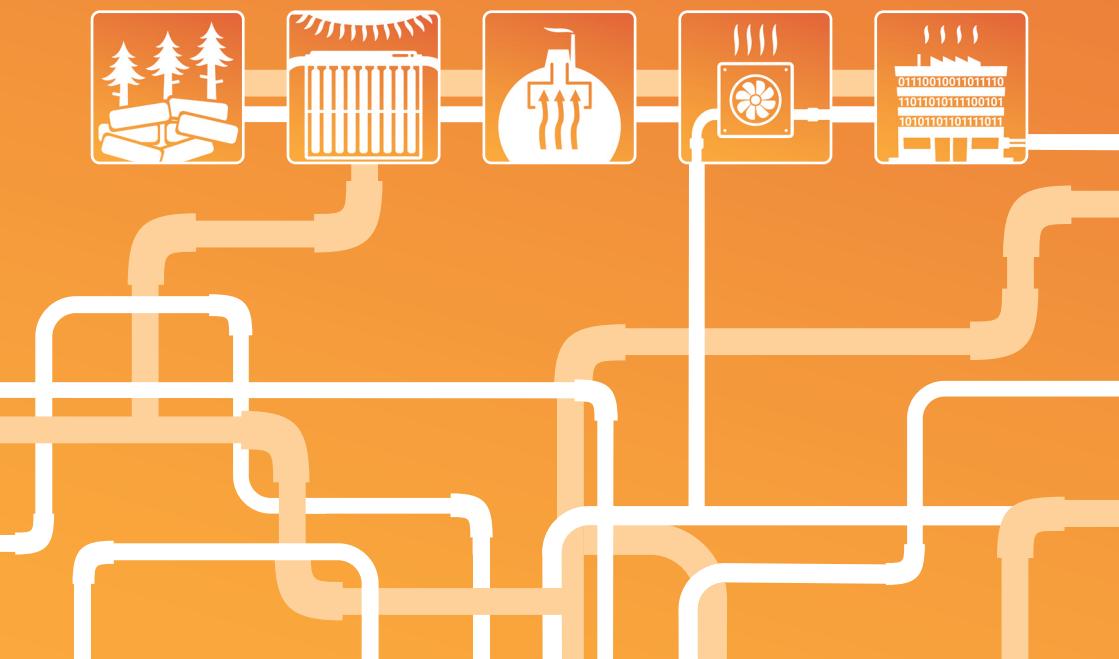


Atraktivne ideje kao rješenja za goruće pitanje

ODRŽAVANJA NAŠIH GRADOVA TOPLIMA NA ODRŽIV NAČIN

Olkšavanje prelaska na održive sustave daljinskog grijanja



Predgovor

Ovaj dokument tj. priručnik izrađen je s ciljem pružanja pomoći i odgovora na neke od ključnih izazova u **unaprjeđenju centraliziranih toplinskih sustava (CTS)** korištenjem održivih izvora energije, tj. korištenjem različitih isplativih obnovljivih izvora energije i/ili viška topline iz industrijskih/komercijalnih procesa.

Integracija i potpuna tranzicija na **zelenije alternative u CTS** ima smisla ne samo na operativnoj razini, već i znatno, ako ne i presudno, doprinosi uspješnoj implementaciji paleta prepoznatljivih političkih inicijativa u Europu poput:

- Temeljno jačanje političkih ambicija, naročito ciljeva **Europskog Zelenog Plana** o dekarbonizaciji energetskog sektora, smanjenju utjecaja na okoliš (borbi protiv klimatskih promjena) i cirkularnoj ekonomiji;
- Ciljana borba protiv posljedica klimatskih promjena, posebno poboljšanjem kvalitete zraka i pridonošenjem Pariškom Sporazumu te postizanju klimatske neutralnosti do 2050. godine

- Aktivnosti vezane za **utjecaj na društvo**, prije svega identifikacijom energetskog siromaštva i usmjeravanjem regija prema izbacivanju korištenja fosilnih goriva putem „Just Transition“ fondova; i
- Sustavna podrška **regionalnoj „Smart“ specijalizaciji** i pripadajućim lancima dodane vrijednosti i ekonomskim koristima koje su posljedica stvaranja novih radnih mjeseta na lokalnoj razini te posljedica uslijed holističke otpornosti.

Bitno je napomenuti kako ova brošura, iako se ovaj priručnik bavi različitim mogućnostima za prijelaz na druge izvore energije po pitanju opskrbe toplinom, nije u suprotnosti s istovremenom potrebom za povećanjem efikasnosti u praksi – ovo nije „ili/ili“ pristup. Poboljšanja na strani potrošnje energije (poput usklađenog „vala“ renovacije sektora zgradarstva u EU) i modernizacije koje rezultiraju efikasnijim CTS također predstavljaju moguća i komplementarna rješenja za proizvodnju energije na održiv način. U stvari, ovakav svestran pristup osigurava da CTS u Europi (s naglaskom na srednju i istočnu) uistinu ostvare energetsku tranziciju prema još efikasnijim, pouzdanim, cjenovno pristupačnjim i održivijim pružateljima usluge za što sustavi imaju i mogućnost, ali i obvezu.

Sadržaj

Zašto prelazak na održive energetske sustave?	4
Proces dekarbonizacije – zašto ima poslovni smisao?	6
Usporedba obnovljivih izvora energije s fosilnim gorivima	8
 Biomasa	10
 Solarni kolektori	12
 Geotermalna energija	14
 Toplinske pumpe (dizalice topline)	16
 Višak topline / otpadna toplina (ExH)	18
Koji oblik održivog izvora energije je optimalan za Vaš centralizirani toplinski sustav?	20
Kako zajednička suradnja može rezultirati održivijim CTS?	22
Koja su sljedeći koraci za kretanje naprijed na održiv način?	24



Zašto prelazak na održive energetske sustave?

Iako se često spominju u kontekstu velikih prednosti u borbi protiv klimatskih promjena, održive tehnologije koristeći OIE imaju višestruke koristi koje tradicionalna primjena fosilnih goriva ne može ostvariti, dok višak topline (ExH) može doći iz svih procesa. Pročitajte u nastavku kako i zašto danas trebamo iskoristiti ove bolje alternative u CTS-ovima!

- Najčešće spomenuti razlog je njihov nenadmašan potencijal u **smanjenju emisija stakleničkih plinova na nultu vrijednost** – ovo je cilj o kojem bismo svi trebali brinuti, od javnih tijela koja ispunjavaju političke ciljeve i industrije koja ostvaruje benefite kroz odgovornu praksu do potrošača koji zahtijevaju "zelenije" usluge.

- Osim ugljičnog dioksida (CO₂), u pitanju je i ukupno **smanjenje zagađenosti** budući da prijelaz s fosilnih goriva na održive tehnologije može drastično smanjiti razinu štetnih izvora zagađenja poput SO₂, NOx, čestica, itd., što rezultira značajnim poboljšanjima kvalitete života, otpornijeg ekosustava i izbjegavanja sve većih troškova zdravstvene skrbi* uslijed sagorijevanja fosilnih goriva.
- Tranzicija na CTS-e, koji koriste obližnje/ lokalne održive izvore energije, je također ključan korak prema **uvodenju principa cirkularne ekonomije u praksi** i prema izravnom rješavanju sustavne neučinkovitosti u energetskom sektoru. Integracija OIE/ExH sama po sebi nije samo ključna mjeru uz energetsku

učinkovitost(EnU), već također osigurava ekonomično korištenje lokalnih potencijala, što za posljedicu ima stimulaciju novih inovacija za rast konkurentnosti.

