

# KeepWarm

*Optimizacija temperatura u  
polaznom i povratnom vodu  
napojne mreže – II deo*



This project is funded by the EU's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N°784966, and lasts from April 2018 – September 2020.

This project receives co-funding from the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development.



**Temperature** u sistemima daljinskog grejanja su od velikog značaja za efikasnost tih sistema, a samim tim i za njihove **ekonomske i ekološke** osobine.

**Uopšteno govoreći:**

- Više temperature neizbežno vode ka većem korišćenju primarnih energetske izvora
- Niske temperature vode ka povećanju energetske efikasnosti
- Ograničavajući faktori (koliko niske mogu biti)

**Važno je znati**

- Kakve su posledice promene temperature na isporuku i distribuciju toplotne energije?
- Kako temperature grejanja krajnjih korisnika sistema utiču na sistem daljinskog grejanja?
- Potrebno je razmotriti, kako postojeće, tako i buduće načine za optimizaciju temperatura u sistemu daljinskog grejanja.

# Poboljšanje unutrašnjeg sistema grejanja u zgradama

Istraživanja koja su sprovedena 2007. godine bavila su se **postojećim znanjima i tekućim stanjem istraživanja sistema daljinskog grejanja u svetu.**

Istraživanje je istaklo **značaj pitanja** da li će **konvencionalni radijatorski sistemi** izgubiti bitku zbog njihovog veoma slabog razvoja poslednjih godina.

## **Trendovi:**

- U sistemima **pasivnih kuća** najčešće koristi **vazduh kao nosilac toplote.**
- Instalacije sistema **podnog grejanja** veoma uobičajene, što je posebno povoljno sa stanovišta sistema daljinskog grejanja koji teži **niskom temperaturnom nivou.**

Razvoj daljinskih sistema grejanja je usmeren na **povećanje efikasnosti i konkurentnosti** sistema koji su povezani na vodene sisteme grejanja.

- Razvoj je važan, kako za konkurentnost u budućnosti, tako i za perspektivu **velikog broja radijatorskih sistema koji su već u pogonu** i koji će trajati i u vremenu koje dolazi. Izgradnja novih zgrada obično iznosi manje od 1% po godini u odnosu na postojeći građevinski fond.

**Trend** - „inteligentne“ podstanice gde je cilj da se koristi savremena tehnologija kako bi se osigurao pravilan rad i niska temperatura povratne vode.

- Podstanice sa integrisanom funkcijom kod kojih je temperatura povratne vode smanjena za oko 10–11 °C. (Protok se izračunava i na taj način se vrši regulacija pre nego na osnovu kontrole pomoću povratnih informacija. Rezultat je finija kontrola koja može smanjiti potrošnju energije izbegavanjem pregrevanja.)



- **Nove moderne zgrade** se uglavnom dizajniraju za vrlo niske temperature napajanja radijatora bez potrebe za izuzetno velikim radijatorima, zahvaljujući visokim energetske performansama zgrada.
- Postoji neslaganje o tome **da li u novim zgradama treba koristiti podno grejanje** ili vodeni sistemi grejanja uopšte nisu potrebni. (Da li ono povećava potrošnju toplote ili smanjuje upotrebu primarne energije zbog niskih operativnih temperatura.
- Podno grejanje takođe može da obezbedi **ravnomerniju unutrašnju temperaturu sa visokim stepenom samoregulacije**.
- Sa ekonomskog stanovišta, radijatorski sistemi su generalno jeftiniji a još je jeftinije da se vodeno grejanje uopšte ne koristi, već da se snabdevanje toplotom vrši samo preko ventilacionog sistema. (Pasivne kuće i zgrade - visoke energetske performanse)
- Grejanje vazduhom - niske temperature daljinskog grejanja
- **Nedostatak** - ventilacija koju kontroliše korisnik → neujednačeno toplotno opterećenje.
- Da bi se obezbedio odgovarajući unutrašnji komfor za krajnjeg korisnika, često se koriste **dodatni sobni grejači**. (često se koriste otporni električni grejači)

