


TAKING  
**COOPERATION**  
FORWARD

 Krapinske Toplice, 16.07.2021.

 **RAD I OPTIMIZACIJA PODRUČNIH SUSTAVA GRIJANJA NA OBNOVLJIVE  
IZVORE ENERGIJE**

 ENTRAIN | Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske | Martina Krizmanić Pećnik

Rad postrojenja područnih sustava grijanja na biomasu

Tehnički aspekti optimizacije i modernizacije područnih sustava grijanja

Praktični primjeri za mjere optimizacije

Rad postrojenja područnih grijanja prema sustavu QM Holzheizwerke

Napomene / preporuke



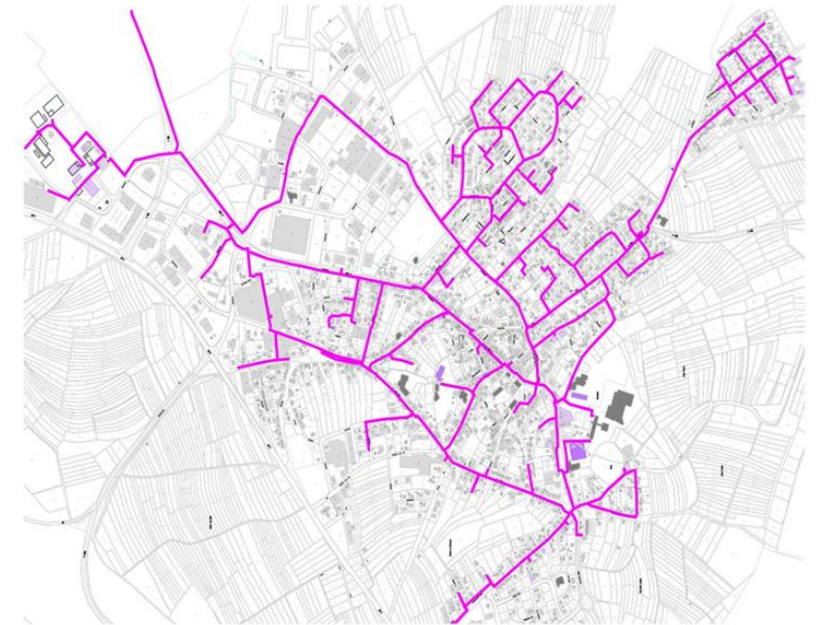
TAKING COOPERATION FORWARD



# RAD POSTROJENJA PODRUČNIH SUSTAVA GRIJANJA NA BIOMASU

## Uvod: Energetska zadruga *WeilerWärme eG*

- Osnovana 2008 kao „energetska zadruga”
- Danas broji ukupno 975 članova
- Postepeno širenje lokalne toplinske mreže
- 37 km lokalnog toplovoda
- Oko 665 priključenih zgrada na toplovod
- 26,000 MWh godišnje prodaje toplinske energije





# RAD POSTROJENJA PODRUČNIH SUSTAVA GRIJANJA NA BIOMASU

*Zadruga je nastala postupnim širenjem toplinske mreže, bilo je potrebno po naseljima proširiti opskrbu toplinom.*

*Do sada je postavljeno 15 sustava grijanja za opskrbu tijekom cijele godine*



# RAD POSTROJENJA PODRUČNIH SUSTAVA GRIJANJA NA BIOMASU

## Kaskadna struktura opskrbe lokalnim grijanjem:

### ➤ Osnovno napajanje u kombinaciji s regeneracijom proizvodnja toplinske i električne energije:

2 postrojenja Organic Rankine Cycle, drvena sječka

1 postrojenje na bioplin

- Ukupna proizvodnja: 6.180 kW
- Udio godišnje opskrbe toplinskom energijom: 83%

### ➤ Opskrba srednjim opterećenjem (OIE)

➤ 5 sustava grijanja na drvenu sječku

- Ukupna proizvodnja: 4.200 kW
- Udio godišnje opskrbe toplinskom energijom: 8%

### ➤ Vršno opterećenje / rezerva u slučaju kvarova sa fosilnim gorivima

➤ 7 sustava grijanja, lož ulje i prirodni plin

- Ukupna proizvodnja: 5.710 kW
- Udio godišnje opskrbe toplinskom energijom: 9%



# RAD POSTROJENJA PODRUČNIH SUSTAVA GRIJANJA NA BIOMASU

## Rad toplana na biomasu

- Izazovi u svakodnevnom radu
- Pitanja vezana uz sigurnost
- Kvalificiranost operativnog osoblja





## Izazovi u svakodnevnom radu



- Nabava goriva
- Opskrba gorivom
- Održavanje i rad
- Odlaganje pepela



Dodatno:

- Nadzor toplinske mreže
- Rješavanje problema sa potrošačima topline
- Hitni rad i stanje pripravnosti 24 sata dnevno



# RAD POSTROJENJA PODRUČNIH SUSTAVA GRIJANJA NA BIOMASU

## Pitanja vezana uz sigurnost

### *Zaštitne mjere tijekom građevinskih radova*

- Građevinski zakoni
- Zakon o zaštiti na radu

Odgovornost za arhitekta i izvođača radova!







## Pitanja vezana uz sigurnost:

### ***Mjere zaštite zdravlja i sigurnosti na radu pri proizvodnji topline::***

- Buka, prašina, toplina i opasnost od požara u kotlovnici
- Pad s velikih visina

Operater: individualna analiza rizika, obuka zaposlenika  
Za vanjske operatere: prijenos odgovornosti

### ***Izazov u unutarnjoj administraciji:***

Zakonska obveza opskrbe toplinskom energijom

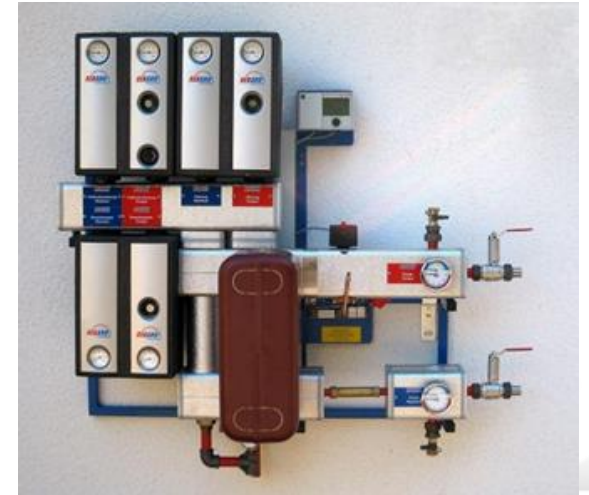
- računalni sustav s upravljanjem u hitnim slučajevima
- Rad u nuždi s dodatnim sustavima grijanja kao rezerva kvara



## Kvalificiranost operativnog osoblja:

Još uvijek nema studija ili naziva posla za:

***“Operater daljinskih toplana na biomasi”***



## Kvalificiranost operativnog osoblja

### ***Održavanje sustava grijanja i toplinske mreže***

- Vodoinstalater
- Inženjer grijanja s praktičnim iskustvom
- Construction company for civil engineering