- Dok je (izrazito subvencionirana) industrija fosilnih goriva uglavnom vrlo mehanizirana i skupa, industrija bazirana na EE/OIE se više oslanja na stručnu radnu snagu. Izbjegavanje fiksnih troškova za takvu tešku infrastrukturu znači da **CTS, koji se pretežito oslanja na EnU/OIE dovode do više mogućnosti za zapošljavanjem lokalne radne snage** što rezultira povećanim benefitom za ruralna i urbana područja te ponudom dobro plaćenih specijaliziranih poslova.

- S finansijske strane, važno se podsjetiti da OIE i ExH donose korist Vašem CTS-u uz **vrlo niske operativne troškove**. Većina obnovljivih izvora energije (osim biomase, bioplina i sl.) u potpunosti izbacuje potrebu za kupnjom goriva, a višak topline je zapravo neiskorišteni nus produkt drugih procesa. Stoga, dodana vrijednost koja se stvara iskorištavanjem bilo kojeg od ovih neiskorištenih potencijala za potrebe grijanja trebala bi imati relativno minimalne dodatne troškove za vlasnike CTS-a ili njihove korisnike (konačno čak i smanjujući energetsko siromaštvo).

- Uz to, budući da su OIE generalno **neiscrpivi izvori** te će se procesi u kojima nastaje višak topline vjerojatno nastaviti odvijati, ove održive opcije mogu ponuditi relativno **stabilne cijene** te nove prihode za lokalnu industriju i poduzetnike. Rezultati ovih komplementarnih izvora energije u CTS-ima su **pouzdanost usluge i operativna otpornost** koje tradicionalna (fosilna goriva) ne mogu postići.



Slika: Pikrepo

* Primjera radi, procjenjuje se da je utjecaj sagorijevanja ugljena na zdravlje u Europi kvantificiran na 42.8 milijardi € godišnje.

Proces dekarbonizacije – zašto ima poslovni smisao?

Iako se u suštini bave pružanjem vrlo važne usluge za javnost, moramo imati na umu kako toplinarstvo prije svega činepoduzeća koja posluju na tržištu. U tom kontekstu, značajno je shvatiti kako OIE i ExH imaju značajne **financijske prednosti u odnosu na fosilna goriva**:

- Razumni periodi povrata investicije
- U većini slučajeva, niski troškovi, naročito operativni troškovi i troškovi održavanja;
- Ekonomično prilagođavanje potrebama i mogućnosti unaprjeđenja sustava primjenom modularnih tehnologija;

- Stabilni te pri tom jeftini ili besplatni OIE i ExH dostupni na lokalnoj razini;
- Cijene fosilnih goriva će se dugoročno povećati uslijed smanjivanja rezervi, povećanja troškova vađenja i obrade te uslijed ubrzavanja porasta cijene emisija u EU.

Ovakvi čimbenici i tržišni trendovi otkrivaju **konkurentnost CTS-a koji se temelji na ekonomičnim i održivim tehnologijama**.

Uz to, CTS-i koji se oslanjaju na fosilna goriva trebaju sagledati jasne finansijske posljedice većih političkih i investicijskih trendova koji počinju udaljavati europsko

tržište od fosilnih goriva. **Uklanjanje subvencija za fosila goriva** može utjecati na trenutno poslovanje, kao i bilo kakva ovlaštena internalizacija troškova korištenja ugljena, prirodnog plina i nafte (npr. Odgođeni ekonomski rast/inovalje, pogoršano zdravstveno stanje i zagađen zrak, voda, usjevi i ekosustav). U isto vrijeme, mnoštvo banaka svjesno postavlja sve **strože uvjete kod kreditiranja fosilnih goriva** (naročito ugljena), čime svaka investicija u fosilna goriva sve više postaje gubitnička kombinacija.

U međuvremenu, kako prednosti zelenijih izvora energije postaju sve vidljivije, **isti donosioci odluka namjerno stimuliraju rast korištenja OIE i ExH**. Vlasti, od lokalne do državne, vide zelene CTS-e kao ključan element svojih akcijskih planova

te uspostavljaju namjenska sredstva za ostvarivanje ovih ciljeva. Istovremeno, javni i privatni investitori gledaju na održivost kao na ključan preduvjet za financiranje projekata. Drugim riječima, OIE i ExH dobit će finansijsko "zeleno svijetlo" za CTS, dok investiranje u fosilna goriva u CTS postaje sve teže.

Stoga, definitivno treba iskoristiti prednosti ove nove dinamike prihvaćanjem prije spomenutih političkih i tržišnih trendova kao inspiracije za unaprjeđenje Vaših CTS-a integracijom korištenja OIE i ExH. Vodeće kompanije u sektoru toplinarstva ne bi smjele propustiti ove prilike – **sada je vrijeme za pridruživanje redovima učinkovitih, profitabilnih i dekarboniziranih centraliziranih toplinskih sustava**.

Povećanje cijene emisije CO₂ u EU

Izvor: www.carbontracker.org



Usporedba obnovljivih izvora energije s fosilnim gorivima

Ukoliko netko želi ostvariti tranziciju na održive izvore energije, vrlo korisno je posjedovati šire znanje o usporedbi CTS-a u kojima se trenutno izgaraju fosilna goriva sa sustavima u kojima se koriste lokalno raspoloživi obnovljivi izvori energije (OIE) i višak topline (ExH) koji će nas grijati do daleke budućnosti.

Ovdje* možete pronaći dijelove najbitnijih informacija o fosilnim gorivima, koji možete usporediti s glavnim OIE i ExH izvorima u dalnjem tekstu kako biste otkrili čitav niz prednosti koje se mogu ostvariti prelaskom na zelenije CTS-e.

- Ključno je poznavati tehničke karakteristike s ciljem pronalaska odgovora o tome kako **pojedini održivi izvori energiju mogu poboljšati rad CTS-a** te je stoga poznavanje karakteristika od presudnog značaja za osoblje CTS i osobe koje se bave planiranjem.
- Troškovi financiranja poput troškova investicije, operativni troškovi i troškovi održavanja (O&M) trebaju biti ključni kriteriji pri donošenju bilo kakvih odluka u CTS (i kompanijama) koje se tiču prelaska, ali također treba imati u vidu i tržišne trendove kao što je utjecaj **cijene fosilnih goriva i poreza na fosilna goriva**. Uz to, ovi troškovi predstavljaju osnove podatke za bilo kojeg dionika koji stvara

zeleniji portfolio projekata, ojačavajući na taj način **energetsku tranziciju kroz ekonomične, isplative investicije**.

