



**FLEKSIBILAN PRISTUP IZGRADNJI I  
KONVERZIJI MREŽA DALJINSKOG GREJANJA U  
NISKOTEMPERATURSKE, SA POVEĆANOM  
UPOTREBOM LOKALNIH SOLARNIH SISTEMA, U  
SKLADU SA PROJEKTOM HORIZON 2020**

**Roberto Garay Martinez<sup>1</sup>, Victor Sanchez Zabala<sup>1</sup>, Bojan Bogdanovic<sup>2</sup>, Radmilo Savic<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Sustainable Construction Division, Tecnalia, <sup>2</sup>PUC “Beogradske elektrane”**



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research  
and innovation programme under grant agreement No 768567

## Opšti ciljevi

- Razvoj RELaTED ULT koncepta u 4 demonstraciona projekta u Evropi.
  - Demonstracija i prikaz tehničke održivosti RELaTED
  - Razvoj dinamičkih energetskih modela demonstracionih lokacija
  - Garancija blagovremenog sprovođenja ciklusa projektovanja- tenderisanja- izgradnje – ispitivanja- analize u svim oblastima
  - Prilagođavanje RELaTED projekta radi usklađivanja sa lokalnim građevinskim / HVAC propisima i drugim administrativnim zahtevima
  - Eksperimentalna procena ULT DH koncepta i podsistema u stvarnim operativnim uslovima
  - Izrada studija opravdanosti radi izgradnje novih mreža daljinskog grejanja.
  - Izbor lokacija kandidata za energije dobijenu iz otpada/OIE
  - Studije opravdanosti.
  - Administrativne mape trase

# Demonstraciona mesta

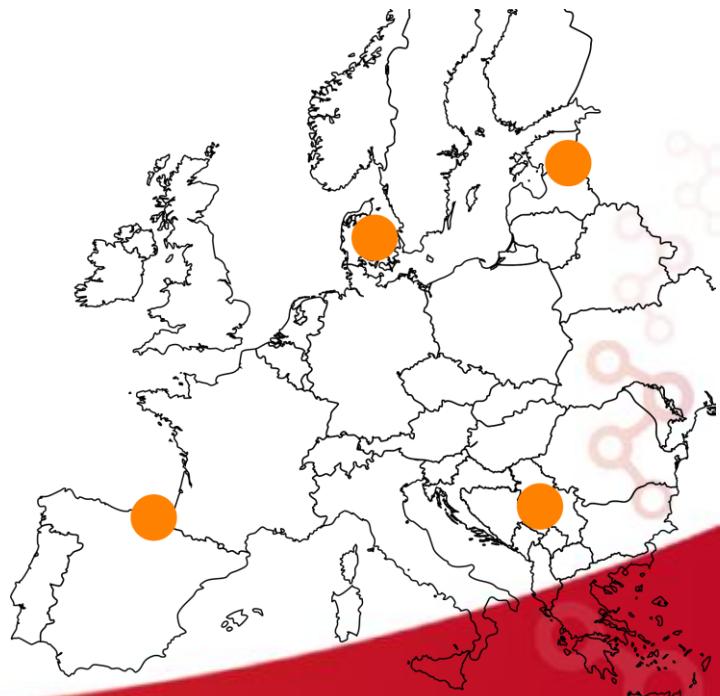
## Očekivani razvoj

RELaTED će biti demonstriran na 4 odabране lokacije:

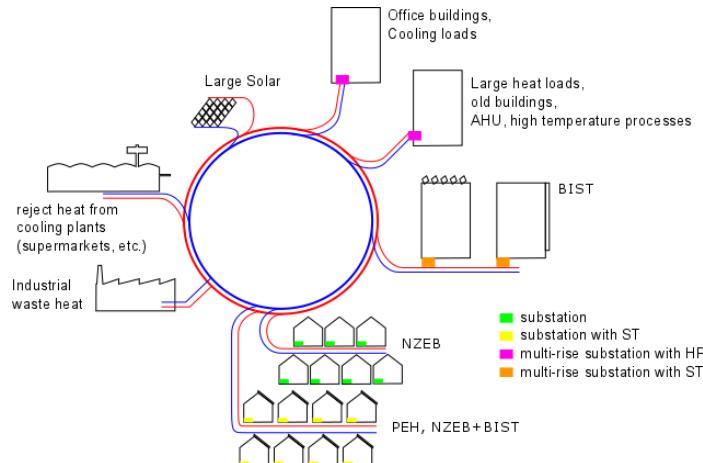
- Izgradnja na zelenoj površini VINGE, DK
- Mreža daljinskog grejanja sa velikim udalom biomase u TARTU, EE
- Velika mera daljinskog grejanja sa inkorporacijom velikih resursa OIE u BEOGRADU, SR
- Korporativna mreža daljinskog grejanja u IURRETA, ES

2 regiona za studije opravdanosti:

- Mazovia, PL
- Baskija, ES



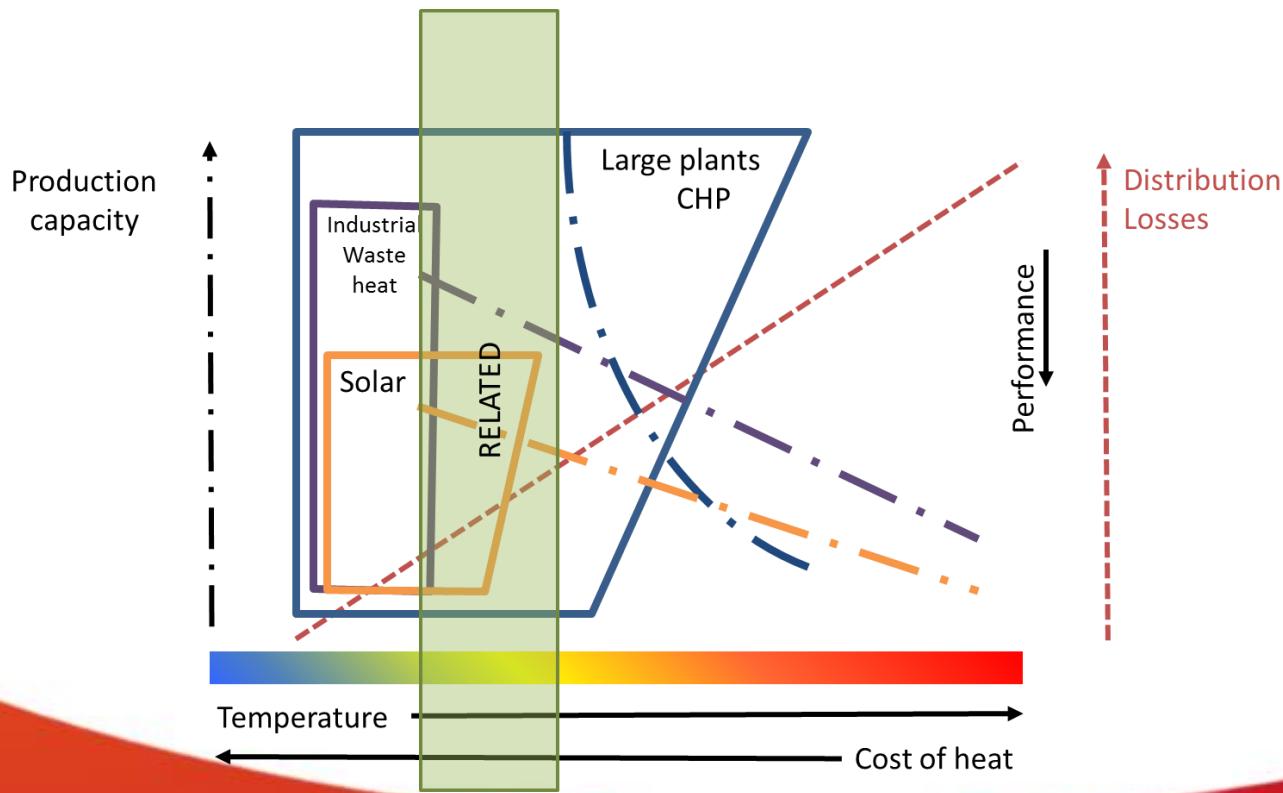
# Ciljevi projekta



## Koncept RELaTED

- Ultra-nisko temperturni (ULT) sistem ( $\sim 45^{\circ}\text{C}$ )
- Decentralizovana mreža daljinskog grejanja
- Zgrade kao energetski čvorovi
- Podstanice koje omogućavaju dvosmernu razmenu toplotne energije
- Uključivanje izvora toplote niskog stepena
- Toplotne pumpe vraćaju toplotu iz hlađenja (klimatizacija, ventilacija, hlađenje supermarketa itd.).
- Decentralizovani solarni sistemi ugrađeni u zgradama

