotlovnica nalazi u neposrednoj blizini industrijskih postrojenja, a i toplinski gubici u mreži CTS-a su smanjeni zbog manje udaljenosti do industrijskih potrošača.

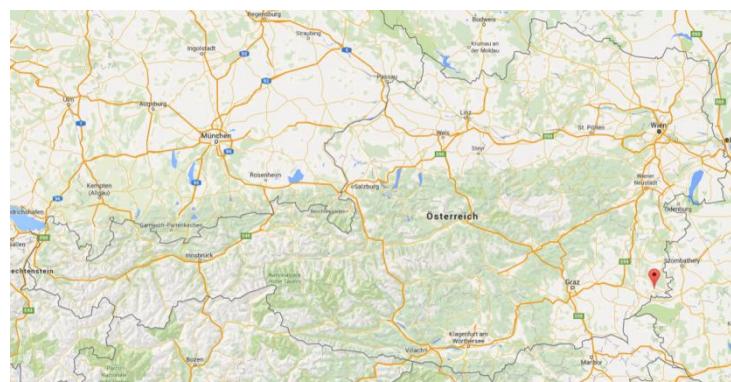
Piljevina se skladišti u silosima, a izgara u posebnim kotlovima, u fluidiziranom sloju, što znači da za izgaranje nije potrebna rešetka. Instalirana snaga kotla iznosi 3 MW. Sinergija u ovome sustavu se očituje na sljedećem primjeru. Tvrte za proizvodnju parketa prodaju piljevinu tvrtki koja upravlja CTS-om, koja zatim njima prodaje toplinu za sušenje biomase i za ostale procese.



**Slika 24. Druga kotlovnica u Güssingu, koja koristi piljevinu kao energet (lijevo) (Izvor: EEE GmbH); U spremnik se dobavlja piljevina iz dvije tvrtke za proizvodnju parketa (Izvor: EEE GmbH)**

## 4.4 Centralizirani toplinski sustav koji koristi sunčevu energiju i biomasu u Urbersdorfu

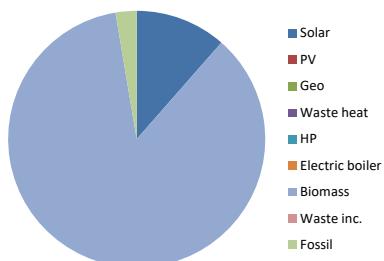
**Lokacija:** Urbersdorf,  
Gradišće, Austrija  
Google maps



### Tehnički podaci

Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //  
Nazivna snaga // Godina izgradnje

Kotao na biomasu: 650 kW<sub>th</sub>  
Gorivo: drvna sječka  
Godina izgradnje: 1996.  
Sunčevi kolektori: 340 m<sup>2</sup>  
Vršni kotao na lož ulje: 170 kW<sub>th</sub>



|  |   |
|--|---|
| Hlađenje   | Bez hlađenja  |
| Iskoristivost postrojenja  | Kotao na biomasu: ~85 %                                       |
| Mreža CTS-a  | Duljina distribucijske mreže 2,7 km. Starost mreže 20 godina. |
| Toplinski spremnik   | Dva toplinska spremnika, svaki zapremina 30 m <sup>3</sup>    |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Oko 47 potrošača (grijanje zgrada, priprema PTV-a)            |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Nema podataka   |
| Vlasništvo   | Udruga  |

Sveukupno 47 potrošača iz mjesta Ubersdorf je spojeno na distribucijsku mrežu duljine 2,7 km. Za zagrijavanje vode u mreži CTS-a koristi se kotao na biomasu instalirane snage 650 kW, vršni kotao na lož ulje snage 170 kW te sunčevi kolektori ukupne površine 340 m<sup>2</sup> koji se koriste tijekom ljeta. Uz to, sustav ima i dva toplinska spremnika, svaki zapremina 30 m<sup>3</sup>. Sustav je u pogonu tijekom cijele godine. Voda se tijekom zime grijе u kotlu na biomasu, a tijekom ljeta pomoću sunčevih kolektora. Voda se zatim putem izoliranih cijevi transportira do toplinskih podstanica krajnjih korisnika. Tamo zagrijava vodu iz sustava grijanja zgrade, a ohlađena voda iz CTS-a se šalje nazad u kotlovinu na ponovno zagrijavanje.