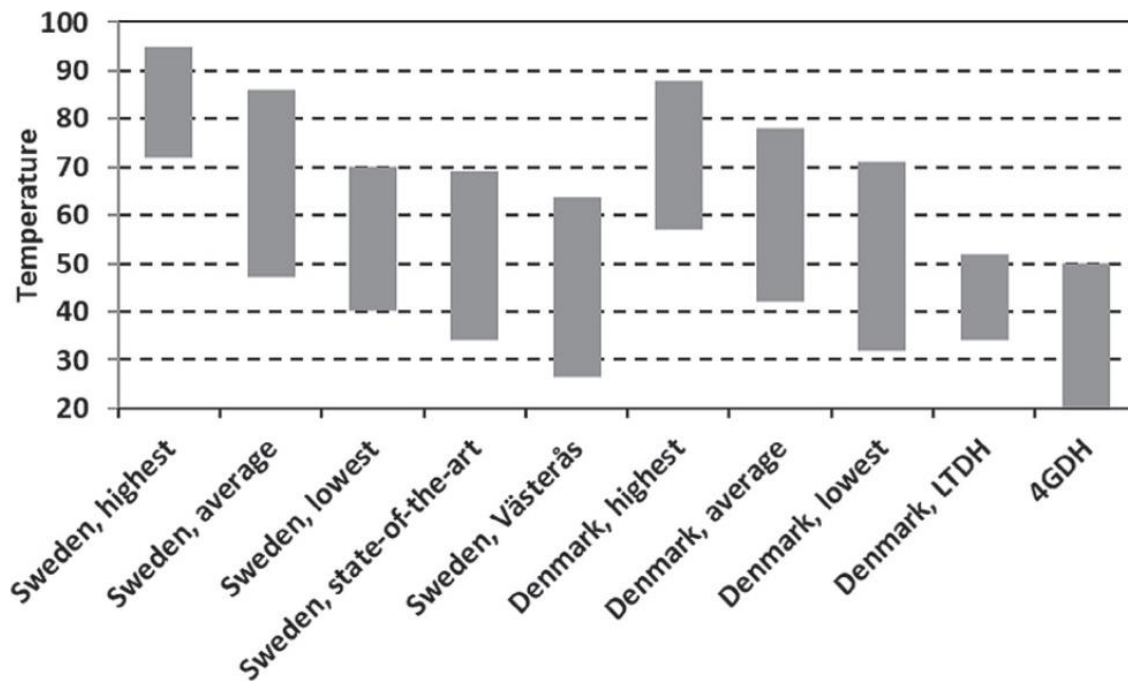
# Smanjenje temperatura u mreži

## Postojeći sistemi daljinskog grejanja

- U mnogim sistemima daljinskog grejanja došlo je do značajnog poboljšanja u smislu smanjenja temperatura u mreži.
- Mnogi postojeći sistemi daljinskog grejanja rade na tradicionalnoj temperaturi snabdevanja, sa starim spoljašnjim uslovima i sa upotrebom široke sigurnosne margine.
- Kod postojećih sistema je veliki fokus je na povratnoj temperaturi, međutim, sve je važnije smanjenje temperature napajanja zajedno sa povećanjem učešća kogenerativnih sistema i drugih izvora viška toplote.
- Buduće uštede energije obnavljanjem postojećih zgrada moraju se prevesti u niže temperature mreže.

## Niske temperature u sistemu daljinskog grejanja

Danas se u mnogim zemljama grade male mreže sa znatno nižim temperaturama, bilo kao samostalni sistemi sa sopstvenim snabdevanjem toplotom, ili kao podsystemi koji su povezani sa postojećom mrežom.



Primeri temperatura napojne i povratne vode u sistemima daljinskog grejanja

- Projekat danskog sistema niskotemperaturnog daljinskog grejanja je projekat koji je verovatno najbliži predloženom nivou temperatura u mreži četvrte generacije daljinskog grejanja.