# Temperature i tehnologije



# Temperatura - ciljevi

**Tipični temperaturni nivoi za postojeće mreže daljinskog grejanja i cilj ULT za ovaj projekat:**

- - DG visoko temperaturni sistem (HT), 100/50 °C
- - DG nisko temperaturni sistem (LT), 80/40 °C
- - DG veoma nisko temperaturni sistem (VLT), 60/30 °C
- - **DG Ultra nisko temperaturni sistem (ULT), 45/30 °C**
- - sistemi daljinskog hlađenja (SDG), 10/15 °C

**ULT DH**

**Ultra Low  
Temperature  
District Heating**

**Sistemi za grejanje prostora**, posebno će se baviti opcijama / preprekama za prilagođavanje postojećih sistema za grejanje prostora projektovanih za veću temperaturu za rad na nižim temperaturama. Indikativne projektovanje temperature sistema grejanja za različite sisteme daljinskog grejanja su sledeće:

- - DG 100°C(potis)/50°C(povrat) -> Grejni sistem 90°C(flow)/50°C(return) -> Tip sistema: Radiatori.
- - DG 80°C(potis)/40°C(povrat) -> Grejni sistem 70°C(flow)/40°C(return) -> Tip sistema: Radiatori.
- - DG 60°C(potis)/30°C(povrat) -> Grejni sistem 55°C(flow)/30°C(return) -> Tip sistema: Radiatori.
- - DG 45°C(potis)/35°C(povrat) -> Grejni sistem 35°C(flow)/30°C(return) -> Tip sistema: Podno grejanje.

**Sistem potrošne tople vode (PDV)** će se baviti npr. problemima legionele vezanim za korišćenje niskih temperatura

# Nove tehnologije

WP3 će razviti podsisteme za kritične delove ULT DH mreže koji nisu komercijalno dostupni. To su:

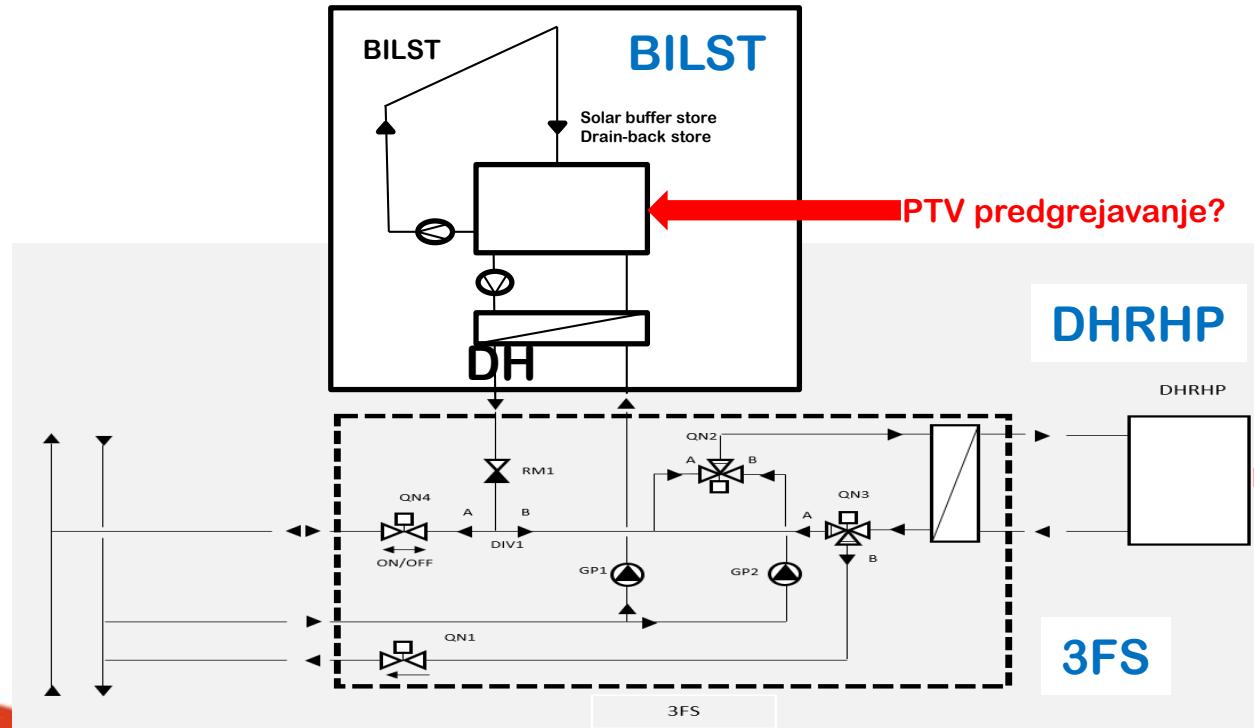
- Podstanica sa tri funkcije (3FS)
- Solar – termal sistemi ugrađeni u zgrade (BILTST)
- Koncept reverzibilne toplotne pumpe za primarni krug povezan sa GD (DHRHP).

**Definicija šema povezivanja na DG i internal HVAC sistemi u zgradama,  
Procena energetskog učinka, prototipovi izgradnja i ispitivanja.**

**Krajnji cilj WP je postizanje besprekorne integracije sa konceptom RELaTED  
ULT DH i šeme za prelazak razvijene u WP2,  
i isporuka prototipova na sve demonstracione lokacije u Evropi.**



# Nove tehnologije



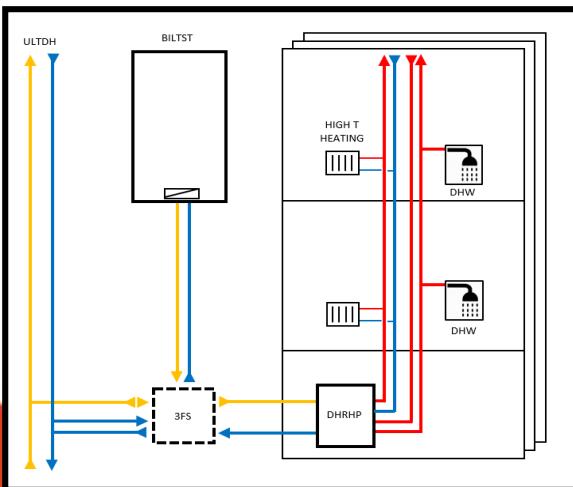
# Zadatak 3.3 Razvoj 3FS sistema(Matteo, METRO THERM)