- Pitanja zaštite okoliša, kao što je naglašeno na početku, trebaju biti važna svima, ali su od vitalne važnosti javnim tijelima i dionicima, koji donose zakone i politike, kako bi znali da CTS-i, koji koriste OIE/ExH značajno doprinose postizanju klimatskih ciljeva putem modernizacije jednog od najvećih energetskih sektora u Europi (sektora toplinarstva). Također, kao što je spomenuto u prethodnom poglavljiju, održivost postaje ključan parametar za financiranje projekata, i stoga predstavlja finansijsku prepreku za oslanjanje na fosilna goriva.
- Društveno-ekonomski čimbenici postaju sve značajniji za donosioce odluka, naročito među javnom vlašću i donosiocima zakona, zato što otkrivaju neke od ekonomskih i društvenih koristi održivih izvora energije u praksi, bilo da su u pitanju prednosti uslijed smanjenja zavisnosti regija o fosilnim gorivima, stvaranje novih radnih mesta ili čak pozitivni efekti zelenih CTS-a po pitanju pristupačnosti i energetskog siromaštva.

UGLJEN



- Snage postrojenja: **1-100 MW**
- Investicijski troškovi: **1.2-2.8 M€/MWe**
- O&M troškovi: **1.5% investicije + 3 €/MWh** varijabilni troškovi (troškovi goriva)
- Emisije stakleničkih plinova: **320-400 kg/MWh**
- Porez/naknada za CO₂: **~8-10 €/MWh** (~17-22 €/MWh do 2030)*
- Poslovi u EU: **1.01/MW**

400

PRIRODNI PLIN



- Snage postrojenja: **0.5-20 MW**
- Investicijski troškovi: **0.5 M€/MW**
- O&M troškovi: **3% investicije + 40-60 €/MWh** varijabilni troškovi (troškovi goriva)
- Emisije stakleničkih plinova: **180-220 kg/MWh**
- Porez/naknada za CO₂: **~4.5-5.5 €/MWh** (~10-12 €/MWh do 2030)*
- Poslovi u EU: **0.95/MW**

220

LOŽ ULJE



- Snage postrojenja: **0.5-25 MW**
- Investicijski troškovi: **0.5 M€/MW**
- O&M troškovi: **2-5% investicije + izrazito visoki** varijabilni troškovi (troškovi goriva)
- Emisije stakleničkih plinova: **250 kg/MWh**
- Porez/naknada za CO₂: **~6 €/MWh** (~14 €/MWh do 2030)*

250

* Osobna procjena na osnovu poreza/naknada za CO₂ u EU u 2020 (carbon allowance prices) i emisija stakleničkih plinova: 25 €/t × $\frac{kg}{MWh} \times 0.001 t/kg$ – vrijednost data u zagradi je izračunata na osnovu 55 €/t, što je očekivana cijena (porez/naknada) za CO₂ u 2030. godini.

Biomasa

U kontekstu CTS-a, iskorištavanje biomase jedno je od najsvestranijih rješenja korištenja OIE, iskoristivo direktno u kotlovima i/ili kogeneracijskim (CHP) postrojenjima. U ovim procesima koriste se **poljoprivredni i drvni ostaci** (npr. peleti ili sječka) u kontroliranim uvjetima sagorijevanja kako bi se proizvela toplina (i čak električna energija u kogeneracijama) **uz ograničen utjecaj na životnu sredinu**.

Iako je ovo jedini OIE koji zahtjeva izgaranje goriva, pri čemu je raspoloživost tog goriva jedan od ključnih ograničavajućih faktora, koji treba uzeti u obzir, u slučaju dovoljne i održive opskrbe biomasom ona predstavlja efikasan način **za postizanje 100% OIE u CTS-u**. Uz to, ovo je vjerojatno OIE s najnižim investicijskim ulaganjima i dugoročnim troškovima te se može prilagoditi potrebama za opskrbom topline



prilagođavajući se lokalnim potrebama. Iako u slučaju prikupljanja biomase na neodrživ način, gorivo može umanjiti pozitivne utjecaje na okoliš, barem je **ukupna emisija stakleničkih plinova jednaka nuli**, pogotovo ako se biomasa prikuplja lokalno (idealno unutar 30-40km od postrojenja kako bi se potaknula regionalna ekonomija).



Slika: Flickr / CC



Tehničke karakteristike:

- Snage postrojenja: **1-50 MW**, efikasnost: 65-89%
- Temperature opskrbe: **80-140°C**
- Potrebne količine goriva: **270 kg/MWh** peleta ili **380 kg/MWh** sječke, pretpostavljajući efikasnost CTS od 75%
- Tehnički preduvjeti: **Prostor za smještaj goriva** (dvostruko ili višestruko veći nego za ugljen); **Rekonstrukcija postrojenja** (prelazak s korištenja fosilnih goriva na korištenje biomase)
- Primjena: **najpogodniji za moderne (unaprijeđene) nisko temperaturne CTS-e**, nisu pogodni za parne ili vrelo vodne sustave (zadnje navedeni CTS-i se ne preporučuju ukoliko nemaju direktnog konzuma pare/vrele vode za tehnološke procese)
- Rad: **udio biomase do 100%** u CTS-u može biti vrlo ekonomičan, ali biomasa je **komplementarna s bilo kojim drugim održivim izvorom energije** te se obično koristi u pokrivanju **baznog opterećenja**.



Uključivanje dionika:

Osim uobičajenih dionika i njihovih uloga koje su predstavljene pri kraju ovog priručnika te dobavljača potrebnih tehnologija, biomasa zahtjeva poseban angažman sljedećih dionika:

- **Predstavnici lokalne i regionalne samouprave te nacionalne vlasti** – trebaju osigurati postojanje prikladne infrastrukturne mreže i omogućiti nadzor nad održivošću u šumarskoj/poljoprivrednoj praksi, kao i osigurati poštivanje standarda vezanih za onečišćenje zraka te poštivanje graničnih vrijednosti emisija
- **Dobavljači peleta/sječke** – ključan partner koji garantira opskrbu gorivom i zahtijevanu kvalitetu
- **Stručnjaci u području šumarstva/poljoprivrede** – korisni u razumijevanju dostupnosti goriva i održivosti



Finansijski podaci:

- **Investicijski troškovi: 0.3-0.7 M€/MW**
- **O&M troškovi: 1.8-3% investicije**
- **Period povrata investicije: 3-13 godina**
- **Poslovi: 0.78-2.84/MW**

Emisija stakleničkih plinova: **0 kg/MW**

Čak i ako se uključi i transport biomase (iako se ovo najčešće računa kao transport, a ne kao proizvodnja energije), cijelokupni ciklus biomase i dalje oslobođa samo 30 kg/MWh.

Solarni kolektori

CTS temeljen na solarnoj energiji oslanja se samo na **sunčevu energiju** i stoga ostaje kao jedno od najpoželjnijih rješenja budući da je u pitanju izvor koji je **dostupan svuda**, ovisno o razini sunčevog zračenja na datoј lokaciji. Solarni sustavi obično se sastoje od kolektorskog polja, ali su i decentralizirana rješenja (npr. na krovovima/zidovima zgrada) jednako efikasna. Većina solarnih kolektora koriste vakuumske cijevi u kojima se sunčeva svjetlost efikasno pretvara u toplinu koja se može isporučiti u CTS. **Modularnost** solarnih kolektora dozvoljava povećanje ili smanjenje kapaciteta po potrebi, bez mnogo prekida u radi što čini solarne kolektorske sustave vrlo **fleksibilnom** opcijom za pokrivanje vaših dugoročnih potreba.