**Upravljanje snabdevanjem potrošnom toplom vodom.**

- Gledano iz perspektive komfora, temperatura od 45°C je postavljena kao projektna temperatura.
- U cilju sprečavanja razvoja Legionele, većina standarda vezanih za zgrade zahteva najmanje 50°C u svim delovima sistema snabdevanja toplom sanitarnom vodom za domaćinstvo, dok nemački standard, DVGW 551, na koji se upućuje, ne postavlja nikakav zahtev za najnižom dozvoljenom temperaturom u sistemima sanitarne tople vode ukupne zapremine (osim bojlera) do 3l.
- Zahtev da se ne prelazi zapremina od 3l je normalno ispunjen ako svaki stan ima svoj izmenjivač toplote što ograničava potreban broj cevi između izmenjivača toplote i slavina.
- Zgrade sa više stanova moraju stoga imati podstanice za svaki stan posebno, a to je tehnologija koja je u nekim zemljama uobičajena, a u nekim ne.



- Specijalne podstanice su razvijene da bi mogle da obezbede toplu vodu na 47°C sa temperaturom dolazne od 50°C.
- U cilju ispunjavanja zahteva za komforom, bila je postavljena margina od 2°C.
- Radijatori su indirektno povezani.
- Projekat niskotemperaturnog daljinskog grejanja je stavio fokus na **minimiziranje toplotnih gubitaka** korišćenjem niskih temperatura i korišćenjem malih prečnika cevi.

## **Integracija četvrte generacije sistema daljinskog grejanja u treću generaciju**

- Jedan od scenarija - razvoj potpuno novog niskotemperaturnog sistema sa namenskim snabdevanjem toplotom (snabdevanje toplotom na ovaj način obezbeđuje punu prednost niskih temperatura u mreži).
- Niskotemperaturni sistem unutar postojećeg sistema (nije vidljivo koju će korist imati toplana koja vrši postojeće snabdevanje toplotom od te niskotemperaturne mreže ako je ostatak mreže još uvek zahteva visoku povratnu temperaturu).
- Na primer, podmreža se može povezati na glavnu mrežu preko šant konekcije, da bi se smanjila temperatura napajanja, ili preko izmenjivača toplote, za smanjenje i temperature napajanja i pritiska.
- Podmreža će i dalje imati koristi od nižih gubitaka toplote. Jedan od načina za povećanje koristi za glavnu mrežu je da se koristi glavna povratna cev koja postaje dovodna cev u niskotemperaturnoj mreži.
- U budućnosti će biti sve više važno da se iskoriste prednosti niskotemperaturnih mreža.

## Pravci razvoja u budućnosti

- **Razvoj niskotemperaturnih sistema je u porastu** i to posebno kada su u pitanju novoizgrađeni energetske efikasni objekti za stanovanje.
- U budućnosti će se pokazati **koji nivo temperature napajanja** će preovladati:
  - **60°C** - olakšavaju poštovanje postojećih propisa u vezi sa prevencijom legionele
  - **50°C** - vrlo niski toplotni gubici i mogućnost korišćenja povratne vode u postojećim mrežama (danski LTDG sistem)
  - **40°C** - sa ciljem da se uglavnom toplotom snabdevaju prostorije, dok bi za snabdevanje potrošnom toplom vodom bilo potrebno neko dodatno grejanje, npr. mala toplotna pumpa
  - Što je niža temperatura napajanja, **veći je potencijal za integraciju** niskotemperaturnih izvora toplote i veći potencijal za uštedu novca i smanjenje štetnih uticaja na okolinu.
  - Veliki broj starih objekata ima potrebu za renoviranjem, što otvara prostor za značajno poboljšanje njihovih energetskih performansi .
  - Sa povećanjem udela niskotemperaturnog, često obilnog snabdevanja toplotom, kao što je solarna i geotermalna toplota, postavlja se pitanje da li će u budućnosti biti postavljen isti fokus, kao i danas, na minimiziranje gubitaka u distribuciji toplote.

- U HVAC sistemima zgrada, razvoj može biti u pravcu smanjenja zahtevanih temperatura što je moguće više, na primer, korišćenjem podnog ili zidnog grejanja, ili u pravcu smanjenja troškova instalisanja, na primer, korišćenjem jeftinih radijatorskih sistema.
- Što se tiče snabdevanja toplotom, tehnologija za distribuciju tek treba da se istraži. Za konvencionalne tehnologije, postoji mnogo toga da se istraži u vezi sa znatno smanjenom temperaturom u mreži.
- Na primer, kogenerativna postrojenja mogu biti mnogo efikasnije dizajnirana ako je temperatura u napojnom vodu sistema daljinskog grejanja 60°C.