### ***Administracija:***

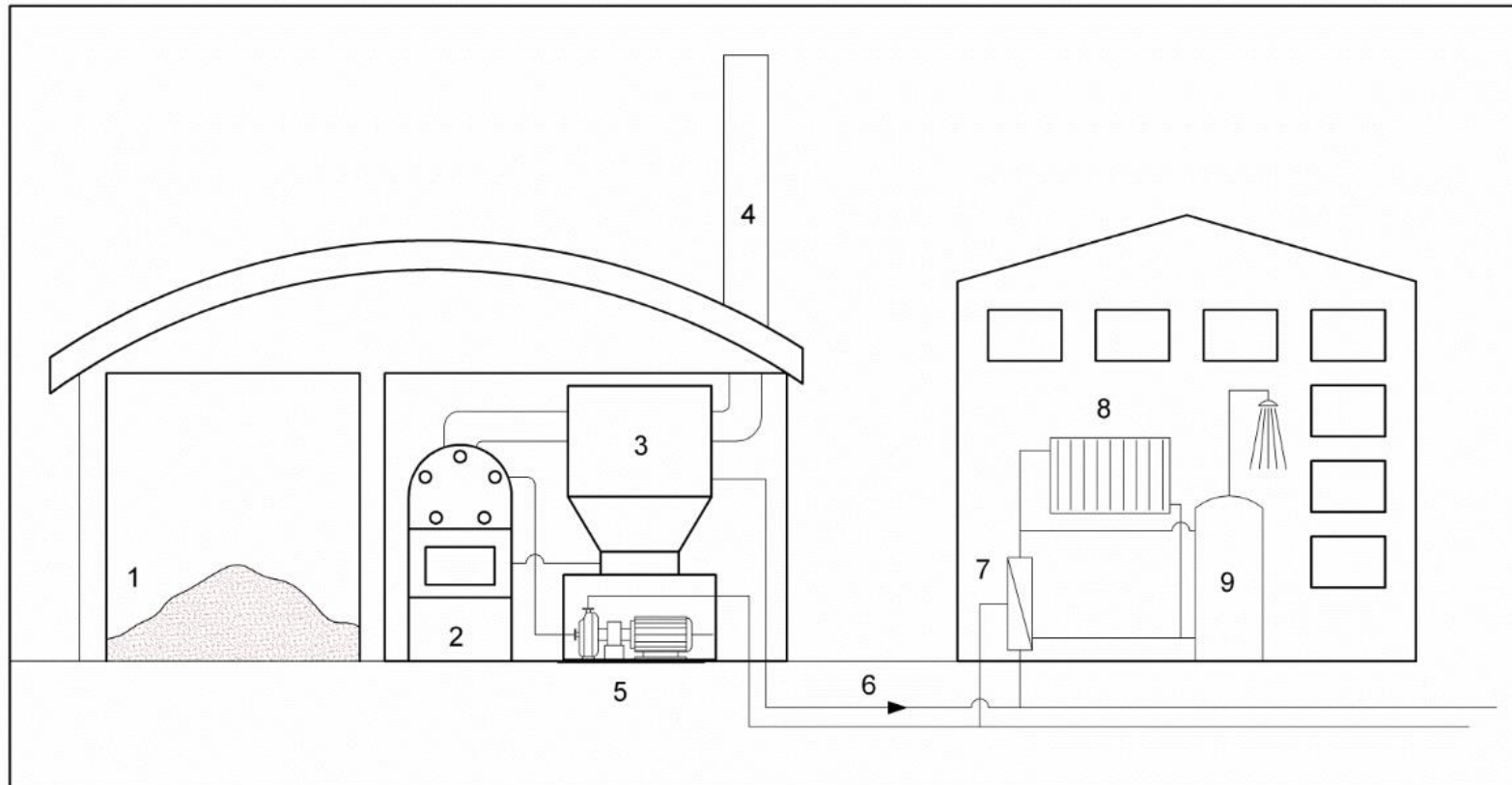
Tim se sastoji od:

- Planer i administrator
- Stručnjak za bankarske poslove (računovođa)
- Obrtnik





# TEHNIČKI ASPEKTI OPTIMIZACIJE I MODERNIZACIJE SUSTAVA DALJINSKOG GRIJANJA

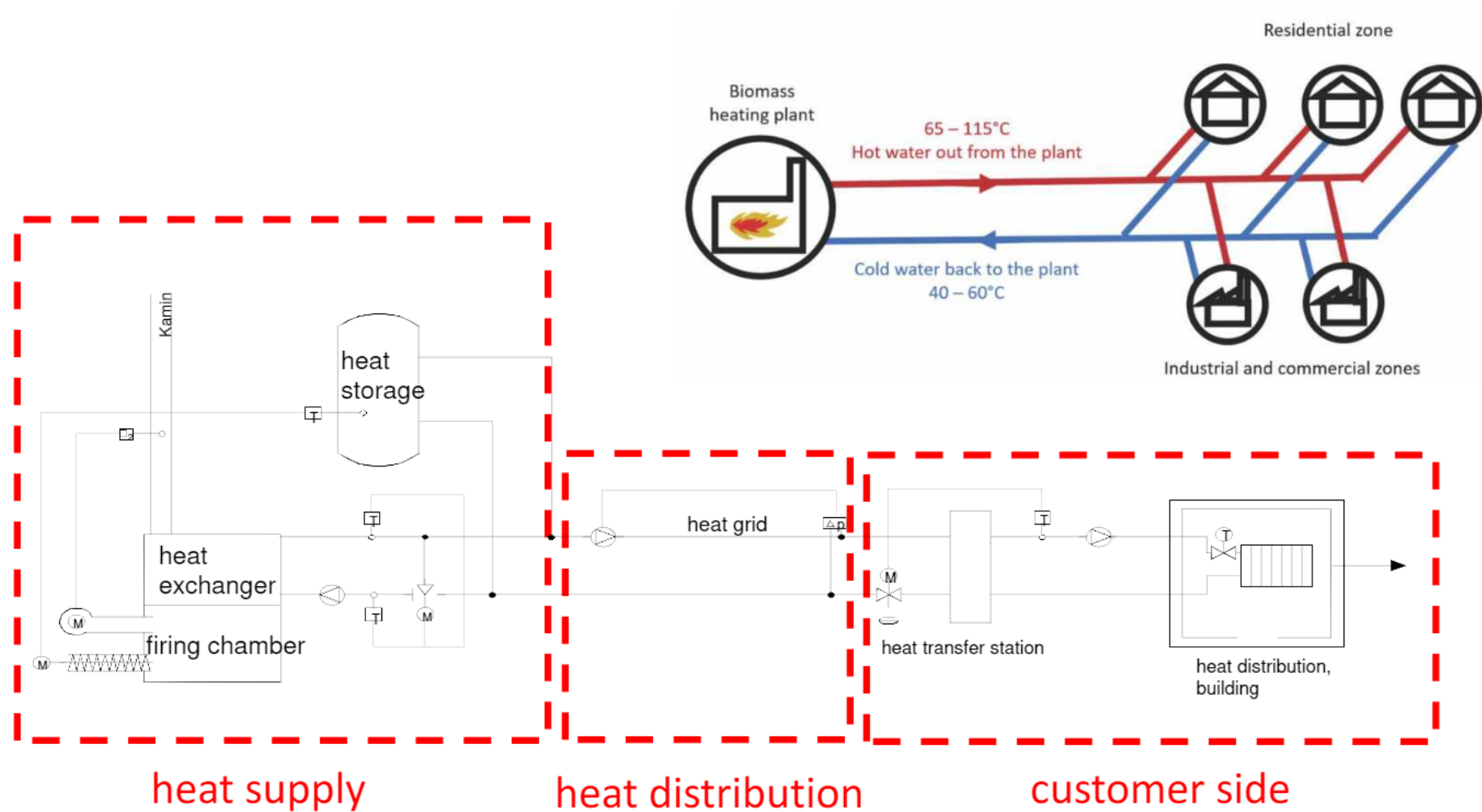


Quelle: AEE

Legend: 1 fuel deposit, 2 biomass boiler, 3 flue gas cleaning, 4 flue gas, 5 grid pump, 6 heat grid, 7 house transfer station, 8 heat delivery, 9 hot water storage tank