## Aktivnosti i dostignuća:

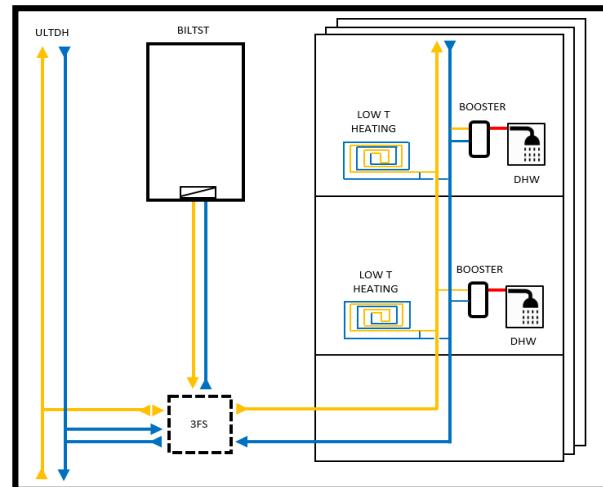
- Prvi deo izveštaja za D3.3.1 (Cilj 3.6) Opšta specifikacija za 3FS sistem(e) nacrt
- Predloženi su različiti 3FS dijagrami protoka u zavisnosti od:
  - DG temperature (ULTDH u odnosu na LTDH)
  - Tipa zgrada(postojeće u odnosu na nZEB)
  - Dostupnost obnovljivih izvora toplotne energije (sa BILST ili bez)

ULT DH



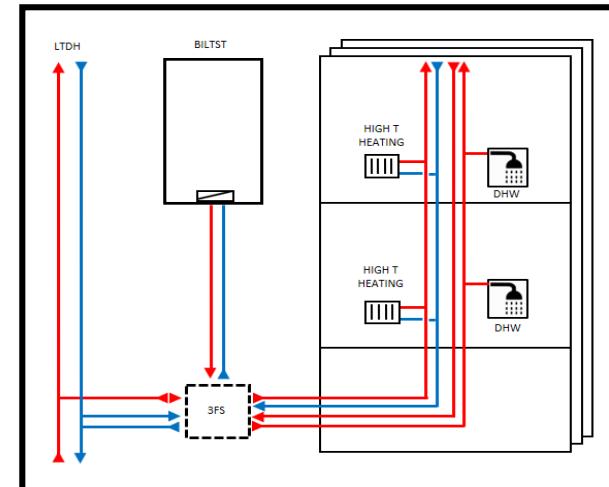
Postojeći

ULT DH



nZEB

LTDH



Postojeći

# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija



Daljinsko grejanje Beograda u okviru  
BEOELEKTRANA,

- Instalisani kapacitet oko 3GW
- 60 toplotna izvora
- Mreža daljinskog grejanja 750 km  
(povećava se svake godine)

Aktivnosti u okviru RELaTED:

- 5 stambenih blokova (Vinogradski Venac 36)
- O.Š. Ujedinjene nacije (Borova 8)
- Velike intervencije u mreži. Prenosni vodovi i proizvodna postrojenja



# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

Podstanica Vinogradski Venac 36

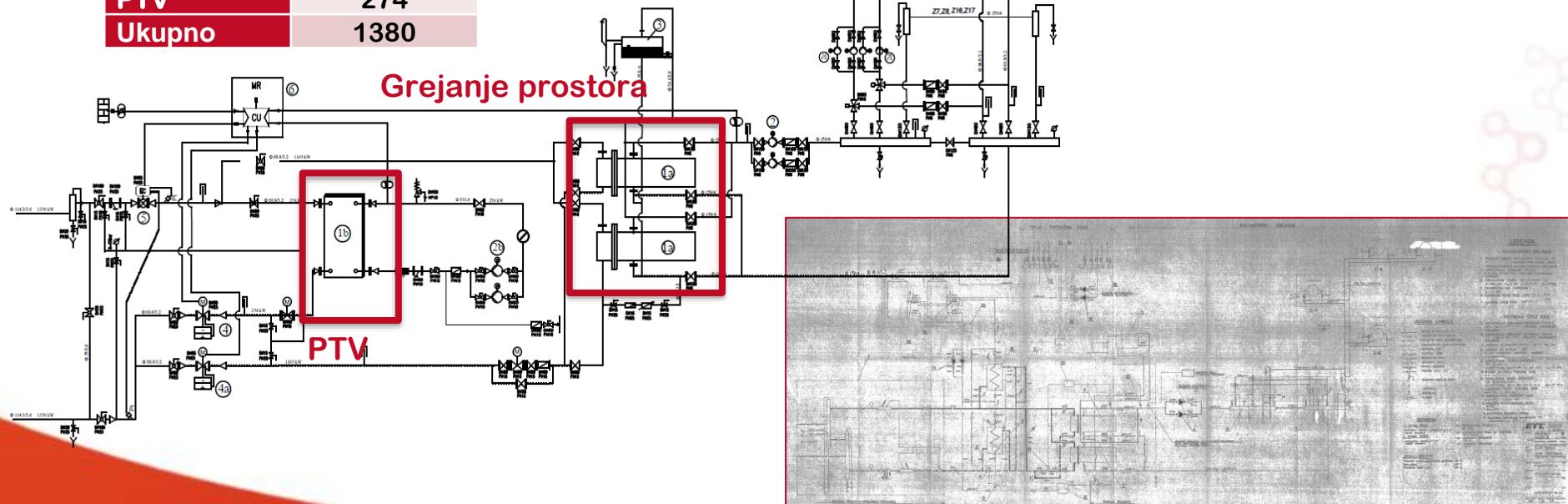


# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

Podstanica Vinogradski Venac

36

Podsistem	Power [kW]
Radiatori	1.105
PTV	274
Ukupno	1380



# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

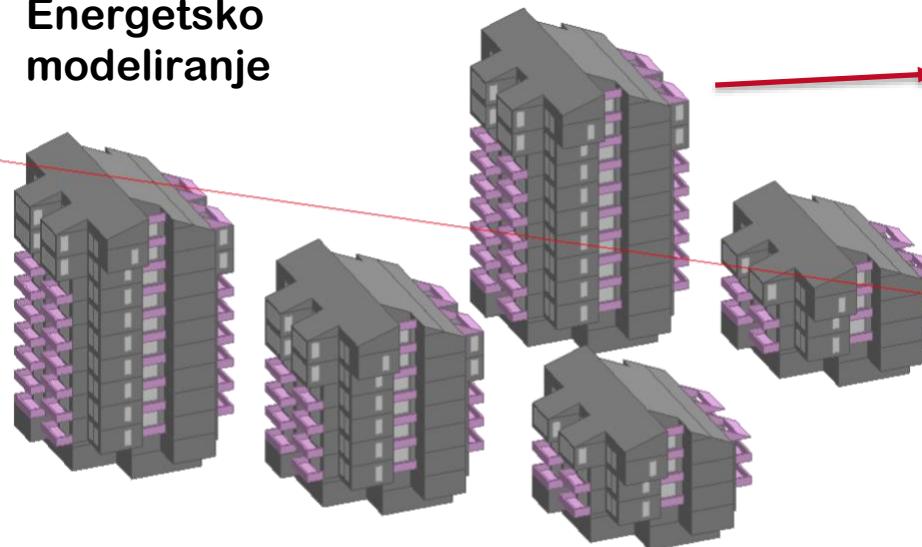
Substation Vinogradski Venac 36

Radni uslovi	Primarni krug	Sekundarna strana
grejanje	Strana daljinskog grejanja	Radijatorsko grejanje
Tpotis [C]	120	80
Tpovrat [C]	65	60
Nominalni protok	18,07	62
Radni uslovi	Primarni krug	Sekundarni krug
PTV	Strana DG	PTV
Tpotis [C]	65	50
Tpovrat [C]	22	10
Nominalni protok [m <sup>3</sup> /h]	5,61	7,8

# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija



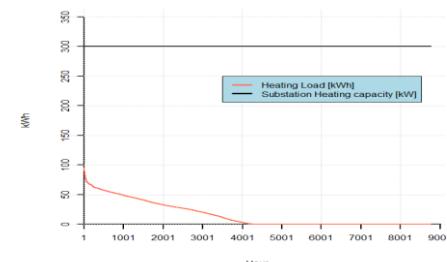
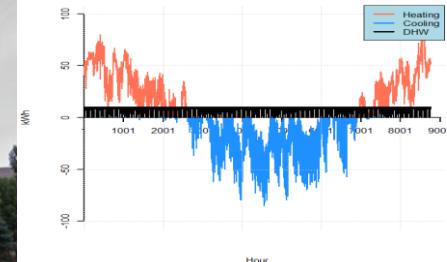
## Energetsko modeliranje