U idealnom slučaju u kombinaciji s spremnikom topline (uključujući sezonske spremnike) za maksimalnu učinkovitosti može također nadopunjavati rad drugih održivih opcija za proizvodnju topline. U bilo kojem slučaju, solarni kolektori zasigurno mogu pomoći u osiguravanju zadovoljavanja svih Vaših potreba za toplinom, imajući



snažan potencijal u periodima slabije osunčanosti.

Iako se investicijski troškovi mogu činiti prevelikima, naročito ako se investira u spremnik topline, pogonski troškovi ostaju vrlo niski. Na kraju ćete imati robustan sustav velike učinkovitosti, posebice u slučaju nisko temperaturnog CTS-a ($\leq 100^{\circ}\text{C}$). S obzirom da solarne toplinske energije ne zahtjeva nikakvo gorivo i stoga predstavlja proces bez ikakvih emisija stakleničkih plinova, investicija u solarni CTS je sjajan posao.



Slika: Wikimedia / Chixoy



Tehničke karakteristike:

- **Snage postrojenja:** postrojenja su modularna i prilagodljiva Vašim potrebama – 100 MW je najveći instalirani kapacitet, ali su jedina stvarna ograničenja Vaše potrebe za toplinskom energijom i raspoloživ prostor
- **Temperatura opskrbe:** 40-180°C
- **Potrebna solarna ozračenost:** solarni kolektori dobro funkcioniraju i pri normalnim razinama sunčevog zračenja koja su prisutna u najvećem dijelu Europe, zavisno od vrste kolektora; budući da su solarni kolektori „plug-in“ tehnologija, veća polja imaju manje toplinske gubitke
- **Tehnički preduvjeti:** velika sinergija u kombinaciji sa spremnikom topline kako bi se povećao udio solarne energije u proizvodnji topline te da bi se povećao stupanj korisnosti, ali su sustavi efikasni i bez spremnika topline
- **Primjena:** najbolje funkcioniraju u modernim (unaprijeđenim) ili nisko temperaturnim CTS-ima, ili samo u nekim starijim CTS koji kao medij koriste vrelu vodu (npr. Priprema i opskrba potrošnje tople vode u ljetnim mjesecima ili za grijanje do 90°C), ali nisu pogodni za CTS-e koji kao medij koriste paru
- **Rad:** **udio solarne energije u ukupno proizvedenoj toplinskoj energiji od 20-50%** može biti vrlo ekonomičan za CTS, ali solarni kolektori vrlo dobro funkcioniraju i u kombinaciji s bilo kojim drugim održivim izvorom energije



Uključivanje dionika:

Osim uobičajenih dionika i njihovih uloga koje su predstavljene pri kraju ovog priručnika te dobavljača potrebnih tehnologija, solarni kolektorski sustavi zahtjeva poseban angažman sljedećih dionika:

- **Jedinice lokalne/regionalne samouprave**
 - potrebno kako bi zemljište ili zgrade u javnom vlasništvu bili na raspolaganju za instaliranje solarnih kolektora
- **Vlasnici zemljišta/zgrada i investitori**
 - ključno kako bi privatna zemljišta ili zgrade postali raspoloživi za instaliranje solarnih kolektora
- **Stručnjaci u području solarne energije**
 - kako bi se osigurali idealni uvjeti za iskorištanje sunčeve energije pomoću pogodnih tehnologija



Financijski podaci:

- **Investicijski troškovi:** 200-500 €/m², pri čemu su instalacije postavljene na zemlji jeftinije, kao i instalacije integrirane u naprednije (modernije) CTS
- **O&M troškovi:** 1 - 3 €/MWh
- **Period povrata investicije:** 6-15 godina
- **Poslovi u EU:** 0.81/MWh



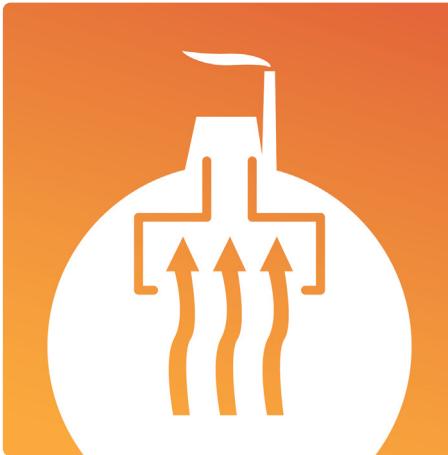
Emisija stakleničkih plinova: 0 kg/MW

Proizvodnja solarne toplinske energije u CTS nema emisiju stakleničkih plinova.

Geotermalna energija

Geotermalna postrojenja koriste toplinu iz prorode **koja se nalazi odmah pod našim nogama**. Tlo ima prirodnu težnju za akumuliranje topline, neovisno o godišnjem dobu te zapravo postaje toplije s povećanom dubinom uslijed geofizičkih procesa. Iz perspektive CTS-a, **energija iskoristiva čak i na plitkim dubinama** pogodna je za proizvodnju topline, a dublje instalacije mogu osloboditi još veći potencijal za eksploataciju. U svakom slučaju, postojanje prirodnih rezervoara vode i poroznost stijena ispod površine zemlje mogu doprinijeti osiguravanju efikasnog prijenosa topline iz dubokih bušotina u Vaš CTS.

Osim toga što geotermalna energija **ne zahtjeva nikakvo gorivo** te je povezana s **vrlo niskim emisijama stakleničkih plinova** samo uslijed određenih procesa pod zemljom, bitna prednost ovog izvora je da, kao i solarna energija, ova energija se teoretski **nalazi svuda**. Po cijeloj



(srednjoj i istočnoj) Europi postoji donekle iskoristiv geotermalni potencijal ispod površine koji je dovoljan za primjenu u CTS-u. Ukoliko se nalazite na području s još jačim temperaturnim gradijentima koji su pogotovo pogodni za eksploataciju geotermalne energije (uključujući čak i veće stupnjeve učinkovitosti kroz primjenu u kogeneracijskim postrojenjima), tada nema nikakvog opravdanja za neiskorištavanje ovog izvora energije.



Slika: Pxhere / CC



Tehničke karakteristike:

- Snaga postrojenja: **1-50 MW**
- Temperatura opskrbe: **oko 80-100°C**
- Potrebni resursi: **>50°C temperatura na dubini od 1-3 km**, idealno kako bi gustoća toplinskog toka bila $>90 \text{ mW/m}^2$
- Tehnički preduvjeti: za primjenu u CTS dovoljna je **umjerena dubina bušotine**
- Primjena: **najbolje funkcioniraju u modernim** (unapređenim) ili **nisko temperaturnim CTS-ima**, ne toliko sa **starijim vrelo vodnim CTS-ima**, nije pogodno za korištenje u sustavu koji za medij ima vodenu paru
- Rad: dobro funkcionira u **kombinaciji s bilo kojim drugim održivim izvorom energije** pokrivajući bazno opterećenje



Uključivanje dionika:

Osim uobičajenih dionika i njihovih uloga koje su predstavljene pri kraju ovog priručnika te dobavljača potrebnih tehnologija, geotermalna energija zahtjeva poseban angažman sljedećih dionika:

- **Jedinice lokalne/regionalne samouprave**
– potrebno radi ishođenja dozvola za bušenje i radi olakšavanja ostvarivanja prava na korištenje zemljišta
- **Vlasnici zemljišta i investitori** – ključni radi omogućavanja eksploatacije geotermalne energije s (privatnog) zemljišta
- **Stručnjaci u području geologije i bušenja**
– potrebni radi osiguravanja idealnih geotermalnih uvjeta (npr. vrsta zemljišta/stijena, postojanje vodenih tokova...)