# DALJINSKO GRIJANJE NA BIOMASU



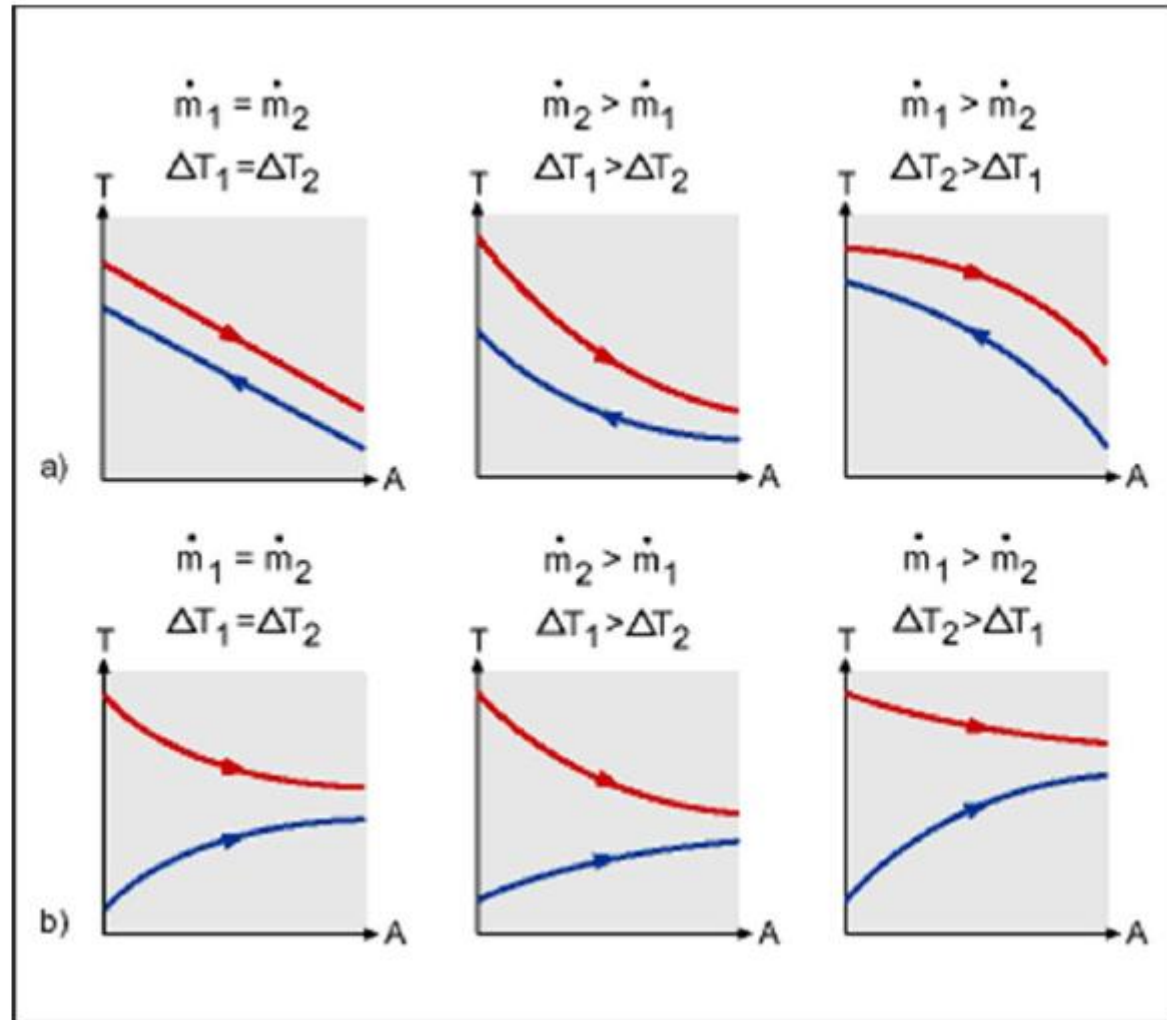
# PRIPREMA TOPLE VODE





# IZMJENJIVAČ TOPLINE - HIDRAULIČKO BALANSIRANJE

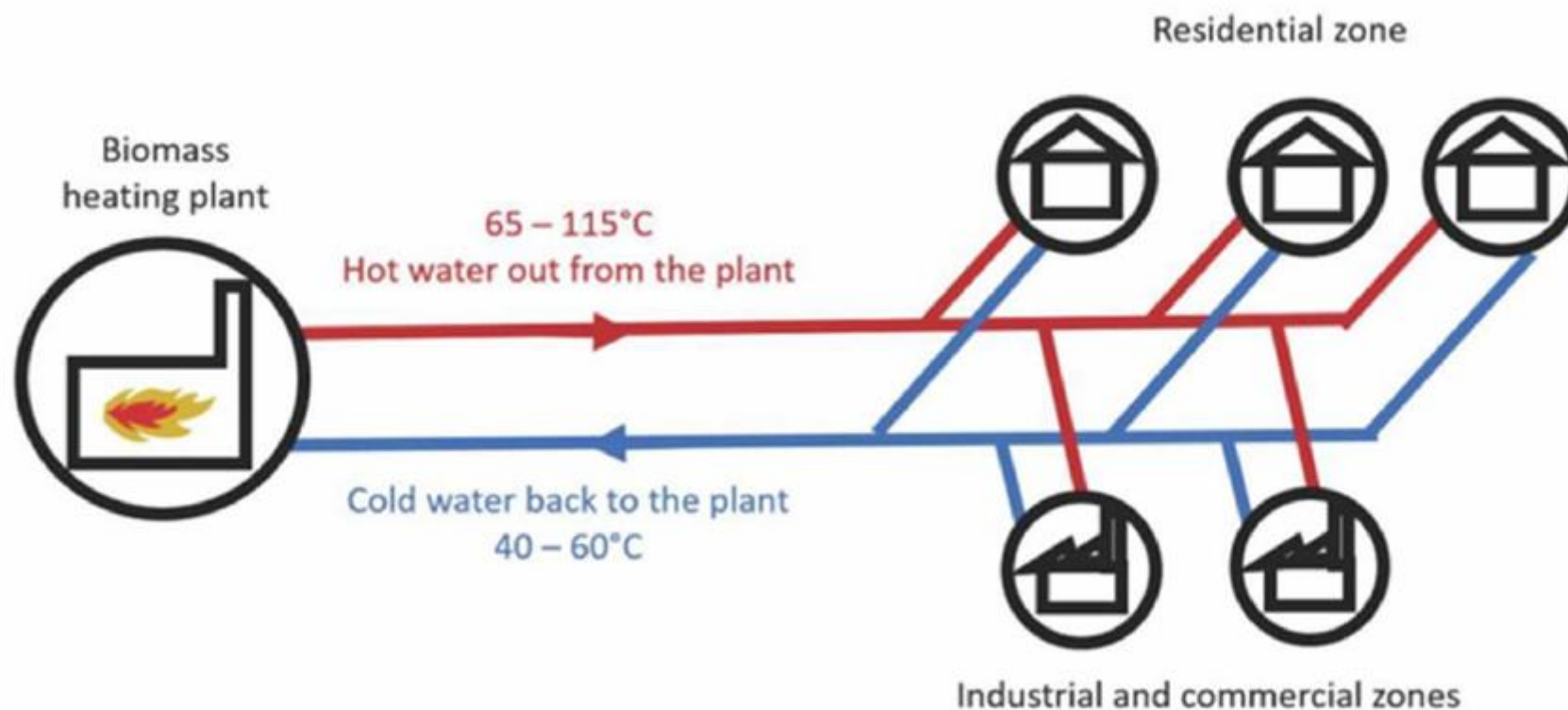
Counter flow



Parallel flow



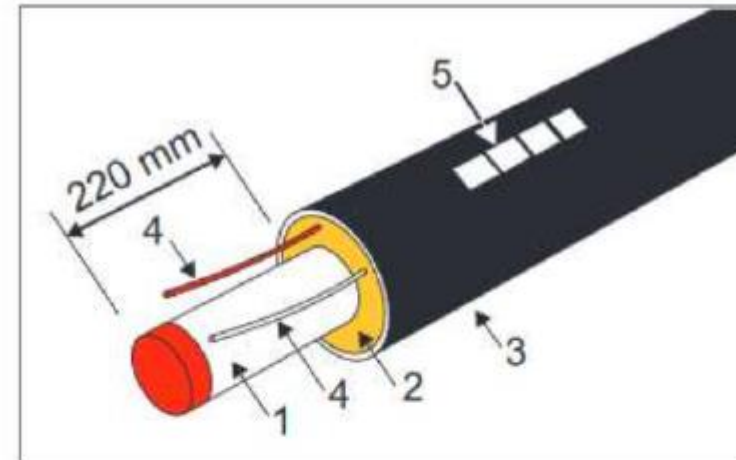
na potrebnu temperaturu dovodnog i povratnog voda utječu potrošači



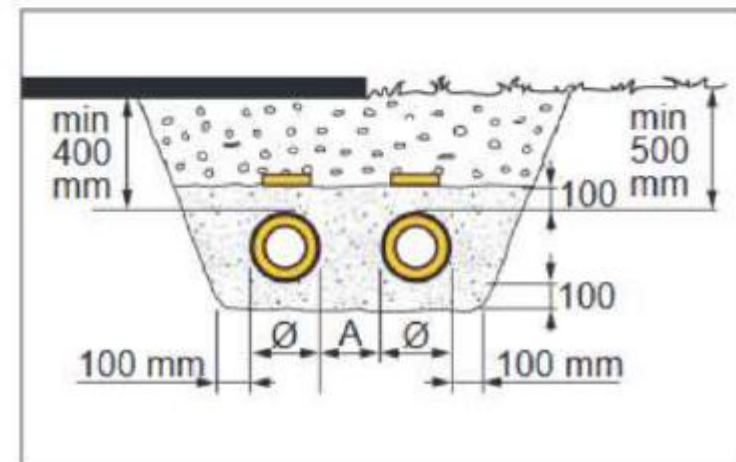
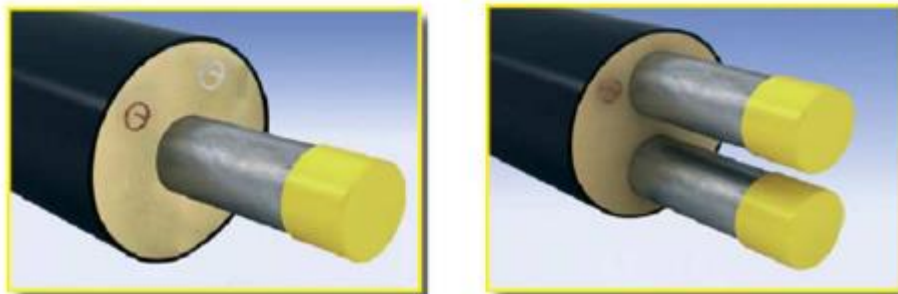
# MREŽA DALJINSKOG GRIJANJA - CIJEVI (1)

A preinsulated pipe consists of:

Pos.	Part	Material
1	Service pipe	Steel
2	Insulation	Polyurethane foam
3	Outer casing	Polyethylene, HDPE
4	Two 1.5 mm <sup>2</sup> copper wires for surveillance	One wire is tinned
5	Pipe label	