Vinogradski Venac 29



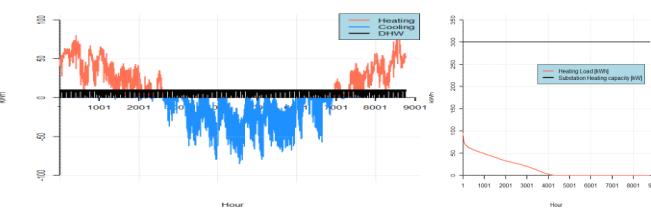
Prizemlje + 9  
38 satnova



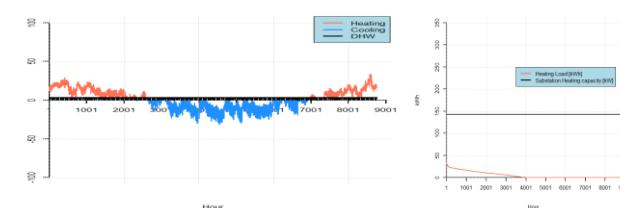
# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

Analiza konzuma za grejanje i hlađenje

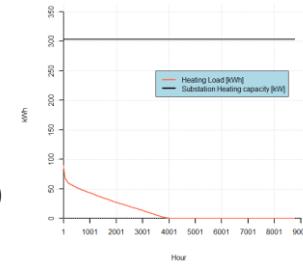
Vinogradski Venac 29



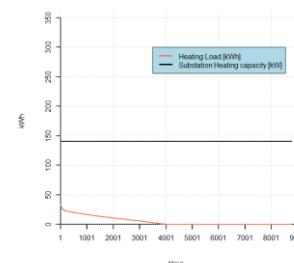
Vinogradski Venac 31



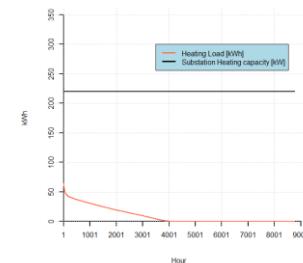
Vinogradski Venac 36



Vinogradski Venac 40



Vinogradski Venac 38



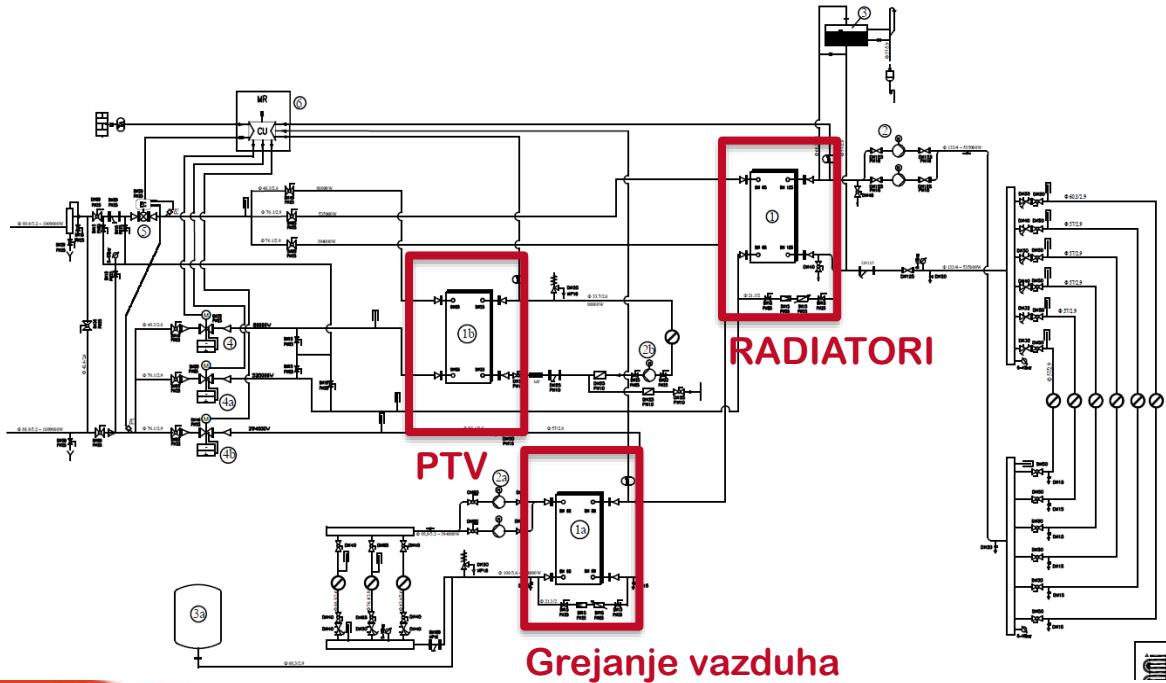
# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

Podstanica Borova 8 – O.Š. „Ujedinjene nacije“



# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

## Podstanica Borova 8 – O.Š. „Ujedinjene nacije“



Podsistem	Snaga [kW]
Radiatori	550
Grejanje vazduha	400
PTV	140

# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

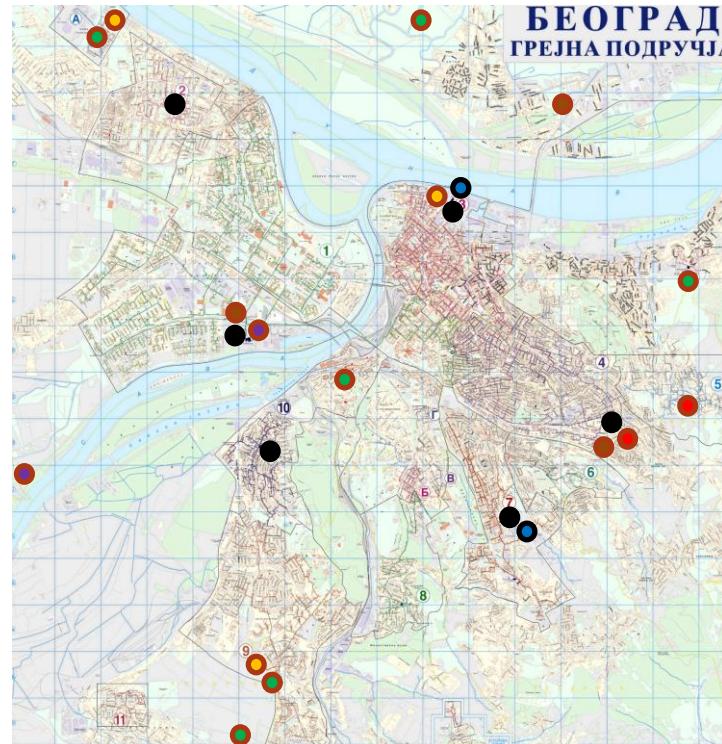
Podstanica Borova 8 – O.Š. „Ujedinjene nacije“

Koncept	Primarni krug	Sekundarni krug
	DG strana	Radijatorsko grejanje
Tpotis [C]	120	80
Tpovrat [C]	65	60
Nominalni protok	8,8	30,1
Koncept	Primarni krug	Sekundarni krug
	DG strana	Grejanje vazduha
Tpotis [C]	120	80
T povrat [C]	65	60
Nominalni protok	6,4	20
Koncept	Primarni krug	Sekundarni krug
	DG strana	PTV
T potis [C]	65	50
T povrat [C]	22	10
Nominalni protok [m <sup>3</sup> /h]	1,62	2

# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

## Dugoročni plan

- Elektrana
- Energija iz otpada
- Solar termal
- Biomasa
- CHP
- Geotermal
- Toplotna pumpa