Slika 25. Postrojenje u Ubersdorfu (Izvor: EEE GmbH)

#### Pogon kotla na biomasu i sunčevih kolektora:

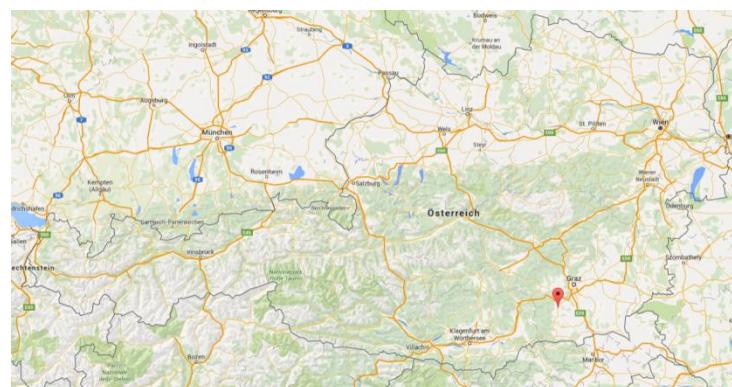
Tijekom ljetnih mjeseci, toplina se proizvodi u sunčevim kolektorima. Rezultat toga je konkurenčija između kotla na biomasu i sunčevih kolektora. Tijekom ljeta kotao radi na vrlo niskom djelomičnom opterećenju. Zbog toga se javljaju vrlo visoki gubici i opasnost od pojave čađe. Ovaj problem se može riješiti ugradnjom uređaja za automatsko paljenje ili malog kotla na biomasu za rad na djelomičnom opterećenju, naročito tijekom ljeta.

## 4.5 Centralizirani toplinski sustav na biomasu u Stainzu

**Lokacija:** Stainz, Štajerska, Austrija

Google maps

<http://www.nahwaerme.net/cms/index.php/de/12-projektbeschreibung-biomasse/167-stainz>



### Tehnički podaci

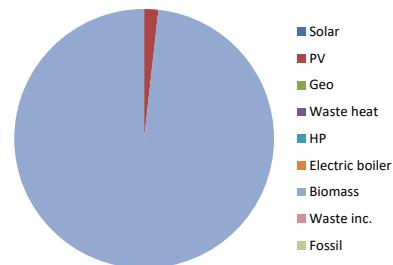
Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo // Nazivna snaga // Godina izgradnje

Kotao na biomasu: 3 MW<sub>th</sub>

Gorivo: drvna sječka

Godina izgradnje: 2010.

Proizvodnja topline: 9 500 MWh godišnje



|  |  |
|--|--|
| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
| Iskoristivost postrojenja  | Kotao na biomasu: ~85 %                                      |
| Mreža CTS-a  | Duljina distribucijske mreže 6,5 km. Starost mreže 6 godina. |
| Toplinski spremnik   | Bez toplinskog spremnika                                     |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Oko 98 potrošača (grijanje zgrada, priprema PTV-a)           |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Nema podataka  |
| Vlasništvo   | Tvrтka   |

2010. godine, tvrtka Nahwaerme.st GmbH, koja je partner tvrtke nahwaerme.at u zapadnoj Štajerskoj, je izgradila mali CTS u Stainzu. Sustav opskrbljuje toplinom općine Stainz, Georgsberg i Stallhof tijekom cijele godine.