Single / twin steel pipe [ISOPLUS]





# MREŽA DALJINSKOG GRIJANJA - CIJEVI (2)



fleksibilna dvostruka cijev od polietilena za male područne sustave grijanja i male projekte



Polyethylene Y-pipe



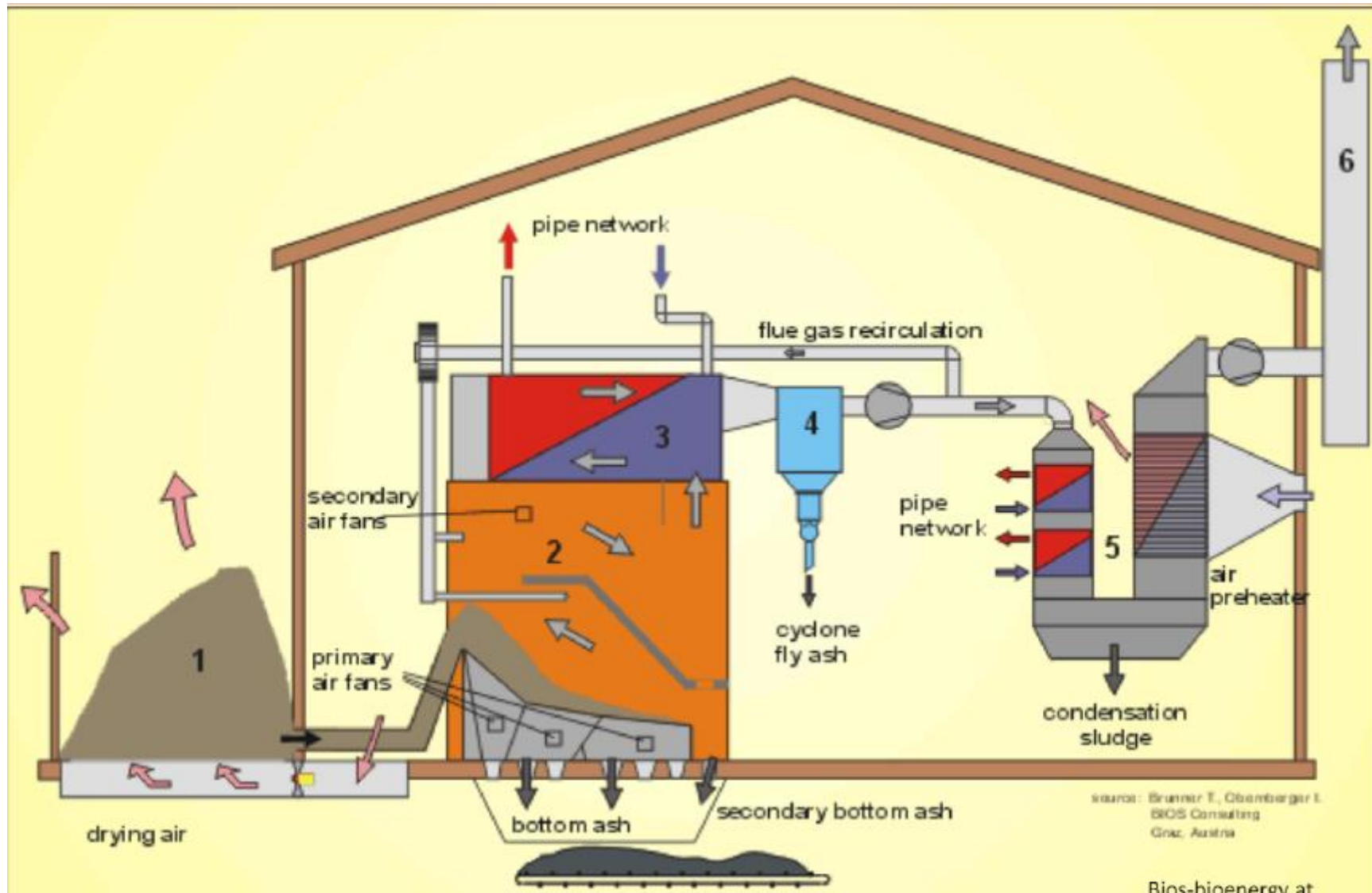
dvostruka čelična cijev s izolacijom od PU pjene, detekcijom curenja, difuzijskom barijerom i plastičnim omotačem

uvijek koristite visoke standarde izolacije!

Quelle: 1,2 Kelit; 3 Isoplus



# TOPLANA NA BIOMASU SA SUSTAVOM REKUPERACIJE TOPLINE (KONDENZACIJA DIMNIH PLINOVA)





## Prednosti

- odvajanje mreže i proizvodnja topline
- Efikasniji rad kotla na biomasu
- Pokriva vršno opterećenje
- bolja integracija industrijske otpadne topline ili drugih obnovljivih izvora topline



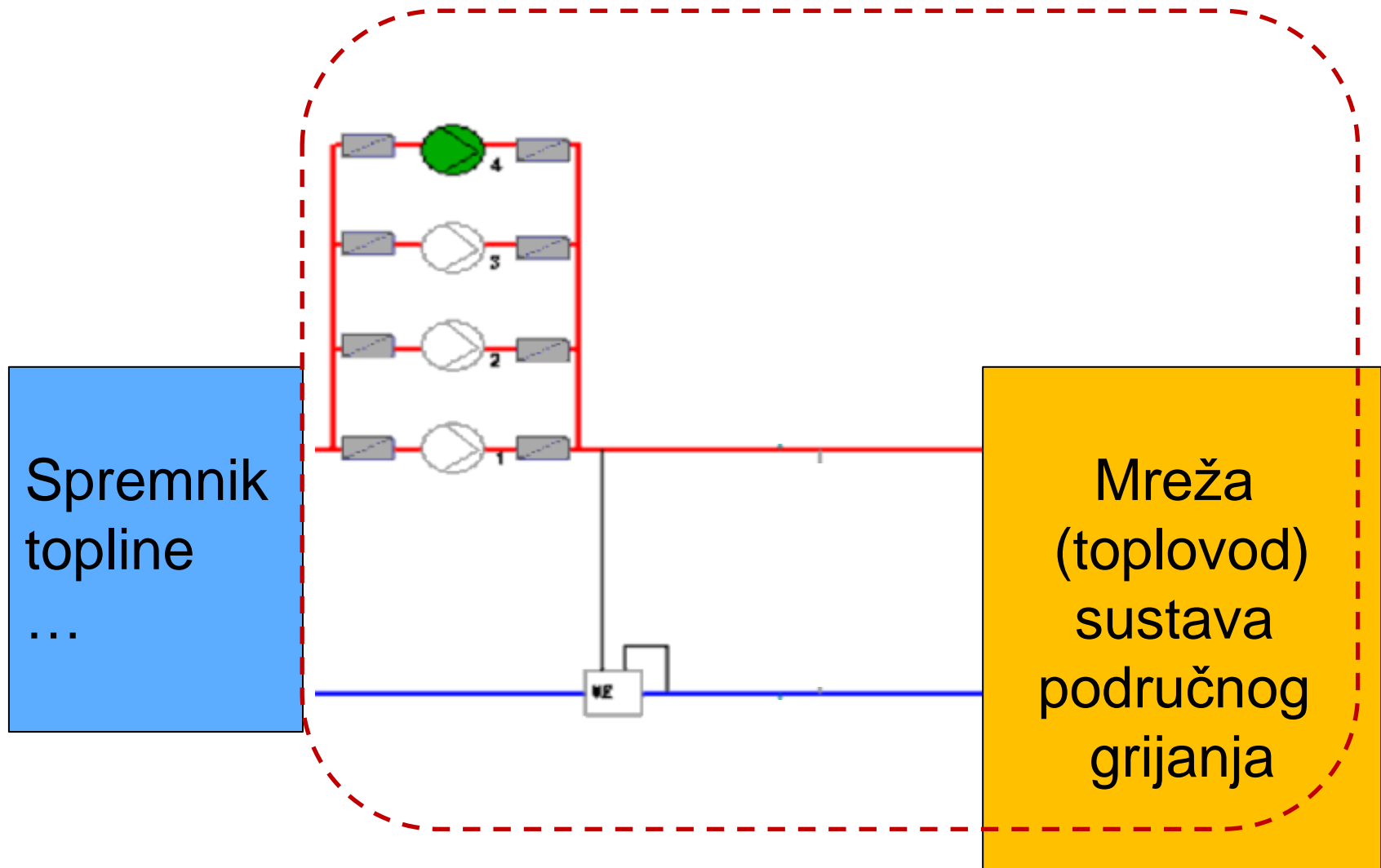
- kako bi se utvrdio stupanj iskorištenosti sustava opskrbe toplinom, pretpostavlja se godišnji stupanj iskorištenja (paušalno) 85% za sustav kotla (kotao na biomasu i fosilna goriva)
- "dobici topline" iz solarnog toplinskog sustava i iz izvora otpadne topline mogu se uzeti u obzir kako bi se povećao stupanj iskorištenosti
- ukupna stopa iskorištenosti (opskrbljivač toplinskom energijom i mrežni sustav) rezultat je multipliciranja, stopa iskorištenosti
- ne smije pasti ispod 75% prema smjernicama za financiranje (Austrija)