Financijski podaci:

- **Investicijski troškovi: 0.7-1.9 M€/MW**, od čega najveći dio otpada na troškove bušenja i građevinske troškove oko ponora topline
- **O&M troškovi: 2.5% of investicije**
- **Period povrata investicije: 5-10 godina**
- **Poslovi u EU: 1.7/MW**



Emisija stakleničkih plinova: 0-10 kg/MWh

Gornja vrijednost uzima u obzir cijeli geotermalni proces, ali se inače za geotermalnu energiju smatra da **nema emisije stakleničkih plinova**.

Dizalice topline

U normalnom okruženju, toplina se prenosi sama po sebi od toplijeg ka hladnjem, ali dizalice topline preokreću ovaj proces uz relativno malu količinu unesene energije (npr. Električne energije ili viška topline – ExH) čime se iz okoliša preuzima veća količina toplinske energije kroz poznate termodinamičke procese. Drugi ključni elementi za isporuku proizvedene toplinske energije je postojanje toplinskog ponora tj. u ovom slučaju Vaše mreže CTS-a, čija je temperatura viša nego temperatura Vašeg unutrašnjeg ili vanjskog izvora topline pri čemu je unutrašnji izvor topline obično višak topline iz procesa, dok je vanjski obično zemlja, voda ili zrak.

Dizalice topline uobičajene su kao decentralizirane jedinice u (modernim) individualnim zgradama, ali također dobivaju na značaju kao moguća tehnologija u CTS-ima. Dizalice topline koje za pogon kompresora koriste električnu energiju su najčešće korištena tehnologija, koja vrlo učinkovito pretvara malu količinu mehaničke-električne energije u veću količinu toplinske energije putem procesa



Slika: LETA / Ieva Luka



kompresije pare (u suštini funkcioniraju kao rashladni uređaji, samo suprotno) – ovo također podrazumijeva da emisije stakleničkih plinova u ovom slučaju ovise o korištenoj električnoj energiji. Iako nisu toliko učinkovite, apsorpcijske dizalice topline iskorištavaju vanjsku energiju od postojećih viškova topline (ExH) iz raznih procesa umjesto korištenja električne energije čime su ekonomičnije te mogu biti smatrane klimatski neutralnima. Koju god vrstu dizalica toplina razmatrali za primjenu u Vašem CTS-u, budite sigurni kako je ova tehnologija sazrjela za povećanje profita.



Tehničke karakteristike:

- Snage kapaciteta: **1-10 MW** (električna); **2-15 MW** (apsorpcijska); **~2-7 COP*** ovisi o vrsti izvora i temperaturi
- Temperatura opskrbe: **70-100°C** (niže temperature rezultiraju većim COP)
- Potrebni resursi: **izvor otpadne topline**, iz okoline ili procesa
- Primjena: **najbolje u kombinaciji s niskom temperaturnim CTS-ima**, može i s nekim modernim (unaprijeđenim) CTS-ima, nije pogodno za korištenje s parnim ili starijim vrelo vodnim CTS-ima
- Rad: **najbolje karakteristike za pokrivanje baznog opterećenja u kombinaciji s bilo kojim drugim održivim izvorom energije** za pokrivanje vršnog opterećenja



Uključivanje dionika:

Osim uobičajenih dionika i njihovih uloga koje su predstavljene pri kraju ovog priručnika te dobavljača potrebnih tehnologija, dizalice topline zahtijevaju poseban angažman sljedećih dionika:

- edinice lokalne/regionalne samouprave** – potrebni za pribavljanje dozvola za bušenje i studije utjecaja na okoliš kao i radi rješavanja prava na korištenje zemlje (uglavnom važno za dizalice topline koje koriste zemlju ili vodu kao izvor)
- Proizvođači viške topline** – ključni dionici za opskrbu ExH (iz npr. Industrijskih/komercijalnih procesa, postrojenja za preradu otpadnih voda, spremnika topline, rashladnih sustava, itd.) u apsorpcijske toplinske pumpe



Finansijski podaci:

- Investicijski troškovi: **0.45–0.85 M€/MW** (električna), **0.35–0.5 M€/MW** (apsorpcijska)
- O&M troškovi: **2-3%** investicije
- Period povrata investicije: **8-9 godina** (izvedba zemlja)



Emisija stakleničkih plinova: **0 kg/MW**

Apsorpcijske dizalice topline ne proizvode dodatne emisije stakleničkih plinova. Električne dizalice topline također ne proizvode emisiju lokalno, ali ukupna smanjena emisija je između 31-88%, ovisno o udjelu električne energije u ukupnog energiju koju dizalice topline koristi.

* COP = toplinski množitelj ili faktor grijanja dizalice topline

Višak topline / otpadna toplina (ExH)

Višak topline (otpadna toplina, ExH) može biti izvrstan izvor energije u CTS-ovima iskorištavajući **višak topline koji nastaje iz postojećih industrijskih i komercijalnih procesa**. Ideja je, govoreći na osnovnoj razini, pokušati na neki način **vratiti i iskoristiti otpadnu toplinu** iz drugih procesa čija glavna svrha i nije proizvodnja toplinske energije. Kogeneracijska postrojenja ili čak postrojenja za energetsku uporabu otpada mogu biti donekle promatrana kao izvori otpadne topline, ali za naše potrebe fokusiramo se na iskorištavanje višaka topline iz ne-energetskih aktivnosti.

Jedna od velikih prednosti integracije ExH u CTS je raznolikost potencijalnih izvora otpadne topline, prije svega u urbanim sredinama gdje je postojanje CTS-a najopravdano, poput raznih industrijskih postrojenja (npr. Papirna industrija, industrija za proizvodnju kartona) ili komercijalnih aktivnosti (npr. Tretman otpadnih voda iz kanalizacije, podzemna željeznica ili veliki centri). Ljepota iskorištavanja viška topline je činjenica da se prethodno spomenuti procesi ionako odvijaju te da je bilo kakva rekuperacija topline (iskorištavanje otpadne



topline) zapravo način **povećavanja korisnosti cijelog sustava i ekonomičnosti**. U stvari, čak i vlasnici izvora ExH mogu gledati na ove aktivnosti kao prednost za njihovo poslovanje u vidu dodatnih prihoda ili u vidu izbjegavanja potrebe za hlađenjem (i potrebnom infrastrukturom) te povezanih utjecaja na okoliš. Uz to, koristeći ovu otpadnu toplinu u CTS-ima, sektor toplinarstva se ne povezuje s nikakvim emisijama budući da su emisije stakleničkih plinova već uračunate u aktivnosti njihove proizvodnje, transporta, itd. Stoga, potrebno je razjasniti kako je pristup tj. iskorištavanje višaka topline iz drugih procesa pametna investicija u Vaš CTS.