Postrojenje u konačnici ima dva kotla na biomasu. U prvom koraku je izgrađen kotao instalirane snage 3 MW sa sustavom za pročišćavanje dimnih plinova. 2015. godine je otvoren novi logistički centar za drvnu biomasu koji se sastoji od nove zgrade skladišta, sveukupne površine 600 m<sup>2</sup>. Izgradnjom nove zgrade, kapacitet skladišta je udvostručen. To je omogućilo opskrbu regije visokokvalitetnom biomasom. Također, jedna od prednosti ovog logističkog centra je da privatni i industrijski kotlovi na biomasu mogu biti opskrbljeni visokokvalitetnom šumskom biomasom. Drvna sječka koja se koristi u ovim sustavima je 100% iz regije čime se povećava dodana vrijednost u regiji.

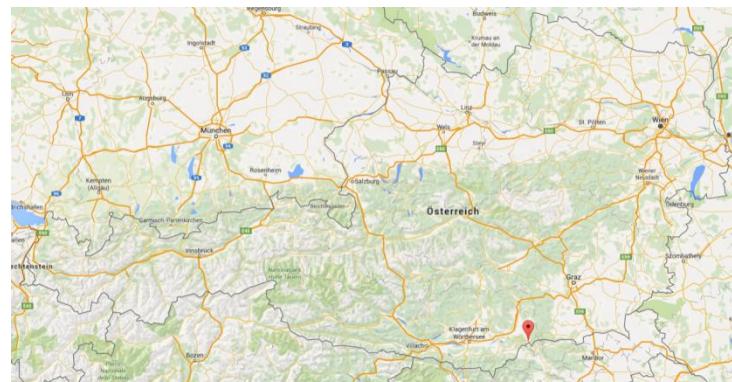
Postojeći sustav fotonaponskih panela, instalirane snage  $67 \text{ kW}_P$  je nadograđen sa dodatnih  $1\,200 \text{ m}^2$  panela, tj. sa dodatnih  $190 \text{ kW}_P$ . Paneli su proizvedeni u Austriji te su postavljeni na krovove i vanjske ovojnice zgrada. Korištenjem fotonaponskih panela, proizvodi se oko  $170\,000 \text{ kWh}$  zelene energije. To otprilike odgovara potrošnji električne energije 45 kućanstava.



**Slika 26.** Pročišćavanje dimnih plinova u kotlovnici na biomasu u Stainzu, koja koristi elektrostatički filter (lijevo); Fotonaponski paneli instalirani snage  $257 \text{ kW}_P$  na krovu skladišta za šumsku biomasu (Izvor: nahwaerme.at)

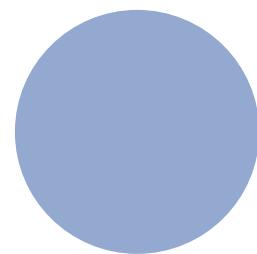
## 4.6 Kotao na biomasu u Lavamündu

**Lokacija:** Lavamünd, Carinthia, Austrija  
 Google maps  
<http://holzdiesonne.net/hsh-nahw%C3%A4rme/nahw%C3%A4rme-lavam%C3%BCnd>



### Tehnički podaci

|  |  |
|--|--|
| Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo // | Kotao na biomasu: 800 kW <sub>th</sub>                         |
| Nazivna snaga // Godina izgradnje                          | Gorivo: drvna sječka   |
|  | Godišnja proizvodnja topline: ~1 859 MWh                       |
|  | Godišnja potreba za toplinom: ~ 2 500 m <sup>3</sup> na godinu |
|  | Godina izgradnje: 2015.  |



|  |  |
|--|--|
| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
| Iskoristivost postrojenja  | Kotao na biomasu: ~85 %                                      |
| Mreža CTS-a  | Duljina distribucijske mreže 2,1 km. Starost mreže 1 godina. |
| Toplinski spremnik   | Bez toplinskog spremnika                                     |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Oko 30 potrošača (grijanje zgrada, priprema PTV-a)           |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Nema podataka  |
| Vlasništvo   | Tvrtka   |



Slika 27. Postrojenje na biomasu u Lavamündu (Carinthia / Austrija)  
 (Izvor: <http://holzdiesonne.net/hsh-nahw%C3%A4rme/nahw%C3%A4rme-lavam%C3%BCnd>)



**Slika 28. Kotao na biomasu (Izvor: <http://holzdiesonne.net/hsh-nahw%C3%A4rme/nahw%C3%A4rme-lavam%C3%BCnd>)**

Za izgradnju CTS-a u centru Lavamünde, od prve ideje pa do realizacije, bilo je potrebno skoro 20 godina. Projekt, kada je napokon započeo, je završen u roku od 6 mjeseci te je postrojenje pušteno u pogon u rujnu 2015. godine.