# Demonstraciona lokacija Beograd, Srbija

## Plan delovanja

### Vinogradski Venac

- Smanjenje radnih temperatura u mreži
  - Proveravanje komfora u kritičnim stanovima
  - Izračunati toplotni bilans mreže

### O.Š. Ujedinjene nacije

- Rekonstrukcija podstanice3FS
  - Potencijalno povećanje protošnje PTV
- Ugradnja BILTST
  - Kosi krov okrenut istoku
- Smanjenje opterećenja vezano za zamenu prozora (u toku)

### Velike intervencije

- Uticaj na mešovitu proizvodnju

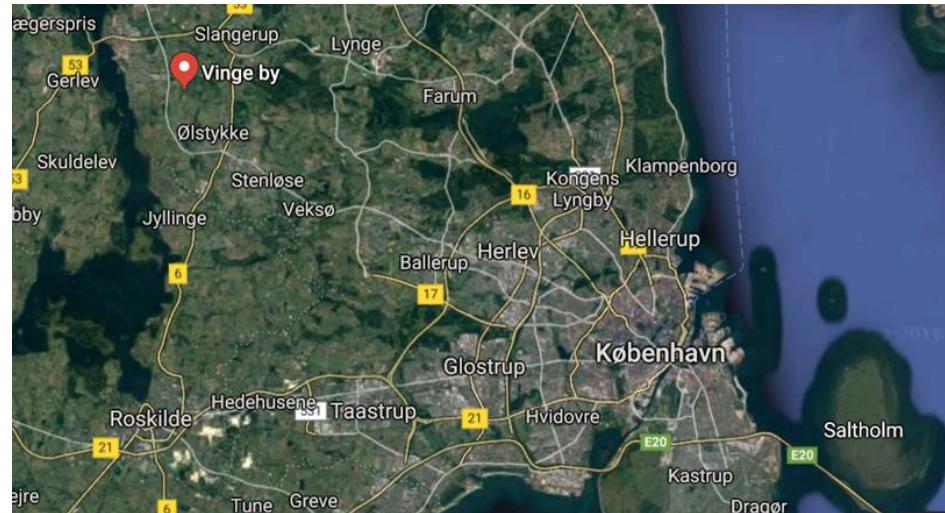
# Demonstraciona lokacija u Vinge, Danska

## Vinge:

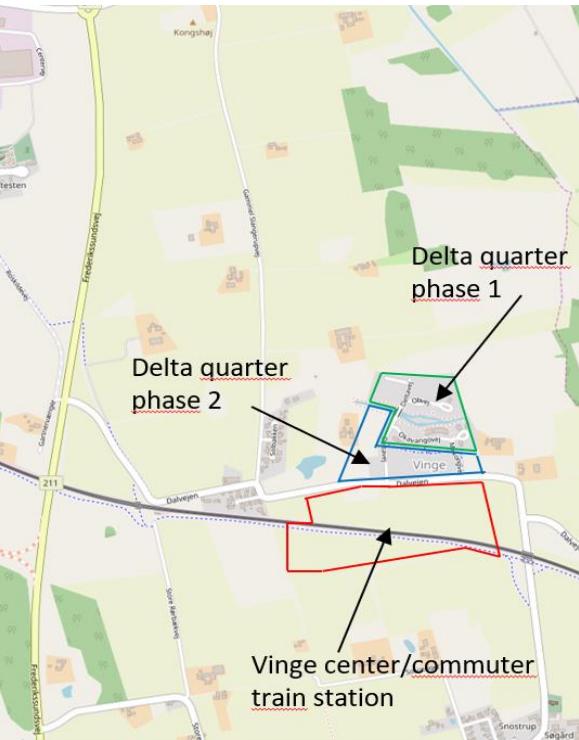
- Planirani novi grad (predgrađe Kopenhagena) od oko 20.000 ljudi sa direktnim vozom do Kopenhagena.
- Smešten u opštini Frederikssund i oko 40 km od Kopenhagena.

## VESTFOR (Vestforbrænding):

- Najveća danska kompanija za upravljanje otpadom sa 330 zaposlenih i koja je u vlasništvu 19 opština u području Kopenhagena.
- Usluge pruža za oko 900.000 ljudi i 60.000 preduzeća. Godišnje ima 1 milion tona otpada za reciklažu ili gorivo za proizvodnju energije.
- DG se snabdeva kompanija, škola, kuća i zgrada u zoni u obliku trougla koje pripada gradovima Lyngby – Herlev – Maaloev (Måløv).



# Vinge – Studija slučaja



# Demonstraciona lokacija u Vinge, Danska

## Plan delovanja

### Obim delovanja:

- Conversion of the LT DH to the ULT DH concept (reduction of the supply temperatures from 60 to 45- 50°C).
- Assessment of DH performance
  - Variations with the progressive population of the area with additional buildings.
  - Scalability of the ULT DH concept for new urban developments
  - Adaptations to the steady increase of energy demand
- Deployment of BoosterHPs & BILTST in buildings at planning stage (depends of final-user interests).

# Demonstraciona lokacija TARTU, Estonija

- 100 000 Stanovnika u gradu Tartu**
- 1687 Zgrada povezanih na DG mrežu**
- 500 GWh Godišnja prodaja TE**
- 190 GWh Godišnja proizvodnja struje**
- 240 MW Vršni konzum za DG**
- 176 km Dužima DG mreže**
- 24<sub>el</sub>/62<sub>t</sub> MW Kapacitet Bio CHP postrojenja**
- 95% TE proizvedene iz bio/local goriva**
- 14 MW Instalisan kapacitet za hlađenje**
- 3 Postrojenje za daljinsko hlađenje**
- 3,85 km Dužina mreže za daljinsko hlađenje**



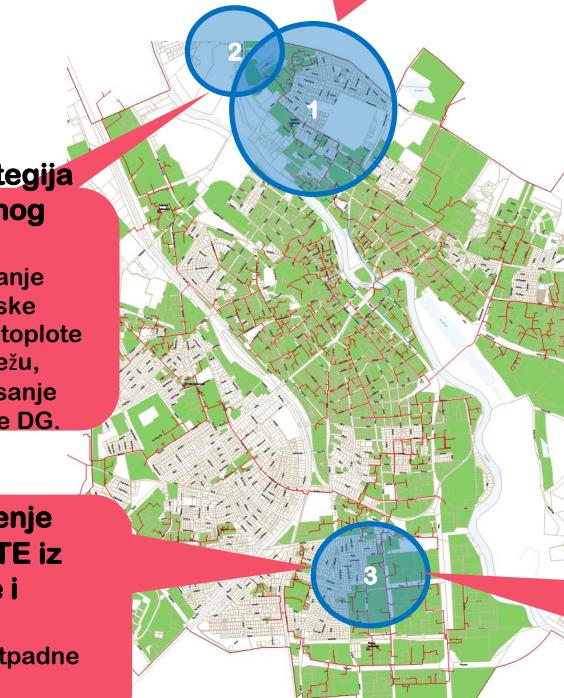
# Demonstraciona lokacija TARTU

1. Implementacija principa niske temperature u DG u oblasti Tarkon. Praćenje ponašanja korisnika DG mreže Tuglase nalaženje najboljeg mogućeg rešenja za snižavanje temperature u postojećoj mreži DG.
2. Implementacija strategije otvorenog DG korišćenjem voška TE od industrijskih korisnika. U toku su pregovori sa dva industrijska klijenta, potencijal otpadne TE 0,3MW i 0,3..1MW.
3. Nalaženje viska topline iz hlađenja i plasiranje u DG mrežu
4. Nalaženje rešenja i uzimanje TE iz kanalizacije. Tu 0,8..1 MW vode temperature 42 °C ide iz kanalizacije u bio CHP postrojenje

**1. Potentialna površina za ispitivanje rada sa niskom temperaturom (Tarkon)**

Postojeće temperature 75/48°C (105/60 °C tokom vršnog perioda)

Ciljana temperatura potisa  
60..65 °C



**2. Strategija otvorenog DG**

Preuzimanje industrijske otpadne toplote u DG mrežu, promovisanje strategije DG.

y.