# Praktični primjeri mjera optimizacije

## Od centraliziranog toplinskog sustava do krajnjeg potrošača (kupca)



## Osnove za upravljanje toplinskom mrežom

- ◆ Minimizirajte gubitke u toplinskoj mreži
- ◆ Minimizirajte energiju pumpe

**Minimizirajte  
temperaturu povratnog  
voda!**

Betriebszeit:	8760 h
Temperatur Vorlauf:	85 °C
Temperatur Rücklauf:	55 °C
Temperatur Erdreich:	10 °C
Verkaufte Wärmemenge:	3.224 MWh

Rohrdimension	Rohrlänge	Wärmedurchgangskoeff. T-abhängig	Verlust-Leistung	Fiktiver Jahreswärmeverlust
[Text]	[m]	[W/mK]	[kW]	[kWh/a]
10	11	13	14	15
DN 20	1.543	0,1261	11,7	102.245
DN 25	3.988	0,1130	27,0	236.875
DN 32	3.997	0,1340	32,1	281.527
DN 40	2.194	0,1450	19,1	167.229
DN 50	1.298	0,1840	14,3	125.538
DN 65	1.961	0,2070	24,4	213.308
DN 80	736	0,2160	9,5	83.613
DN 100	1.077	0,2499	16,1	141.464
DN 125	681	0,2851	11,7	102.094
<b>Summe:</b>	<b>17.476</b>		<b>165,97</b>	<b>1.453.893</b>

### Ergebnis:

Netzlänge-Trasse :	8.738 trm
Netzlänge Rohrleitungsnetz :	17.476 m
Spreizung im Auslegungsfall :	30 °C
Wärmeverlustleistung Netz :	165,97 kW
Jahreswärmeverlust (auf Basis der derzeit angenommenen Betriebsweise) :	1.454 MWh
Maximalwärmeverlust - Referenzwert :	1.454 MWh
Verk. Jahreswärmemenge inkl. Netzverlust :	4.678 MWh
<b>Prozentueller Referenzwert Netzverlust :</b>	<b>31,08 %</b>

Betriebszeit:	8760 h
Temperatur Vorlauf:	85 °C
Temperatur Rücklauf:	40 °C
Temperatur Erdreich:	10 °C
Verkaufte Wärmemenge:	3.224 MWh

Rohrdimension	Rohrlänge	Wärmedurchgangskoeff. T-abhängig	Verlust-Leistung	Fiktiver Jahreswärmeverlust
[Text]	[m]	[W/mK]	[kW]	[kWh/a]
10	11	13	14	15
DN 20	1.543	0,1261	10,2	89.464
DN 25	3.988	0,1130	23,7	207.266
DN 32	3.997	0,1340	28,1	246.336
DN 40	2.194	0,1450	16,7	146.325
DN 50	1.298	0,1840	12,5	109.846
DN 65	1.961	0,2070	21,3	186.645
DN 80	736	0,2160	8,4	73.161
DN 100	1.077	0,2499	14,1	123.781
DN 125	681	0,2851	10,2	89.332
<b>Summe:</b>	<b>17.476</b>		<b>145,22</b>	<b>1.272.156</b>

### Ergebnis:

Netzlänge-Trasse :	8.738 trm
Netzlänge Rohrleitungsnetz :	17.476 m
Spreizung im Auslegungsfall :	45 °C
Wärmeverlustleistung Netz :	145,22 kW
Jahreswärmeverlust (auf Basis der derzeit angenommenen Betriebsweise) :	1.272 MWh
Maximalwärmeverlust - Referenzwert :	1.272 MWh
Verk. Jahreswärmemenge inkl. Netzverlust :	4.496 MWh
<b>Prozentueller Referenzwert Netzverlust :</b>	<b>28,29 %</b>

## Primjer izračuna gubitaka topline u mreži

	85 / 55 °C	85 / 40 °C	Difference
Energija prodana kupcima [MWh/a]:	3.224	3.224	0
Ø ΔT dovod/povratni tok [°C]:	30	45	15
Kapacitet gubitaka [kW]:	166,0	145,2	20,7
Godišnji gubici topline:	1.454	1.272	182
Energy isporučena u mrežu:	4.678	4.496	182
Godišnja količina vode za pumpe:	137.083	87.838	49.245
El. energija za pumpe:	27.965	9.470	18.495