Potrošači topline iz ovog sustava su stanovi i javne zgrade, skladište, zgrada tvrtke za održavanje cesta, neka privatna kućanstva te dvije škole. Prije priključenja na CTS, ovi potrošači su koristili lož ulje kao emergent za grijanje.

### Razmišljajte globalno – djelujte lokalno

Najveći prioritet ovog projekta bio je uključiti lokalne tvrtke u proces izgradnje ovog sustava. Time je omogućeno da sva investicija (tj. novac) ostane u regiji, otvorena su nova radna mjesta te je povećana dodana vrijednost u regiji, što je i bio glavni cilj ovoga projekta.

Tvrtka "HSH Nahwärme und Photovoltaik GmbH" je bila zadužena za planiranje cijelog projekta. Kotao je proizведен u susjednom naselju St. Veit an der Glan, a građevinske aktivnosti su provedene od strane lokalne tvrtke Steiner. Izmjenjivače topline u toplinskim podstanicama je dostavila tvrtka Zernig. Najvažnija činjenica je da drvenu sjećku proizvode lokalni farmeri iz regije.

Ovaj projekt je rezultirao mnogim prednostima za krajnjeg kupca:

- Komfor: toplina se proizvodi u centralnoj jedinici te dostavlja građanima
- 60% sufinanciranja za priključke
- Sigurnost opskrbe: emergent je obnovljiv te ga proizvode lokalni farmeri
- Stabilnost cijene: emergent ne ovisi o promjenjivim cijenama fosilnih goriva
- Pozitivna slika: sustav je ekološki prihvatljiv, dodana vrijednost u regiji, otvorena nova radna mjesta te smanjenje utjecaja na klimatske promjene

### Održivost i zaštita kvalitete zraka

Postrojenje se sastoji od kotla na biomasu, velikog spremnika topline te vršnog kotla na lož ulje. Ovaj sustav zamjenjuje individualne sustave koji su koristili lož ulje.

Više informacija na poveznici: <http://www.holzdiesonne.net/hsh-nahw%C3%A4rme/>

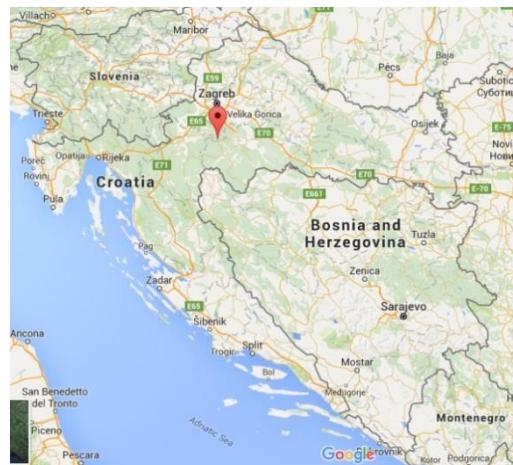
## 5 Primjer najbolje prakse u Hrvatskoj

U Hrvatskoj je prednost što već postoje centralizirani toplinski sustavi u mnogim gradovima. Međutim, trenutno se u tu svrhu gotovo ne koriste OIE niti otpadna toplina, a sami sustavi su uglavnom veliki, bez mogućnosti modularnog priključivanja potrošača ili novih decentraliziranih proizvodnih jedinica. U pogledu korištenja OIE u CTS, vrlo velike potencijale ima biomasa (koja je jeftina u Hrvatskoj), sunčeva energija (čiji su potencijali praktički neiskorišteni), geotermalna energija te komunalni otpad. Važan preduvjet za implementaciju malih modularnih CTS-a u Hrvatskoj je integracija toplinskih spremnika u sustav. Međutim, kako bi se u potpunosti iskoristili potencijali za povećanje energetske učinkovitosti, potrebno je poboljšati aspekt planiranja.