**3. Korišćenje otpadne TE iz industrije i hlađenja.**

Uzimanje otpadne toplote iz štamparije.

**4. Otpadna toplota se vraća u mrežu DG**

0,8..1,0 MW otpadna toplota iz otpada CHP vraća se u mrežu DG pomoću toplotnih pumpi

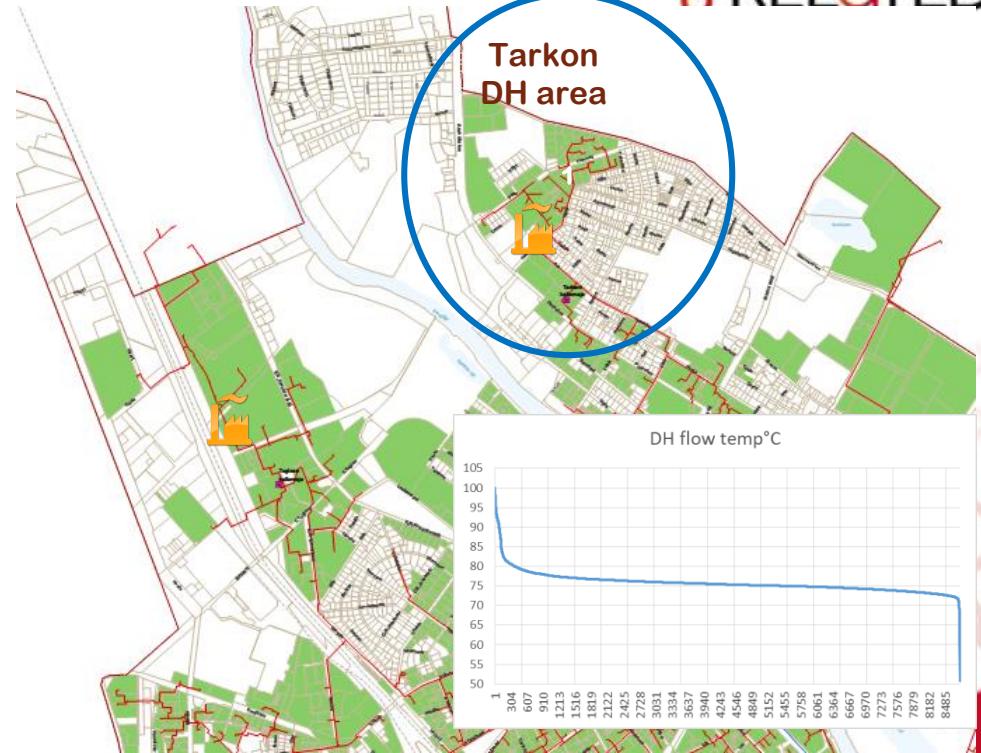
4

**2. Strategija otvorenog DG**

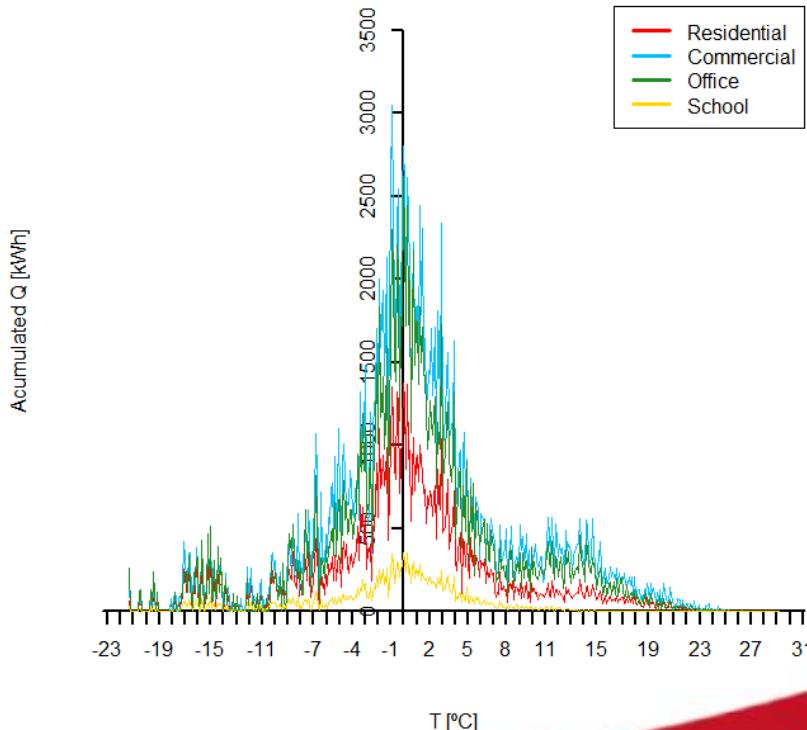
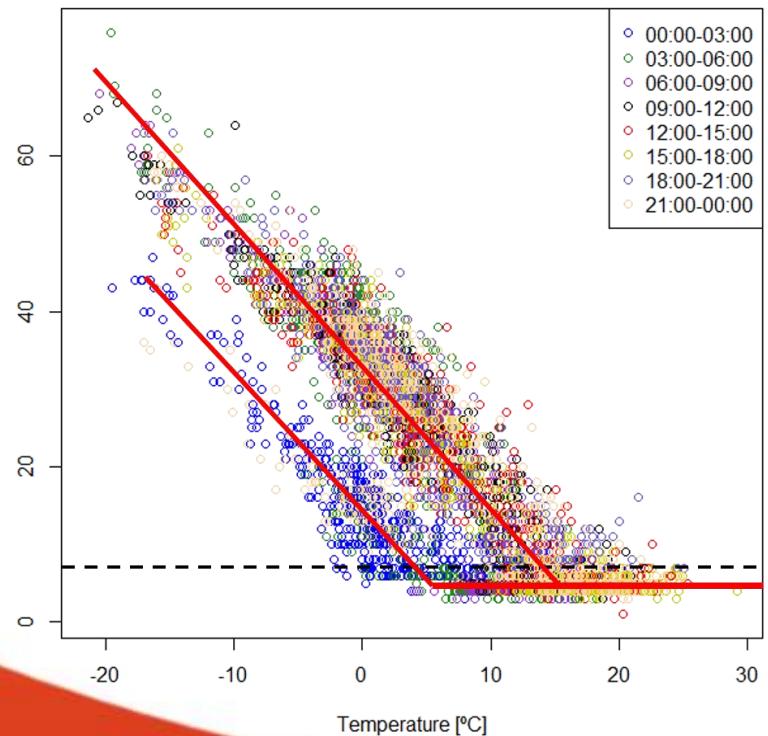
Preuzimanje industrijske otpadne toplote u DG mrežu, promovisanje strategije DG.