## Metode za smanjenje i procenu temperatura u sistemu daljinskog grejanja

- Gubici toplote iz mreže daljinskog grejanja se smanjuju kada su temperature smanjene. Proizvodne jedinice povećavaju svoju efikasnost.
- Smanjene temperature povećavaju životni vek mreže cevovoda sistema daljinskog grejanja i otvaraju se mogućnosti za značajnije korišćenje plastičnih cevi za daljinsko grejanje koje su osetljivije na visoke temperature.

Sve u svemu, ovo je dovelo do toga da je temperatura u primarnom delu daljinskog grejanja interesantno polje u okviru istraživanja sistema daljinskog grejanja.

- Da bi se mreža sistema daljinskog grejanja koristila što efikasnije, centralno pitanje je kako maksimalno ohladiti vodu u toplotnim podstanicama.
- Potrošena energija često nije jedina osnova za formiranje cene grejanja već to mogu biti i hlađenje vode u primarnom krugu ili brzina protoka u mreži. Kod ovog tipa cenovnog modela, povećanje hlađenja je od interesa, ne samo za kompanije koje se bave daljinskim grejanjem, već i za potrošače povezane na daljinsko grejanje.

Postoji više dobro poznatih načina koji se koriste za smanjenje temperatura polazne i povratne vode u mreži daljinskog grejanja:

- prečnici cevovoda
- veličina izmenjivača toplote u podstanicama
- veličina (i broj) radijatora unutar zgrada
- poboljšana izolacija zgrada (to omogućava da radijatori određene veličine rade pri nižoj temperaturi dolazne i povratne vode)

Za datu veličinu sistema daljinskog grejanja, uključujući sisteme za internu distribuciju unutar zgrada, postoje određeni stepeni slobode prilikom odlučivanja u vezi sa njihovim radom.

Ovde će biti predstavljene **tri metode za smanjenje primarne temperature povratnog voda** i to:

- Povećana toplotna snaga iz radijatora sa dodatnim ventilatorima
- Alternativni principi povezivanja
- Optimizovana kontrola vodenog sistema grejanja

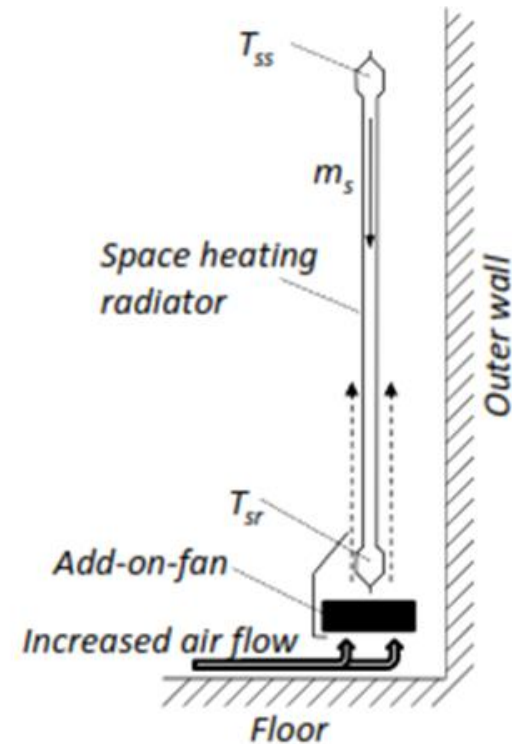
Ove tri metode su **veoma pogodne za implementaciju u već postojeći građevinski fond**

## Dodatni ventilatori

- Upotreba dodatnih ventilatora omogućava značajno smanjenje temperature u postojećem radijatorskom sistemu, bez potrebe da se radijatori zamene niskotemperaturnim.
- Pošto se srednja temperatura radijatora smanji pomoću dodatnih ventilatora, može se takođe smanjiti i temperatura u polaznom vodu daljinskog grejanja.
- Krajem sedamdesetih je postojalo zalaganje da se ventilatori montiraju na radijatore kako bi se smanjile temperature grejanja za postojeće radijatore.
- Dodatni ventilatori se mogu instalirati u celoj zgradi, ili samo u nekim njenim delovima gde je količina toplote koju radijatori predaju nedovoljna.