2012. godine je udio CTS-a u opskrbni toplinskom energijom iznosio oko 8%. Tri sektora koji predstavljaju najveće potrošače topline su industrija, kućanstva te uslužni sektor. U CTS u Hrvatskoj postoje četiri glavna načina proizvodnje topline: javna kogeneracijska postrojenja, javne toplane (koje proizvode samo toplinsku energiju), industrijska kogeneracijska postrojenja te industrijske toplane. Udio OIE u proizvodnji topline u CTS je praktički zanemariv (jedna toplana na biomasu te jedna toplana na geotermalnu energiju).

## 5.1 CTS na biomasu u Pokupskom

**Lokacija:** južni dio Zagrebačke županije, Hrvatska  
Google maps



### Tehnički podaci

|  |  |
|--|--|
| Tehnologija za proizvodnju toplinske energije // Gorivo //               | Kotao na biomasu<br>Gorivo: šumska biomasa   |
| Nazivna snaga // Godina izgradnje  | Instalirana snaga: 1 MW<br>Godina izgradnje: 2015  |
| Hlađenje   | Bez hlađenja   |
| Iskoristivost postrojenja  | Iskoristivost kotla na biomasu 94,7 %  |
| Mreža CTS-a  | Duljina distribucijske mreže 2,8 km. Mreža je u potpunosti novo izgrađena 2015. godine   |
| Toplinski spremnik   | Čelični toplinski spremnik zapremnine 24 m <sup>3</sup>  |
| Potrošači // Sveukupna godišnja prodaja toplinske energije               | Trenutno je spojeno 15 potrošača, podaci o ukupno prodanoj toplini na godišnjoj razini još nisu dostupni jer je postrojenje počelo sa radom krajem 2015. godine.                       |
| Cijena toplinske energije, fiksna, varijabilna, ukupna (standardna kuća) | Cijena za kućanstva (bez poreza) – 0,04 €/kWh<br>Cijena za javne zgrade (bez poreza) – 0,05 €/kWh<br>Za standardnu kuću koja potroši 18,1 MWh/god, trošak iznosi 725 €/god bez poreza. |
| Vlasništvo   | U vlasništvu općine  |

Toplana u Pokupskom, izgrađena krajem 2015. godine, predstavlja prvu komunalnu toplanu na biomasu u Hrvatskoj. Toplana se nalazi u općini Pokupsko, u južnom dijelu zagrebačke županije. Prema popisu iz 2011. godine, općina ima 2 224 stanovnika. Instalirana snaga kotla na biomasu iznosi 1 MW te je planirano da u prvoj fazi projekta ovaj sustav opskrbљuje toplinom 30 potrošača.

Trenutno je na distribucijsku mrežu priključeno 15 potrošača. U kotlovcu se nalazi i čelični toplinski spremnik zapremnine 24 m<sup>3</sup>. Kotlovica je u potpunosti financirana od strane EU IPARD programa pod mjerom 301 „Poboljšanje i razvoj ruralne infrastrukture“, dok je distribucijska mreža financirana od strane općine te regionalnih fondova. Sve javne zgrade u općini su priključene na ovaj sustav, a interes za priključenje su prikazali i brojni lokalni poduzetnici. Očekuje se da će se u sljedećih 5 godina priključiti više od 60 korisnika. Kotao koristi šumsku biomasu, čime se doprinosi lokalnoj ekonomiji, s obzirom da općina ima mnogo šuma u privatnom vlasništvu. Stoga vlasnici tih šuma mogu prodavati svoju biomasu tvrtki koja upravlja CTS-om.

Gotovo 70% općine Pokupsko je prekriveno šumama, koje predstavljaju lokalno dostupan obnovljivi izvor energije te čine područje vrlo atraktivnim u pogledu iskorištavanja biomase.