# Demo lokacija niske temperature u Tartu-u

1. Konceptne temperature će se sprovesti u oblasti Tarkon (41 klijent, 5,4MW). U toku je izrada analiza i projekta tehničkog rešenja
2. Postojeće temperature 75/48 °C uglavnom i 105/60 °C tokom vršnog perioda (spoljna temp. jako niska)
3. Naći način da se smanji temperatura potisa za 10..15 °C
4. Naći koristi nastale zbog snižavanje temperature (uštede, smanjenje CO2)
5. Moguća delovanja na demo lokaciji
  - Daljinska očitavanja (Temp, pritisak, opterećenje, itd) od korisnika
  - analize
  - Pumpna stanica sa diktir pumpom
  - Neki demo slučajevi unutar demo lokacije



# U toku je procena opterećenja, podstanica i mreže



# Korišćenje viška / otpadne toplote u daljinskom grejanju



## 1. Upotreba industrijskog viška toplote u DG

- U toku projektovanje za slučaj štamparije. 350kW otpadne toplote se koristi u DG, rešenje za grejanje sa 3F podstanicama.
- Slučaj vezan za prehrambenu industriju je u pregovorima. Ovde je dostupno 300-400kW sa temperaturom vode od 30°C (sada ide u kanalizaciju). Rezultati pregovora su još uvek neizvesni (mala je zainteresovanost fabrike, a visoki investicioni troškovi)

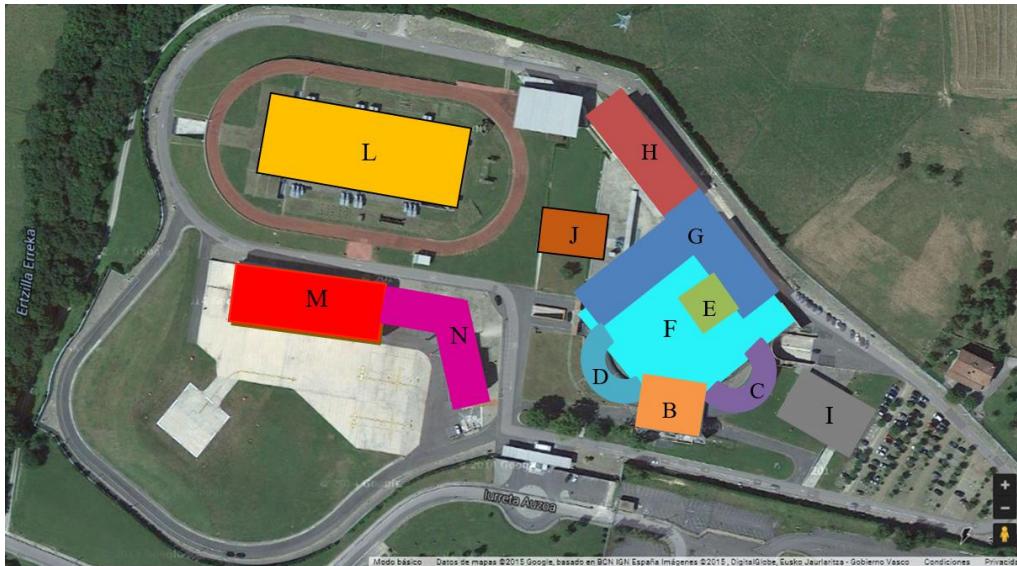
## 2. Korišćenje viška toplotne energije iz hlađenja

- Sada uglavnom toplotna energija iz hlađenja ide u atmosferu
- Ideja da se nađu klijenti za našu oblast daljinskog hlađenja i iskoristi višak toplotne energije u DG

## 3. Korišćenje 0,9 MW toplotne energije iz kanalizacije u Bio CHP postrojenju.

- Topla otpadna voda (43°C) izlazi iz kondenzatora dimnih gasova (iz bio goriva)
- Tehnička rešenja i glavni PID su spremni. Nabavka i izgradnja su planirani tokom leta – jeseni 2018

# Demonstraciona lokacija IURRETA, Španija

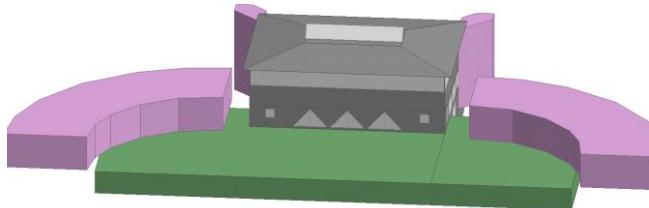


Glavne karakteristike :

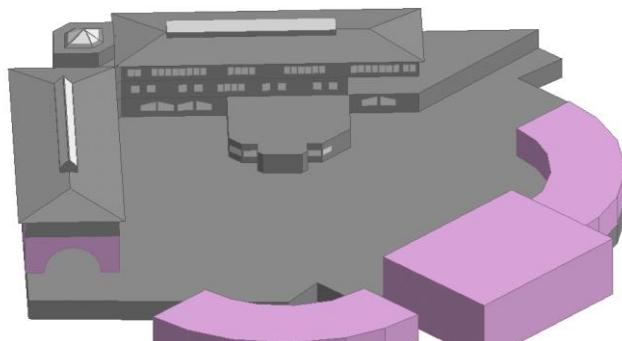
- Grupa zgrada u vlasništvu baskijske vlade (izgrađene između 1994 i 2001).
- U kompleksu su smeštene policijske jedinice, jedinica za vanredne situacije, spašavanje i interventne jedinice.
- Ima više od 14 višespratnih zgrada sa različitim karakteristikama i upotrebama (kancelarije, smeštaj, sobe za obuku, sportski objekti, bazen i heliodrom).

# Demonstraciona lokacija IURRETA, Španija

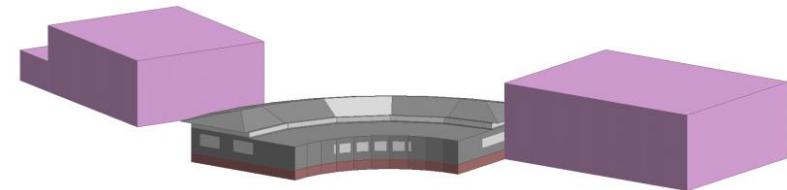
## Energetsko modeliranje



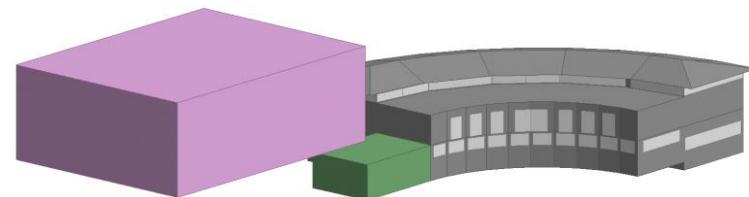
Zgrada B



Zgrade E,F,G



Zgrada C



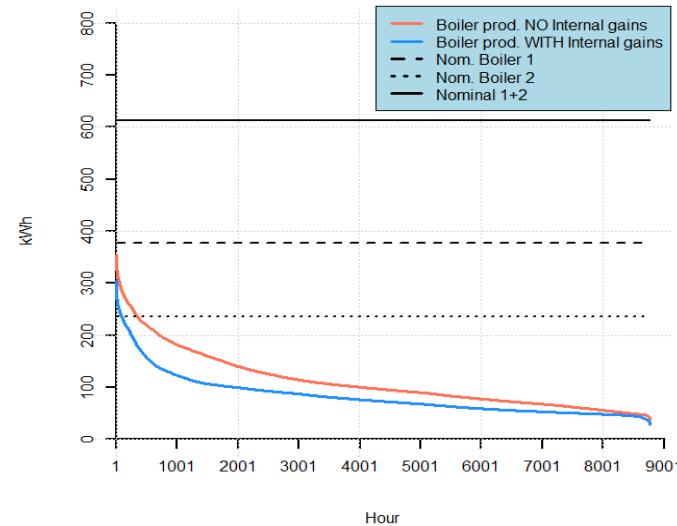
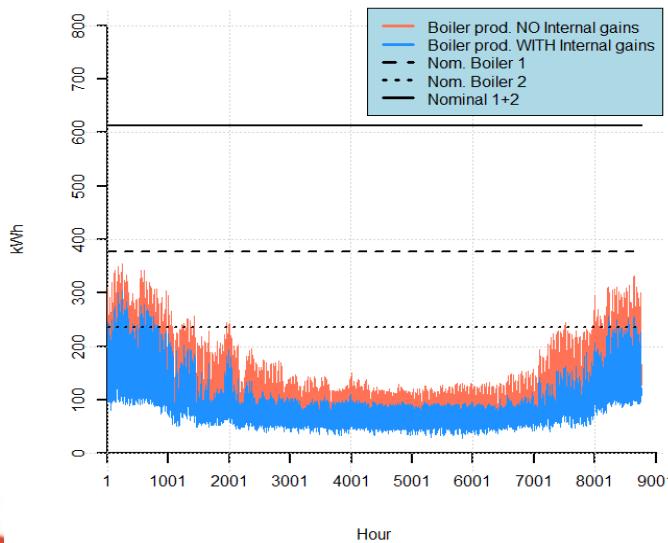
Zgrada D