**Ušteda (biomasa) - 12,5 %**

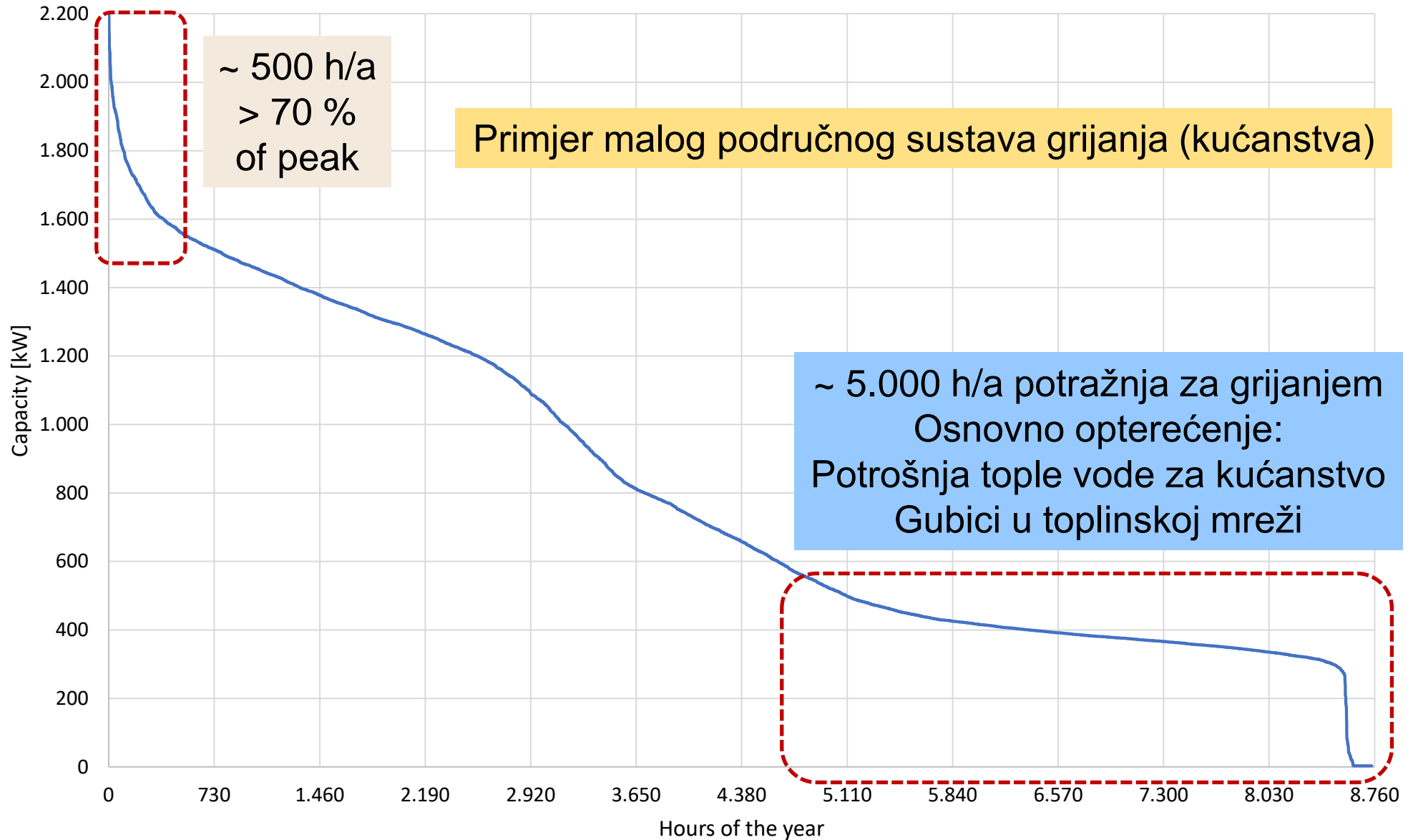
**Ušteda el. energije pumpa - 66,1 %**



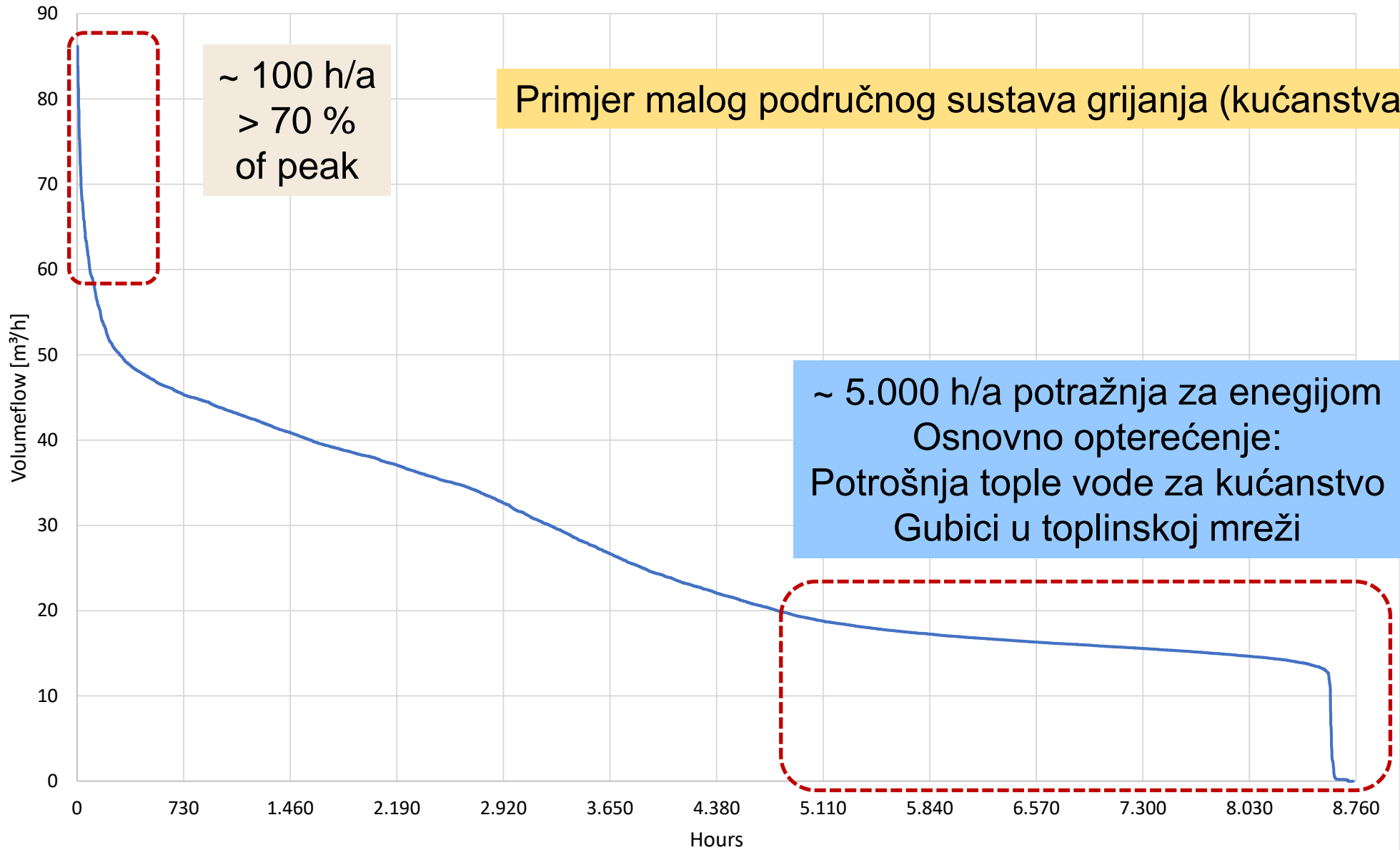
## Podaci na koje je potrebno obratiti pozornost!!

- ◆ Mjerač topline područnog sustava grijanja
- ◆ Vrijednosti (po satima) kroz jednu godinu
  - Volumenski protok [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]
  - Temperatura dovoda [ $^{\circ}\text{C}$ ]
  - Povratna temperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- ◆ Krivulja godišnjeg trajanja toplinskog kapaciteta
- ◆ Krivulja trajanja godišnjeg protoka

Example of an annual heat capacity duration curve



Example of an annual volume flow duration curve



~ 100 h/a  
> 70 %  
of peak

Primjer malog područnog sustava grijanja (kućanstva)

~ 5.000 h/a potražnja za energijom  
Osnovno opterećenje:  
Potrošnja tople vode za kućanstvo  
Gubici u toplinskoj mreži

## Važne informacije za dimenzioniranje crpke

- ◆ Točka projektiranja crpnih pumpi => najveći volumski protok
- ◆ ~ 95 % vremena - < 60 % vršnog volumskog protoka
- ◆ ~ 43 % vremena - < 25 % vršnog volumskog protoka
- ◆ Puni raspon => često je potrebno više od 1 pumpe
- ◆ Posebno je potrebno obratiti na “ljetni rad” => 43 % vremena između 10 – 20 m<sup>3</sup>/h



# Burgenland

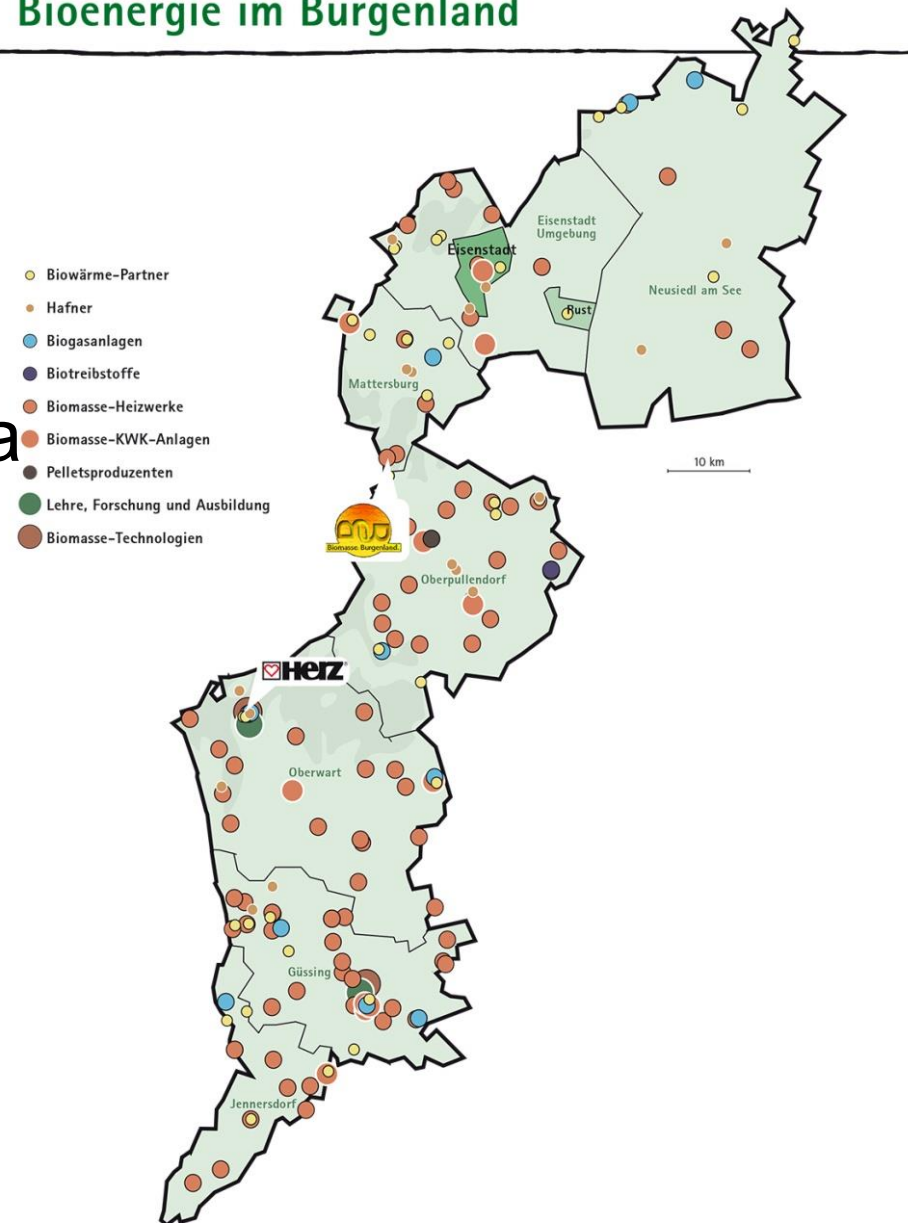
- ◆ 80 postrojenja
- ◆ Snaga - 74 MW
- ◆ 2016: 511 TJ topline

Quelle: Bioenergie im Burgenland, Biomasseverband

- ◆ Mala područna postrojenja sa sa sličnim problemima:

- Toplovod sa niskom linearnom gustoćom topline
- Potrošači uglavnom kućanstva
- Visoki gubici u mreži

## Bioenergie im Burgenland



Quelle: [https://www.biomasseverband.at/wp-content/uploads/Bioenergie\\_im\\_Burgenland.jpg](https://www.biomasseverband.at/wp-content/uploads/Bioenergie_im_Burgenland.jpg)

## Mischendorf

- ◆ Godina izgradnje 2007
- ◆ Kotao na biomasu: 320 kW
- ◆ Rezervni kotao na lož ulje (u slučaju opterećenja): 400 kW
- ◆ Spremnik: 15 m<sup>3</sup>
- ◆ Duljina toplovoda: ~ 2.800 m
- ◆ 26 potrošača
- ◆ ~ 700 MWh/a topline prodano potrošačima (kupcima)

## Zaključci na primjerima iz prakse

- ◆ Mjerni podaci najvažniji su izvor informacija
- ◆ Mrežne pumpe područnog sustava => često potencijal za uštedu električne energije
- ◆ Minimizirajte temperaturu povrata
- ◆ Optimizacija na strani potrošača
  - Početi sa velikim potrošačima
  - Provjerite prosjek  $\Delta t$  [°C] ili energiju koja proizvodi pumpa [m<sup>3</sup>/MWh]

# QM SUSTAV UPRAVLJANJA KVALITETOM - QM HOLZHEIZWERKE®

## Sustav upravljanja kvalitetom za centralizirane toplinske sustave na biomasu

- Predstavlja standard kvalitete za toplane na biomasu koji su zajednički razvili partneri iz Švicarske, Austrije te njemačkih saveznih država Baden-Württemberg, Bavarske i Rheinland-Pfalz
- Glavni aspekti standarda kvalitete uključuju profesionalno projektiranje, planiranje i provedbu projekta toplane i pripadajuće distribucijske mreže.
- Q-smjernice opisuju standardni postupak koji se provodi u okviru **QMstandard®** i njima se definiraju zahtjevi kvalitete koji trebaju biti ispunjeni za izgradnju toplane na biomasu
- Dokument je preveden na hrvatski jezik u sklopu projekta ENTRAIN te će dostaviti e-mailom svim članovima radne skupine

**CILJ:** Adaptacija i usvajanje austrijskog sustava upravljanja kvalitetom “QM Holzheizwerke”





# PROCES UPRAVLJANJA KVALITETOM

## KORAK 5: PRAĆENJE I OPTIMIZACIJA



Projektna ideja



Izvor:  
Fernwärme Mariazell

### QM za područne sustave grijanja na biomasu

Korak 1: Preliminarna studija

Korak 2: Detaljno planiranje

Korak 3:

Poziv za podnošenje prijedloga i dodjela zadataka

Korak 4:

Izgradnja i puštanje u rad

Korak 5:

Praćenje i optimizacija

**Upravitelj  
kvalitetom**  
Q-Planiranje  
Q-Smjernice  
Vrednovanje  
Praćenje  
Optimizacija

### ■ Korak 5

- Jesu li ispunjeni zahtjevi Q prema planu Q
- Nadzor postrojenja / evaluacija rada
- Provjerite da li je tehnička dokumentacija potpuna
- Za detalje pogledajte popis za provjeru u Q-smjernicama (504-533)

# ZAŠTO OPTIMIZACIJA OD POČETKA?

- Unatoč pravilnom planiranju projekta, izgradnji i stručnom puštanju u rad uz probni rad, optimalan rad sustava obično nije moguć na početku zbog:
  - nesigurnost planiranja zbog raspona fluktuacije u izračunu potražnje za toplinom
  - probni rad ne može predstavljati sve radne uvjete koji se javljaju tijekom cijele godine rada
  - nedostatak operativnog iskustva u pogledu ponašanja i dinamike upravljanja postrojenjem
  - mijenjanje asortimana goriva i promjene kvalitete (npr. sadržaj vode)
  - povećanje opskrbe toplinom zbog proširenja i zgušnjavanja grijaće mreže (planirana prodaja toplinske energije često se postiže tek nakon nekoliko godina)



- Nadzor i optimizacija rada su neophodni
  - već na početku faze rada (Korak 5)
  - treba uspostaviti kontinuirani nadzor postrojenja tijekom rada i kontinuiranu optimizaciju rada
- QM: obvezno praćenje i optimizacija za Korak 5
  - vidjeti Priručnik za planiranje QM -a za više pojedinosti kako postupiti
- Obvezna godišnja izvješća o poslovanju (u Austriji za prvih 10 godina rada)
- Jednom je, tijekom posjeta pogonu, dovedena u pitanje strategija upravljanja/rada postrojenja, a odgovorni operater je odgovorio:  

“Imali smo 50 grupa koje su posjetile naše pogone i sve to sa oduševljenjem! Kako možeš kritizirati moje postrojenje?”



- zahtjevi za opremu za nadzor prema QM -u definirani su standardnim hidrauličkim shemama
- Standardne hidraulične sheme nude cjelovito rješenje u vezi rješenja hidrauličkog kruga / prikladnog koncepta upravljanja i strategije / nadzora
- Popis mjernih točaka u poglavljima „Snimanje podataka za optimizaciju rada“
- Definicija načina provedbe snimanja i praćenja podataka
  - Obvezno prema QM -u već tijekom planiranja!
  - Hardver - zapisnik podataka/PLC/I & C sustav i pristup
  - Snimanje podataka - format i rukovanje
  - Odgovornosti - tko izvozi i ocjenjuje podatke?



- Sustav za bilježenje podataka mora ispunjavati sljedeće minimalne zahtjeve (između ostalih):
  - Automatsko snimanje i pohranjivanje svih izmjerenih vrijednosti u visokoj vremenskoj rezoluciji (preporuka QM Holzheizwerke: interval mjerenja od 10 sekundi i interval snimanja od 5 minuta srednjih vrijednosti).
  - Opcija izvoza prilagođena korisniku za sve izmjerene, izračunate i pohranjene operative podatke u općenito čitljivom formatu podataka (npr. Tekstualne datoteke u .csv formatu)
  - Redovito sigurnosno kopiranje svih operativnih podataka na neovisnom sustavu





# POPIS ODGOVARAJUĆIH MJERNIH TOČKA

□	Standard	Mjerne točke	Ref.
□	Standard	Temperatura vanjskog zraka	T201
□	Standard	Ulazna temperatura kotla na biomasu	T211
□	Standard	Vanjska temperatura kotla na biomasu	T212
□		Temperatura vode u kotlu (druga mjerna točka)	T213
□	Standard *	Glavna temperatura opskrbe nakon spremnika	T242
□	Standard	Glavna temperatura povrata prije spremnika	T243
□	Standard *	Glavna temperatura povrata nakon spremnika	T244
□	Standard	Temperatura spremnika (pri vrhu)	T231
□	Standard	Temperatura spremnika	T232
□	Standard	Temperatura spremnika (u sredini)	T233
□	Standard	Temperatura spremnika	T234
□	Standard	Temperatura spremnika (na dnu)	T235
□	Standard *	Temperatura povrata spoja razlike tlaka	T251
□	Standard	Temperatura polaza priključka na diferencijalni tlak	T261
□	Standard *	Temperatura povrata spoja na diferencijalni tlak	T262
□	Standard	Količina topline/izlaz Kotao na biomasu /mjerač toplinske energije**	W211
□		Količina vode/protok Kotao na biomasu /mjerač toplinske energije**	W211
□	Standard	Zadana vrijednost kotla na biomasu sa stopom paljenja	
□		Unutarnja zadana vrijednost kotla za brzinu paljenja (povratni kotao na biomasu)	
□	Standard	Stvarna vrijednost stanja punjenja spremnika	
□	Standard	Kotao na biomasu s temperaturom ispušnih plinova	
□		Kotao na biomasu s temperaturom peći	
□	Standard *	Kotao na biomasu – rad na preostali kisik	
		Mjerne točke Odvajač čestica; tip:	

\*Kako bi se smanjio napor za snimanje podataka, smanjenje za ove mjerne točke prihvaća se kao dopušteno odstupanje za optimizaciju rada.

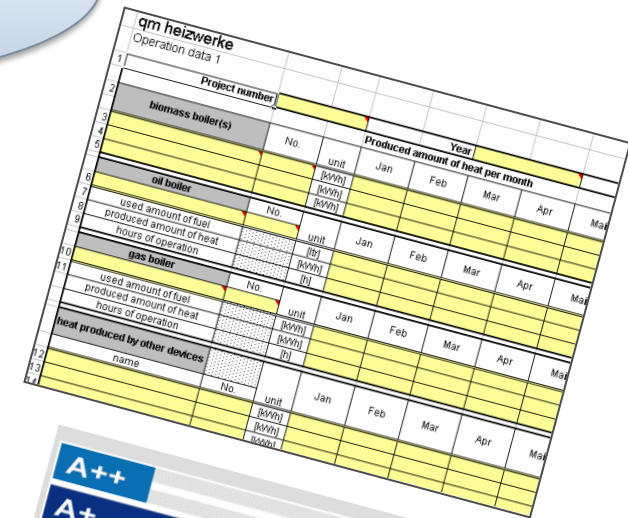
\*\*Mjerač topline mora biti opremljen sučeljem za bilježenje količine topline [kWh] ili količine vode [m<sup>3</sup>]. Trendovi u pogledu snage [kW] ili volumenskog protoka [m<sup>3</sup>/h].