Slika 29. Kotlovnica CTS-a u Pokupskom (Izvor: [www.pokupsko.hr](http://www.pokupsko.hr))

Količina biomase koja je dostupna u Pokupskom je više od 5,5 puta veća od energetskih potreba općine. Stoga se očekuje da će ekonomska isplativost za korisnike biti značajna. U drugoj fazi projekta, očekuje se širenje distribucijske mreže CTS-a na ostale dijelove općine. Jedna od glavnih prednosti ovoga projekta je da se sustav može širiti gdje i kada je potrebno. Drugim riječima, radi se o modularnom CTS-u koji se može po potrebi nadograđivati sa novim proizvodnim jedinicama te se na njega mogu priključivati novi potrošači. Postrojenjem upravlja komunalna tvrtka koja je osnovana upravo u ovu svrhu.

Projektant ovog postrojenja je bila hrvatska tvrtka Enerkon, dok je za pripremu projekta i konzalting bila zadužena Regionalna energetska agencija sjeverozapadne Hrvatske. Priprema ovog projekta je bila dugotrajna – više od 6 godina bilo je potrebno da se ishode sve dozvole i pripremi sva papirologija za natječaj, a samo 6 mjeseci za izgradnju samoga postrojenja i distribucijske mreže. Shemu distribucijske mreže CTS-a prikazuje Slika 30.



Slika 30. Shema distribucijske mreže CTS-a u Pokupskom (Izvor: [www.enerkon.hr](http://www.enerkon.hr))

## 6 Zaključak

Svrha ovog izvještaja je prikazati primjere najbolje prakse malih obnovljivih modularnih centraliziranih toplinskih i rashladnih sustava u različitim europskim državama, kako bi se prikazala isplativost ovih sustava te razni načini provedbe projekata. Pregledom ovih primjera, potiču se dionici iz općina/gradova u kojima ovakvi sustavi nisu izgrađeni da razviju vlastite koncepte. Također, dionicima se pomaže da nauče nove načine pokretanja i implementacije ovih projekata. Prikazani primjeri predstavljaju različite tehnologije (Tablica 1).

**Tablica 1. Prikaz tehnologija koje se koriste u primjerima najbolje prakse prikazanima u ovome izvještaju**

| BP # | City/area   | Solar | PV | Geo | Opatna topline | Digitalna topline | Električni bojler | Biomasa | Otpad | Fosilna goriva | Dnevni top. spremnik | Sezonski top. spremnik | Hlađenje |
|------|-------------|-------|----|-----|----------------|-------------------|-------------------|---------|-------|----------------|----------------------|------------------------|----------|
| DK 1 | Braedstrup  | x     |    |     | x              | x                 |                   |         |       | x              | x                    | x                      |          |
| DK 2 | Bornholm    |       |    |     |                |                   |                   |         | x     | x              | x                    | x                      |          |
| DK 3 | Gram        | x     |    | x   | x              | x                 |                   |         |       | x              | x                    | x                      |          |
| DK 4 | Thisted     | x     | x  |     | x              |                   | x                 | x       | x     | x              | x                    | x                      |          |
| DK 5 | Marstal     | x     |    |     | x              |                   | x                 |         |       |                | x                    | x                      |          |
| DK 6 | Høllerup    | x     |    |     |                | x                 | x                 |         | x     | x              |                      |                        |          |
| DE 1 | Dollstein   | x     | x  |     |                | x                 |                   |         |       | x              | x                    |                        |          |
| DE 2 | Munich      | x     |    |     |                | x                 |                   |         |       |                |                      | x                      |          |
| DE 3 | Büssingen   | x     |    |     |                |                   |                   | x       |       |                | x                    |                        |          |
| DE 4 | Vatersdorf  |       |    |     |                |                   |                   | x       |       | x              | x                    |                        |          |
| DE 5 | Grassau     |       |    |     |                |                   |                   | x       |       |                | x                    |                        |          |
| DE 6 | Bad Aibling | x     | x  |     |                | x                 |                   | x       | x     | x              | x                    | x                      |          |
| AT 1 | Güssing     |       |    |     |                |                   |                   | x       |       | x              |                      |                        |          |
| AT 2 | Güttenbach  |       |    |     |                |                   | x                 |         |       | x              |                      |                        |          |
| AT 3 | Güssing     |       |    |     |                |                   | x                 |         |       |                |                      |                        |          |
| AT 4 | Übersdorf   | x     |    |     |                |                   | x                 |         |       | x              | x                    |                        |          |
| AT 5 | Stainz      |       | x  |     |                |                   | x                 |         |       |                |                      |                        |          |
| AT 6 | Lavamünd    |       |    |     |                |                   | x                 |         |       |                |                      |                        |          |
| HR 1 | Pokupsko    |       |    |     |                |                   |                   | x       |       | x              |                      |                        |          |