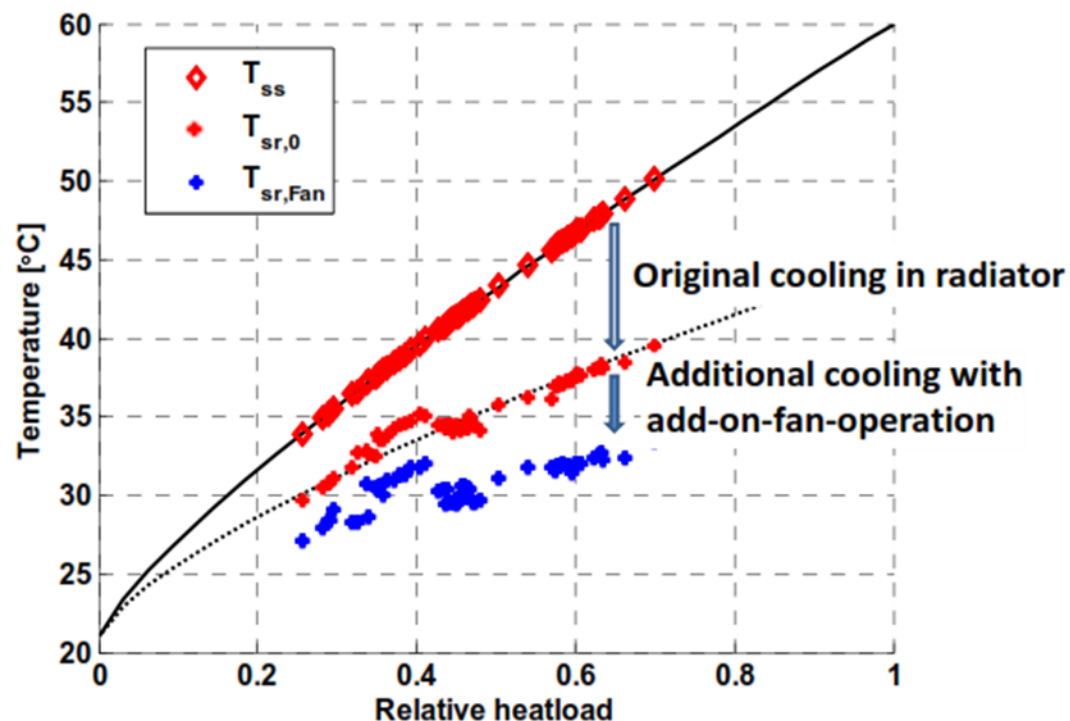
- Toplota koju radiator predaje proizilazi iz zračenja i prirodne konvekcije.
- I radijacija i konvekcija zavise od temperature radijatora i okolne temperature.
- Za standardni panelni radiator, udeo toplotne snage od zračenja je oko 50%.
- Postavljanjem ventilatora ispod ili iznad postojećeg radijatora koeficijent prenosa toplote za radiator se može povećati zahvaljujući uvođenju prisilne konvekcije.



**Eksperimentalna istraživanja** su pokazala da se sa dodatnim ventilatorima, toplotna snaga radijatora može povećati za više od 60%.