# OPERATIVNI IZVJEŠTAJI

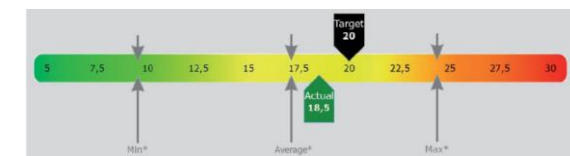
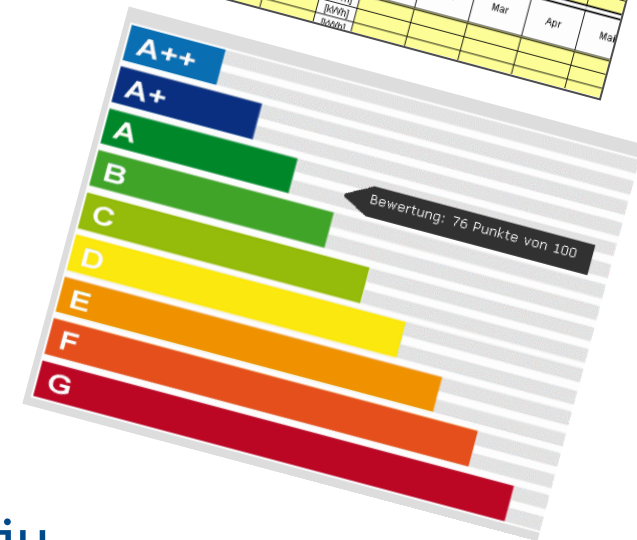
Više od 2.100  
izvješća

- Godišnja izvješća o radu učitavaju se u bazu QM -a (Korak 5) 5 u Austriji
  - Sadrži osnovne podatke o radu
- Povratne informacije tijelu za financiranje, operateru postrojenja, Q-menadžeru,...
- Omogućuje benchmarking - uslugu QM Heizwerkea za motiviranje operatera da procijene operativne podatke, identificiraju potencijale optimizacije i provedu mjere optimizacije



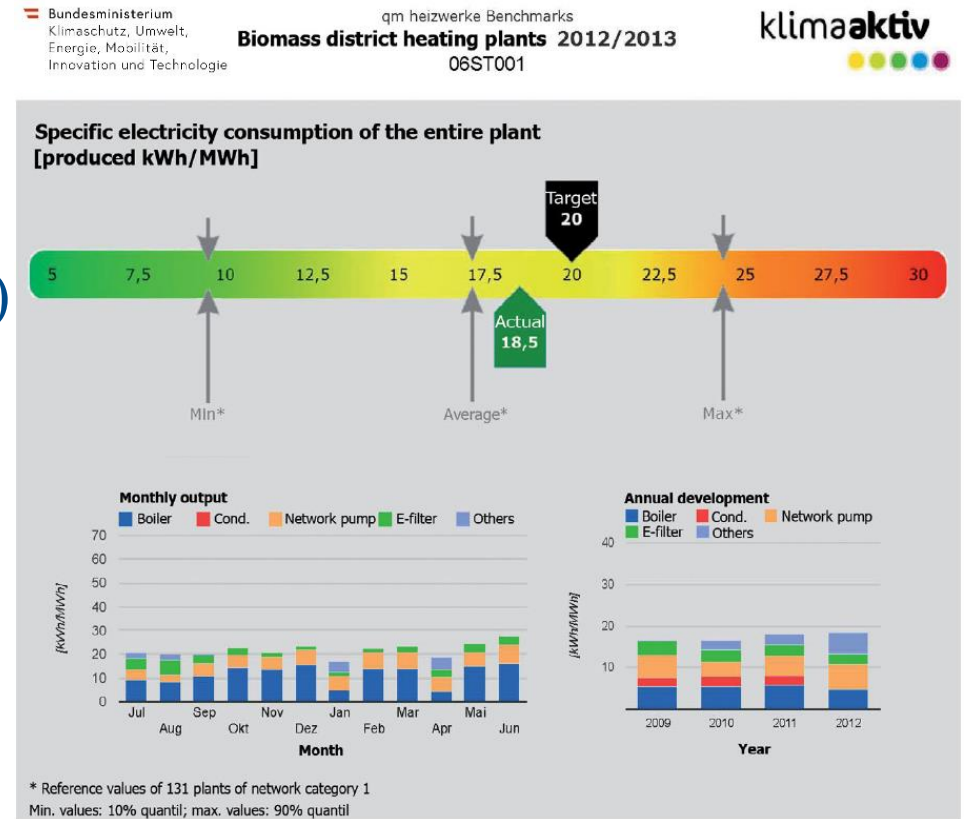
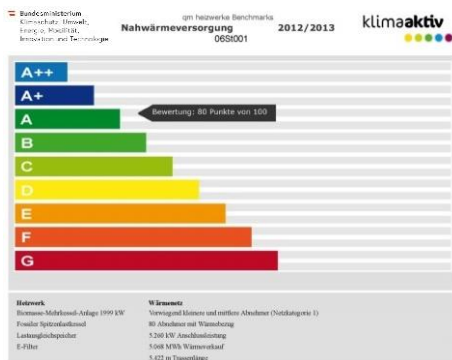
qm heizwerke  
Operation data 1

Project number		Year						
		Produced amount of heat per month						
1	biomass boiler(s)	No.	unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May
2			[kWh]					
3	oil boiler	No.	unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May
4			[kWh]					
5	used amount of fuel	No.	unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May
6	produced amount of heat		[kWh]					
7	hours of operation		[h]					
8	gas boiler	No.	unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May
9			[kWh]					
10	used amount of fuel	No.	unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May
11	produced amount of heat		[kWh]					
12	hours of operation		[h]					
13	heat produced by other devices	No.	unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May
14			[kWh]					
15	name							



# QM HEIZWERKE MJERILA

- Vrednovanje godišnjih izvještaja o radu
- Izračun KPI -ja
- Mjerila
  - Usporedba KPI -a s
  - Ciljanim vrijednostima (QM/financiranje)
  - i Referentnim vrijednostima (usporediva druga postrojenja)
- Ocjena postrojenja



Service and information for operators, designers and Q-managers



# KLJUČNI POKAZATELJI USPJEŠNOSTI (KPI)

- Važni ključni pokazatelji učinka (izbor)sa srednjim vrijednostima od 215 do 364 postrojenja iz baze podataka QM Heizwerke

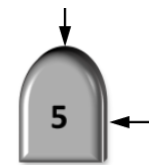
KPI	Jedinica	Ciljana vrijednost	Srednja vrijednost
Prodana toplina u usporedbi s planiranom toplinom	%	100	89.0
Linearna gustoća topline	MWh / a / m (trench)	1200	1143.0
Radni sati pri punom opterećenju (ukupni kotlovi na biomasu)	h / a	2500	2616.1
Godišnja učinkovitost proizvodnje topline	%	85	86.2
Ukupna energetska učinkovitost	%	75	71.2
Mreža daljinskog grijanja s gubicima topline	%	15	18.6
Prosječna razlika temperature između opskrbe i povrata mreže daljinskog grijanja	K	30	28.6
Specifična potrošnja električne energije cijelog postrojenja	kWh / MWh proizvedena toplina	20	17.9 <sup>12</sup>



- Nadzor i optimizacija sustava trebala bi se uspostaviti kao dio tekućeg operativnog upravljanja i trebala bi se provoditi na povremenoj bazi QM Milestone 5 je početni korak ...
- Dubinska procjena sustava
  - U slučaju tehničkih/ekonomskih problema
  - Prije (većih) proširenja toplinske mreže (toplovoda)
  - Nadogradnja sustava /modernizacija
- Praćenje podataka kroz QM sustav igra veliku ulogu
  - pouzdana osnova za planiranje održivog budućeg razvoja sustava (toplane)

**QM**  
Biomass DH Plants

Milestone 5  
(Final meeting)  
Are the Q-requirements agreed  
in the Q-plan met?





# HVALA NA POZORNOSTI!



Martina Krizmanić Pećnik  
Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske  
Andrije Žaje 10, Zagreb



[www.interreg-central.eu/entrain](http://www.interreg-central.eu/entrain)



[mkpecnik@regea.org](mailto:mkpecnik@regea.org)



@ENTRAIN\_project  
@RegeaAgency