Slika: Pxhere / CC



Tehničke karakteristike:

- **Temperature opskrbe: više temperature** otpadne topline čine CTS više efikasnijim i ekonomičnijim
- **Tehnički preduvjeti:** iskorištavanje otpadne topline putem **izmjenjivača topline** (najčešće instalirani unutar postrojenja u kojem nastaje ExH) ili pomoću **dizalica topline**
- **Primjena:** najbolje u kombinaciji s **modernim (unaprjeđenim)** ili **nisko temperaturnim CTS-ima**, ili iskorištavanje ExH iz kogeneracijskih postrojenja za CTS-e koji koriste vrelu vodu, ali nije pogodno za CTS-e koji koriste vodenu paru kao medij
- **Rad:** dobro funkcioniра u **kombinaciji s bilo kojim drugim održivim izvorom energije**



Uključivanje dionika:

Osim uobičajenih dionika i njihovih uloga koje su predstavljene pri kraju ovog priručnika te dobavljača potrebnih tehnologija, iskorištavanje viška topline zahtjeva poseban angažman sljedećih dionika:

- **Opskrbljivači ExH** – višak topline kao nusprodot njihovih industrijskih/ komercijalnih procesa uz mogućnost podjele troškova (npr. za infrastrukturu unutar njihovih postrojenja)
- **Predstavnici lokalne/regionalne samouprave i nacionalna vlast** – vrlo korisna veza između CTS-a i opskrbljivača ExH, dok neki opskrbljivači topline (npr. teška industrija) mogu biti predmet posebnog nadzora vlasti



Finansijski podaci:

- **Troškovi investicije:** prilično niski (npr. **0.45-0.85 M€/MW** za industrijsku otpadnu toplinu), pri čemu se troškovi mogu podijeliti između CTS i opskrbljivača ExH
- **O&M troškovi:** **4% of investicije**
- **Period povrata investicije:** ovisi o puno faktora (npr. **7 godina** za jednu papirnu industriju u Austriji)



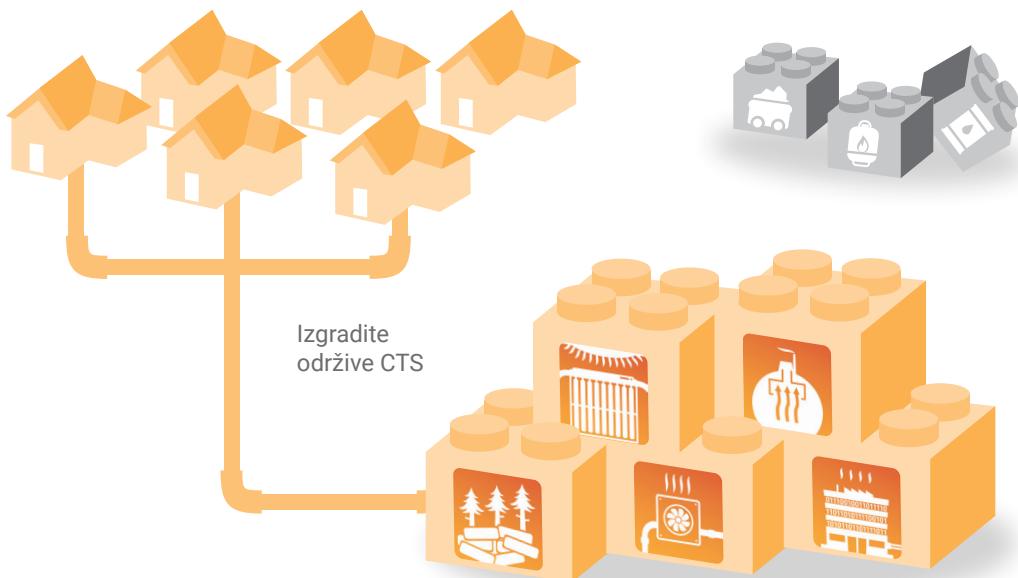
Emisija stakleničkih plinova: **0 kg/MW**

Iskorištavanje viška topline (ExH) u CTS ne generira dodatne emisije stakleničkih plinova osim već uračunatih emisija procesa iz kojih se iskorištava ExH.

Koji oblik održivog izvora energije je optimalan za Vaš centralizirani toplinski sustav?

Shvaćajući raznolike mogućnosti primjene svakog održivog oblika energije u Vašem CTS-u, trebali biste moći zaključiti koje izražene prednosti svi ovi oblici održive energije imaju nad tradicionalnim fosilnim gorivima za Vaš sustav u budućnosti. Budući da bilo koji od ovih zelenijih oblika energije može ponuditi stvarnu alternativu u većini slučajeva, postavlja se pitanje **izbora optimalne opcije za Vaš konkretni slučaj**. Trebali biste razmisiliti o trenutnim i budućim potrebama Vašeg sustava kako biste procijenili koji od ovih OIE i ExH solucija ima tehnički kapacitet i raspoloživost izvora koji dugoročno odgovara Vašim potrebama.

Generalno, većina ih je **tehnološki prihvatljivija i/ili ekonomičnija ukoliko se integriraju u moderne (unaprijeđene) ili nisko temperaturne CTS-e**. Nažalost, mnogi stariji parni ili vrelo vodni CTS ne mogu iskoristiti ove opcije do njihovih krajnjih granica bez značajnih rekonstrukcija postojeće infrastrukture. Ukoliko Vaš CTS predstavlja jednu od ovih starijih mreža, trebali biste najprije modernizirati proizvodne pogone u Vašem CTS, izolirati distribucijsku mrežu, smanjiti toplinske gubitke, itd. kako biste postigli što efikasniji i klimatsko neutralniji sustav. I pored toga, obnova Vašeg sustava je idealan trenutak za istovremenu implementaciju (unaprijed) mjera koje će **osigurati potpunu spremnost Vašeg CTS-a** za integraciju održive energije.

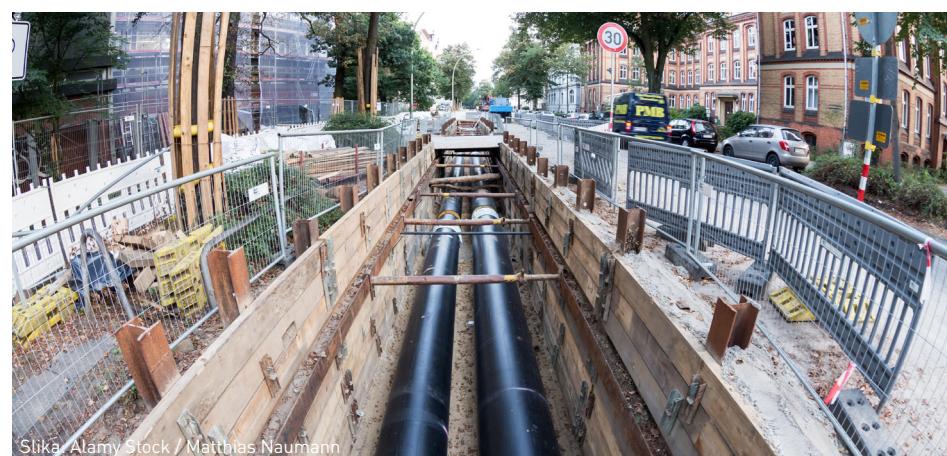


Neki sustavi prednost daju postupnom prelasku na OIE i/ili ExH kroz postepeno povećanje udjela održivih izvora pri čemu se zadržava (za sada) tradicionalna proizvodnja topline sagorijevanjem fosilnih goriva. Ovakav razvoj može biti opravdavajući u nekim slučajevima, ali se time propušta mogućnost za stjecanje **operativnih, finansijskih, ekoloških, društveno-ekonomskih i političkih koristi održivog CTS-a** još i prije ukoliko se momentalno ostvari prelazak na korištenje OIE i ExH.