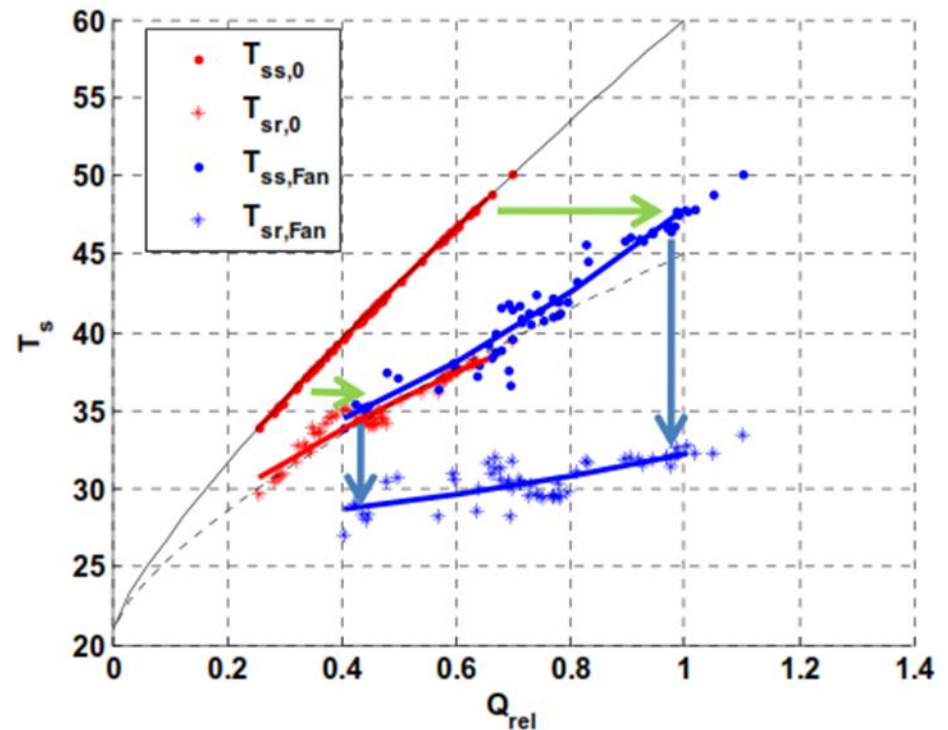
Povećana toplotna snaga je, naravno, zavisna od **brzine ventilatora**.

- Prikazane su izmerene vrednosti temperatura na ulazu i izlazu iz radijatora.
- Pokazano je koliko se dodatno hlađenje radijatora može ostvariti pomoću ventilatora.



- Sa povećanom toplotnom snagom radijatora, može se smanjiti njegova temperatura bez smanjenja količine isporučene toplote.
- Ovo se dešava po istom principu kao i kada se radi sa predimenzionisanim sistemima za grejanje prostora gde, ili protok kroz radijatore, ili temperatura napajanja radijatora, moraju biti smanjeni da bi se izbeglo predavanje prevelike toplotne snage i postizanje previsoke unutrašnje temperature.

Temperature za grejanje prostora sa i bez ventilatora (crveni grafici pripadaju slučaju bez ventilatora, a plavi slučaju sa ventilatorima)



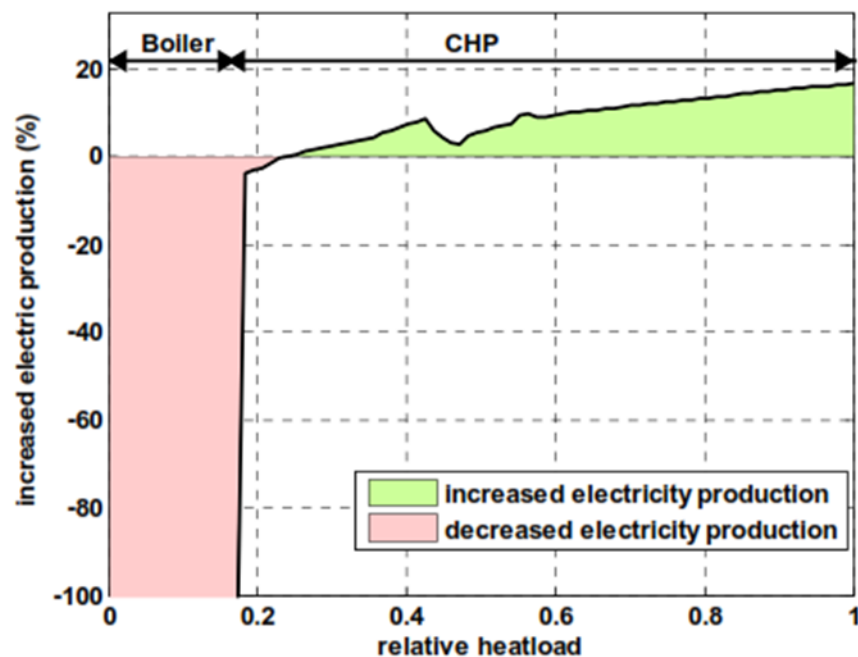
- Sličan efekat bi se postigao ukoliko bi postojeći radijatori bili zamenjeni fenkojlovima. Međutim, instalacija dodatnih ventilatora je jeftiniji i hidraulički nenametljiv metod.
- Istraživanja su takođe pokazala da je potrošnja električne energije za rad ventilatora oko 1% u odnosu na toplotnu snagu radijatora pri spoljnoj projektnoj temperaturi i sa temperaturskim režimom rada radijatora 60/45°C.