# Demonstraciona lokacija IURRETA, Španija

Analiza konzuma za grejanje i hlađenje



## Toplotno opterećenje centralizovanje kotlarnice

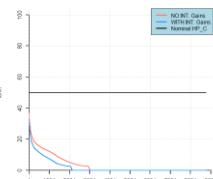
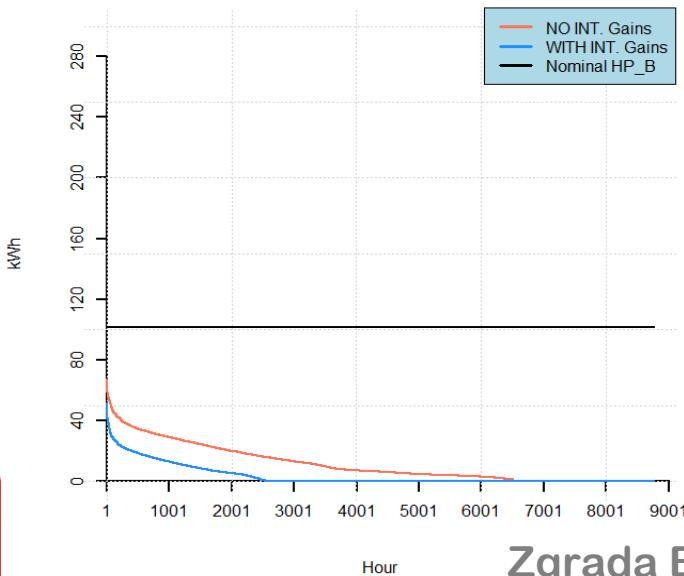


# Demonstraciona lokacija IURRETA, Španija

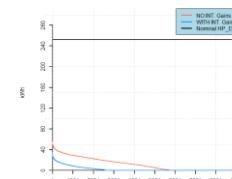
## Analiza konzuma za grejanje i hlađenje



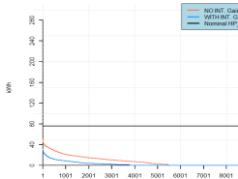
### Toplotno opterećenje lokalnih toplotnih pumpi



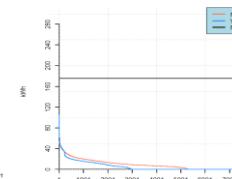
Zgrada C



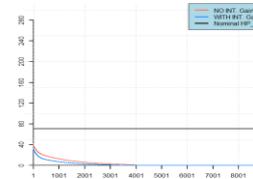
Zgrada D



Zgrada H



Zgrada I



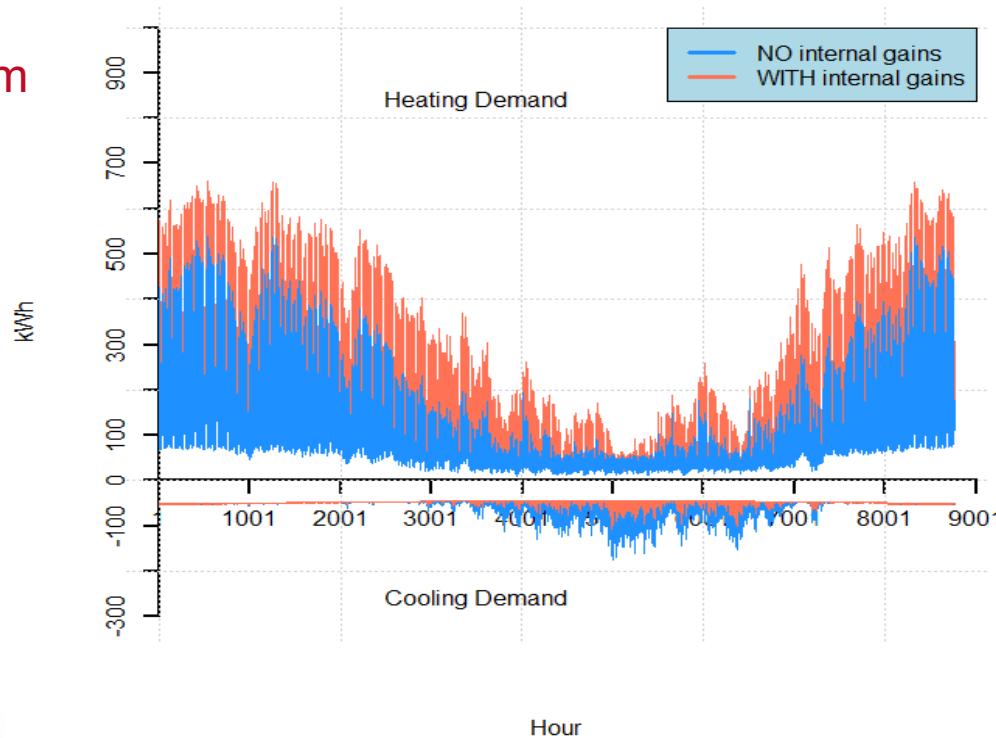
Zgrada N

# Demonstraciona lokacija IURRETA, Španija

Analiza konzuma za grejanje i hlađenje



Ukupni konzum za  
grejanje /hlađenje u celom  
okrugu



# Demonstraciona lokacija IURRETA, Španija

## Dugoročni plan implementacije

Delimično van projekta RELaTED

- **Adaptacija toplana sa različitim sistemima za proizvodnja toplote u kaskadnim nivoima temperature** (visoka temperatura za opterećenje PTV, niža temperatura za zagrevanje prostora)
- Dugoročno smanjenje **gustine toplotne energije** oblačenjem zgrada i rekonstrukcijom ventilacionog sistema (>30 godina)
- **ULT konverzija DG mreže.** Smanjenje radne temperature distributivne mreže u opsegu 40-45°C.
  - Uzimajući u obzir relativno niska toplotna opterećenja u sektor, smanjenje temperature od ~10°C se direktno može postići bez fizičkih modifikacija
  - **Postojeći radijatori** treba da se zamene **priklučnim jedinicama niske temperature**. Treba forsirati Fan-coils i visoko efikasne radijatore.
  - U budućnosti fan-coils će se koristiti za grejanje kao i hlađenje koristeći energiju koja dolazi iz sabirnog toplovoda.

# Demonstraciona lokacija IURRETA, Španija

## Dugoročni plan implementacije

- **Integracija reverzibilnih toplotnih pumpi (DHRHPs) koje zamenjuju postojeće toplotne pumpe.** Ovim se omogućava usklađenost sa postojećim distributivnim nivoima u zgradama sa nižim temperaturama potisa u DHW postrojenju.
- Densifikacija mreže Dg sa povezivanjem **trenutno izolovanih HVAC postrojenja** i novih integrisanih DHRHP. Povezivanje sa mrežom će se biti reko podstanica sa tri funkcije.
- **Integracija** različitih izvora distribuirane energije (**DER**), uključujući BILTST sistem.
- **Podešavanje centralizovanih regulacionih sistema** kako bi se omogućila optimizacija rada sistema. Adaptacija strategija regulacije kako bi se obezbedilo maksimalno korišćenje BILTST i kapaciteta toplotnih pumpi.
- Podstanice za kotlovsко postrojenje za **Ground-Source Heat Pumps**.



## Kontakt

Bojan Bogdanović

JKP „Beogradske elektrane“

[bojan.bogdanovic@bgdel.rs](mailto:bojan.bogdanovic@bgdel.rs)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research  
and innovation programme under grant agreement No 768567