Čak i ako se odlučite na ovaj sporiji put, trebali biste i dalje imati u vidu sveukupan cilj **smanjenja naše zavisnosti o fosilnim gorivima što je prije moguće**. To podrazumijeva izbjegavanje nepotrebnog prelaska s jednog fosilnog goriva na drugo, kao što je prirodni plin za koji se tvrdi da je tzv. „prijelazna tehnologija“ za sektor toplinarstva, bez obzira na očite mane koje su prethodno spomenute. Međutim, ako ste već spremi unaprijediti svoj CTS, **zašto ne preskočiti nepotrebne korake i direktno**

investirati u dugoročna rješenja poput OIE i ExH odmah od početka? Ima više (ekonomskog) smisla prijeći na zelenije tehnologije što prije.

Možete ubrzati prelazak na održive izvore energije stjecanjem potpune slike **o raspoloživim održivim izvorima**. To podrazumijeva detaljno proučavanje njihove **lokalne i regionalne dostupnosti**, bilo da su u pitanju zalihe biomase, sunčevu zračenje, geotermalni temperaturni gradijenti, toplinske pumpe ili višak topline iz obližnjih industrijskih/komercijalnih procesa. Uz to, morate biti svjesni kako se **nije potrebno osloniti na samo jedan izvor energije** – većina ovih alternativnih izvora energije odlično **funkcionira u kombinaciji s drugim izvorima**. Nakon (doslovног i figurativног) utvrđivanja mogućnosti za korištenje OIE i ExH koji su raspoloživi u Vašoj regiji, sigurno ćete pronaći velik broj održivih energetskih opcija koje predstavljaju optimalna rješenja kojima se regionalna raspoloživost izvora energije usklađuje s potrebama Vašeg CTS-a.



Slika: Alamy Stock / Matthias Naumann

Kako zajednička suradnja može rezultirati održivijim CTS?

Iako je jasno kako su predstavnici CTS-a zapravo dionici koji odlučuju o energetskoj tranziciji svojih postrojenja prema održivim izvorima energije, nije potrebno prolaziti kroz ovaj proces samostalno. Na prethodnim stranicama su već istaknuti posebni načini angažiranja dionika za svaki od predstavljenih OIE i ExH. I pored toga, mnoštvo uloga i zadataka ostaje na lokalnim, regionalnim i nacionalnim dionicima kako bi podržali prijelaz na zelenije CTS-e, bez obzira na vrstu održivog izvora energije koji se koristi.



JAVNI SEKTOR

- **Predstavnici lokalne samouprave**, čak i ako nisu (su)vlasnici CTS-a, nužan je njihov utjecaj na pojednostavljenje i ubrzavanje procesa javne nabave i dobivanja dozvola (uključujući i slučajevi zaštite okoliša i kulturne baštine) te njihov utjecaj na prioritiziranje održivih CTS-a u zakonodavstvu i procesu planiranja (npr. SECAP*, strategije pametnog razvoja i cirkularne ekonomije, novo zoniranje, razvijanje poslovnih modela, itd.) kroz namjenska sredstva.
- **Predstavnici regionalne samouprave**, ovisno o njihovim ovlastima u pojedinom zemlji, mogu imati sličnu ulogu kao i jedinice lokalne uprave, ali u najmanju ruku mogu uključiti „zeleni“ CTS-i u svoje strategije razvoja (npr. kroz regionalni koncept sinergije toplinarstva) te iskoristiti Strukturne fondove i/ili fondove Pravedne Tranzicije (Structural i/ ili Just Transition) na strateški način za financiranje održivog toplinarstva troškovno prihvatljivog svim korisnicima.
- **Predstavnici državne vlasti** trebaju osigurati prioritizaciju CTS-a baziranih na OIE i ExH i u svim nacionalnim politikama i strateškim dokumentima (npr. NECP*, strategije cirkularne ekonomije, itd.) i pravnim regulativama na nacionalnoj razini, uključujući stvaranje posebnih namjenskih (bespovratnih) sredstava isključivo za „zelene“ CTS-e kako bi se povećao njihov doprinos u ostvarivanju klimatskih ciljeva na nacionalnoj razini.

* SECAP = Akcijski plan za održivu energiju i borbu protiv klimatskih promjena

** NECP = Nacionalni energetski i klimatski plan

PRIVATNI SEKTOR

- **Banke, finansijske institucije i ostali investitori** trebali bi ustanoviti posebne mehanizme/instrumente financiranja i preferencijalne uvjete (npr. niske kamatne stope) „zelene“ preduvjete za odobravanje zajmova kako bi potaknuli održivost CTS, kao i bespovratna sredstva za tehničku pomoć kako bi se pokrenuli isplativi projekti unapređenja CTS-a i ubrzala njihova energetska tranzicija prema održivoj energiji.
- **Dobavljači OIE tehnologija ili viška topline (ExH)** trebali bi proaktivno sudjelovati u promociji mogućnosti sinergije i (obostranih) prednosti koje mogu ponuditi CTS-i kao najbolje mogućnosti te istovremeno jačati kapacitet zaposlenika u sektoru toplinarstva, javnih tijela, investitora i ostalih dionika kako bi shvatili vrijednost integracije njihovih održivih rješenja.
- **Vlasnici nekretnina / investitori i građevinske kompanije** trebale bi biti sigurni da su uzeli u obzir integraciju tehnologija i infrastrukture za CTS-e bazirane na OIE i ExH, bez obzira rade li na pojedinačnim zgradama ili čitavim naseljima kako bi poduprli priključenje na ove sustave i širenje distribucijske mreže od samog početka.



OSTALI STRUČNJACI

- **Energetske agencije** često su ključni savjetnici i organizatori treninga, ne samo za sektor toplinarstva nego i za predstavnike javne vlasti (npr. kroz podršku razvoja SECAP) te stoga trebaju služiti kao stručnjaci konzultanti u tranziciji CTS-a kao i poveznica između sektora toplinarstva i javnih/privatnih dionika.
- **Istraživači, sveučilišta, strateško razmišljanje i (privatni) konzultanti** mogu odigrati neke od istih uloga kao i energetske agencije, ali su posebno prikladni za razvoj detaljnih studija s detaljnim podacima/analizama (npr. o raspoloživosti izvora na lokalnoj/ regionalnoj razini ili uštedama) na koje se CTS-i mogu osloniti pri donošenju odluka.

Koji su sljedeći koraci za kretanje naprijed na održiv način?