**Nedostatak** upotrebe dodatnog ventilatora je potrošnja dodatne električne energije.

**Pozitivno** - Smanjenjem temperatura i u polaznom i u povratnom vodu, više struje se može proizvesti u kogenerativnim postrojenjima jer to utiče na odnos proizvedene struje i toplote.

Za relativno veliko toplotno opterećenje prostora dodatna proizvedena struja je veća od dodatne električne energije koju potroše dodatni ventilatori.

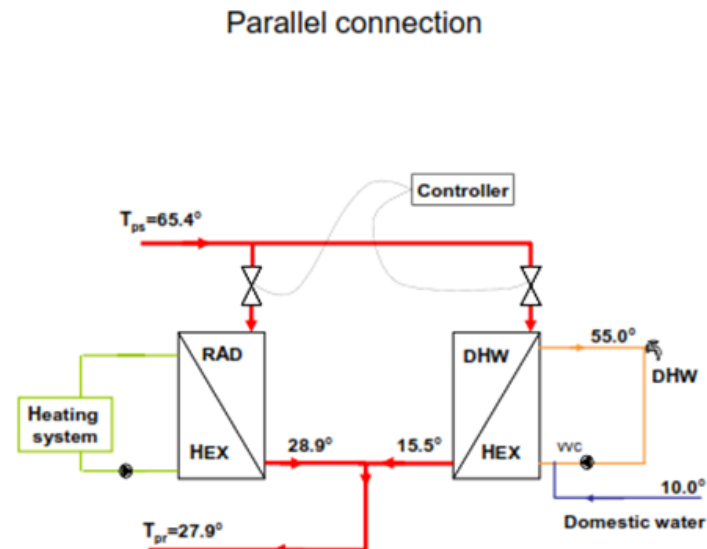
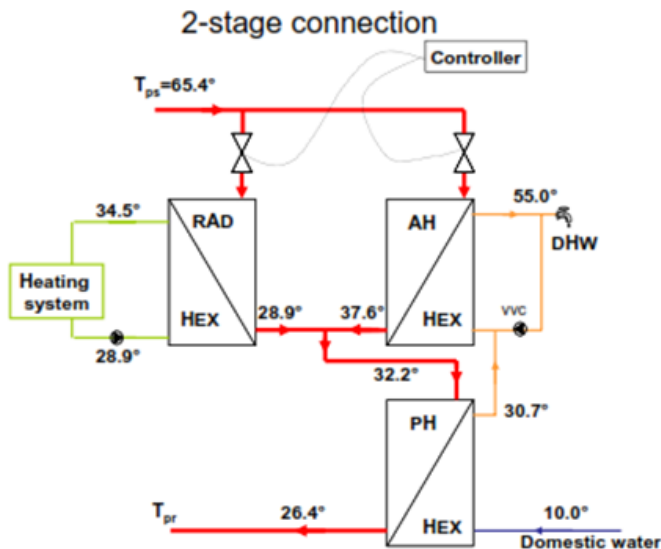
Moguće povećanje proizvodnje električne energije u sistemu daljinskog grejanja sa dodatnim ventilatorima.



- Rad sa dodatnim ventilatorima je koristan za električnu proizvodnju za veći deo grejne sezone.
- Samo kada je kogenerativna stanica u pogonu pri niskim toplotnim opterećenjima, ventilatori će potrošiti više električne energije nego što će se dodatno proizvesti električne energije.
- Na niskim toplotnim opterećenjima, kada se sva toplota proizvodi u kotlovima, ventilatori nisu korisni.