Primjeri su odabrani tako da prikažu širok raspon različitih veličina sustava, tehnologija te oblika vlasništva. Primjeri iz Austrije i Njemačke tako prikazuju manje sustave dok primjeri iz Danske prikazuju koncepte koji toplinom opskrbljuju cijele gradove. Tehnologije koje se koriste u ovim sustavima uglavnom uključuju više komponenti koje iskorištavaju nekoliko obnovljivih izvora. To pokazuje da većina primjera koristi više od jednog izvora topline. U dosta slučajeva se koriste vršni kotlovi koji iskorištavaju fosilna goriva, kako bi projekt bio isplativ. U velikom broju prikazanih primjera biomasa je glavni energent, dok je npr. korištenje sunčeve energije znatno manje zastupljeno. Danska predstavlja državu u kojoj postoji najviše primjera najbolje prakse iskorištanja sunčeve energije u malim obnovljivim CTS, dok u ostalim državama postoji znatno manje primjera.

Znatno teže je pronaći primjere najbolje prakse malih obnovljivih CRS. Stoga je u ovom izvještaju prikazan samo jedan primjer: Thisted. U Danskoj su potrebe za hlađenjem relativno niske te se najčešće javljaju u uslužnom sektoru, uredskim zgradama te određenim industrijama. Međutim, postoji tendencija integriranja dobave toplinske i rashladne energije. To je slučaj u prikazanom primjeru iz Thisteda. Još jedan primjer integriranih CTS-a i CRS-a je sustav u Høje Taastrup, gdje se planira izgradnja velikog CRS-a korištenjem naprednih tehnologija te integracijom sa postojećim CTS-om. U praksi, ovo se postiže distribucijom otpadne topline iz kompresora u hladnjacima u mrežu CTS-a<sup>8</sup>.

U pogledu mogućih modela vlasništva, može se uočiti da u Danskoj svi primjeri predstavljaju sustave u vlasništvu potrošača, što je općeniti trend u Danskoj. Tvrtke koje upravljaju CTS-om su zadruge sa ograničenom odgovornošću. Na taj način se osiguravaju prava potrošača, npr. pravo glasa na godišnjoj generalnoj skupštini. S druge strane, u Njemačkoj i Austriji se

<sup>8</sup> <http://www.htf.dk/#>

koriste drugačiji modeli vlasništva. Investitori mogu biti privatne osobe ili tvrtke, javna tijela ili zadruge u kojima sudjeluju građani (tj. potrošači).

Kao što je prikazano u ovome izvještaju, u Danskoj, Njemačkoj i Austriji su ovakvi sustavi već u potpunosti razvijeni te primjeri najbolje prakse dokazuju isplativost ovih projekata te konkurentnost u odnosu na sustave sa fosilnim gorivima. Međutim, prostor za daljnji napredak u pogledu iskorištavanja OIE u ovim sustavima i dalje postoji čime se povećava održivost cijele općine/grada. U Danskoj se vršna opterećenja pokrivaju kotlovima na prirodni plin, dok bi se u Austriji i Njemačkoj iskorištavanje biomase moglo smanjiti korištenjem sunčevih kolektora ili dizalica topline.