Sada kada bi trebalo biti jasno zašto bismo svi trebali staviti **prioritet na obnovljive izvore energije (OIE) i višak topline (ExH)** u centraliziranim toplinskim sustavima (CTS), kao i kako odabrati Vaš vlastiti održivi put u tranziciji, uključujući i uloge različitih dionika u ovom procesu. Ostaje jednostavno pitanje: **što učiniti sada?** Na osnovnoj razini, odgovor na to pitanje je također jednako jednostavno: **započnite sada!**

1. Ako je potrebno, unaprijedite svoj CTS na učinkovit način kako bi sustav bio spreman za nove oblike energije;
2. Utvrđite koje od ponuđenih opcija za iskorištavanja OIE ili ExH najviše odgovaraju Vašim potrebama (i kontekstu);
3. Identificirajte odgovarajuće mogućnosti za finansiranje i prijavite se za finansijska sredstva kako biste napravili tranziciju;
4. Pronađite ključne dionike kako biste surađivali na ostvarenju ovog zajedničkog cilja;
5. Iskoristite ove napore kako biste ostvarili tranziciju i udaljili se od fosilnih goriva te započeli s ostvarivanjem raznih pozitivnih efekata

Kako bismo Vam pomogli na Vašem putu, preporučujemo Vam dodatno informiranja o projektu **KeepWarm** (keepwarmeurope.eu) koji je odgovaran za izdavanje ovog priručnika, uključujući i [Centar za učenje](#). Na priloženim web adresama možete pronaći izvorne materijale projekta KeepWarm i drugih [povezanih projekata](#) i europskih inicijativa*, kao i brojne **vodiče, alate i druge korisne materijale** koji Vam mogu pomoći na Vašem putu ostvarenja tranzicije na održiv CTS kao što su:

- studije unaprjeđenja CTS-a i prelazak na zelenu energiju
- prostorno mapiranje energetskih potencijala i potreba
- software za planiranje u toplinarstvu
- preporuke po pitanju strateških dokumenata
- uvid u mogućnosti finansiranja i tehničke pomoći ...



* Posebno su zanimljivi za razmatranje, između ostalih: [EIB](#), CEB [Green Social Investment Fund](#), EU [Just Transition Mechanism](#) i [European City Facility](#).

KeepWarm projekt također ponosno promovira inspirirajući rad vodećih toplana koje se bave daljinskim grijanjem (CTS) u srednjoj i istočnoj Europi koje sudjeluju u našem projektu. Oni pokazuju svojim kolegama kako učinkovite modernizacije CTS-a i prelazak na OIE/ExH mogu biti ostvareni u praksi.

Za kraj, vrijedi istaknuti kako je projekt **KeepWarm** naročito dobro prilagođen za korištenje svojeg znanja **u pružanju pomoći kako biste ostvarili tranziciju na održive izvore energije!** Projektni partneri na našem projektu – među kojima su razvojne agencije, agencije za energetiku, mreže gradova, istraživači i drugi ključni stručnjaci – su iz srednje i istočne Europe te zbog toga naročito mogu pomoći Vašem radu o navedenim regijama, ali imaju

i **veliko iskustvo diljem cijele Europe.** Kontaktirajte nas kako bismo saznali može li naša stručnost doprinijeti Vašem **prelasku na održive oblike energije i modernizaciji CTS-a:**

- Tehničko savjetovanje
- Studije izvodivosti
- Financijsko savjetovanje
- Strateško planiranje
- Uvođenje zakonodavnih promjena i integracija u tržište
- Edukacije/treninzi osoblja i dionika
- Generalno savjetovanje



Izdavač

Autori u ICLEI European Secretariat:

George Stiff, Anja Härtwig, Julen Imana Sobrino i Carsten Rothballer

Suradnici:

Tihomir Capan, Goran Krajačić, Nikola Matak (Sveučilište u Zagrebu – Fakultet Strojarstva i Brodogradnje), Milica Mladenović (Institut Vinča), Mykola Shlapak (KT-Energy), Klaus Engelmann (LWK Steiermark) i Marko Čavar (REGEA)

Prijevod:

Marko Čavar (REGEA) i Tihomir Capan (Sveučilište u Zagrebu – FSB)

Dizajn:

Stephan Köhler (ICLEI Europe)

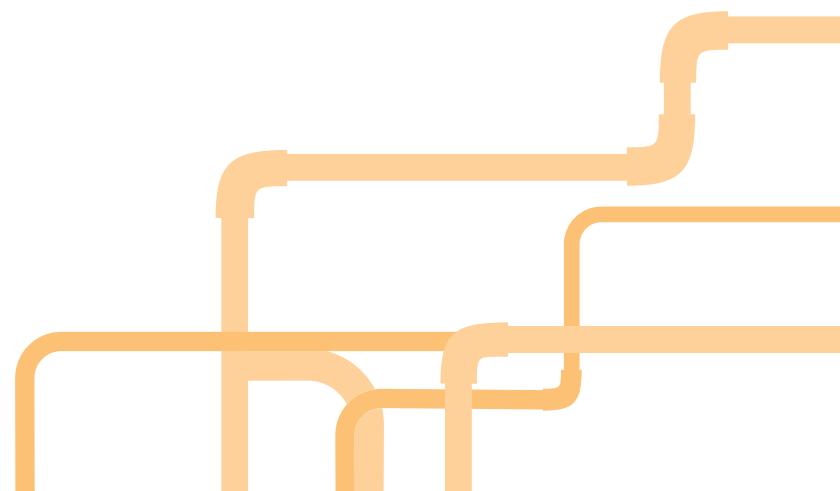
Listopad 2020

Bilješke:

Podaci izneseni u ovom dokumentu predstavljaju najpouzdanije informacije koje su bile dostupne autorima, ali nisu nužno precizne za svaki slučaj. Stoga, ovaj priručnik treba biti korišten samo kao generalni vodič te vam treba poslužiti kao inspiracija za samostalno provođenje analiza i izrade studija kako biste uspješno upravljali donošenjem odluka, posebice uzimajući u obzir specifične čimbenike relevantne za Vašu situaciju i kontekst, koji uvijek variraju od slučaja do slučaja.

Lista oznaka:

CHP	Kogeneracijsko postrojenje za proizvodnju toplinske i električne energije
COP	Koefficijent učinkovitosti
CTS	Centralizirani toplinski sustavi / sustavi daljinskog grijanja
EnU	Energetska učinkovitost
EU	Europska unija
ExH	Višak topline
GHG	Emisije stakleničkih plinova
O&M	Operativni troškovi i troškovi održavanja
OIE	Obnovljivi izvori energije





www.KeepWarmEurope.eu
@KeepWarm_Project



Partneri projekta



University of Zagreb
Faculty of Mechanical Engineering
and Naval Architecture



Uz potporu



Covenant of Mayors
for Climate & Energy
www.eumayors.eu

TEPLÁRENSKÉ SDRUŽENÍ
České republiky



Supported by
DHC+
TECHNOLOGY PLATFORM



Ovaj projekt finansiran je iz programa za istraživanje i inovacije
Otzor 2020 u okviru Evropske Unije u okviru Ugovora br. 874966.
Izraženi stavovi predstavljaju stavove projekta.



Ovaj projekt sufinanciran je od Federalnog
Ministarstva Savezne Republike Njemačke za
gospodarsku suradnju i razvoj.