# Podstanice sistema daljinskog grejanja – principi povezivanja

- Da bi se postigla toplotna efikasnost u sistemu daljinskog grejanja važno je da temperatura u povratnom vodu nakon zagrevanja povezanih zgrada bude što je moguće niža.
- Kada se koristi indirektna veza sistema daljinskog grejanja, izbor šeme povezivanja u podstanici utiče na povratnu temperaturu u mreži.



Dvostepena (levo) i paralelno (desno) vezana podstanica (AH-naknadni zagrejač, RAD-radijatori, PH-predgrejač, DHW-sanitarna voda)

- Kada se porede stare i nove podstanice daljinskog grejanja može se reći da princip njihovog povezivanja nije od primarnog značaja kada se razmatra hlađenje primarne vode na godišnjem nivou.
- Proučavanje alternativnih principa veze u kombinaciji sa modernim niskotemperaturnim sistemima grejanja i za energetske efikasne zgrade sa smanjenom potrošnjom energije za grejanje, i dalje je od interesa.

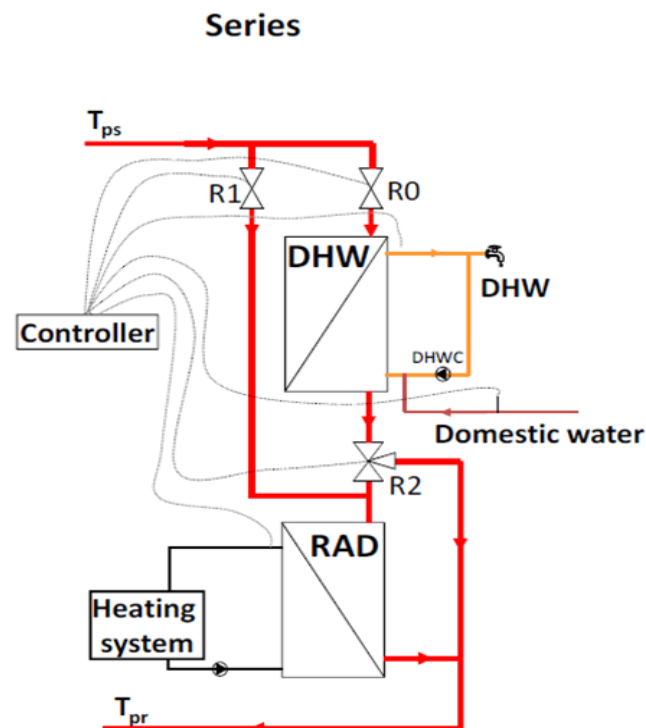
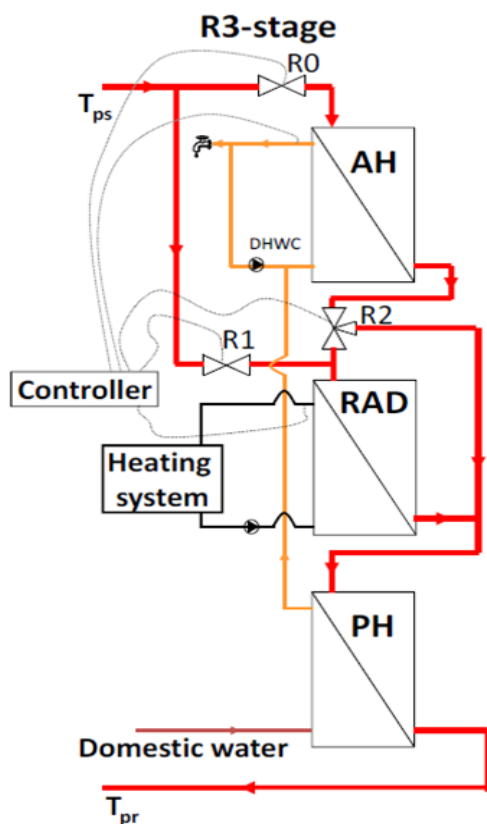
Ispitivanja koja se zasnivaju na izračunavanju povratne temperature u sistemu daljinskog grejanja razmatraju četiri različita principa povezivanja podstanica i to:

- Paralelno
  - Dvostepeno
  - **Trostepeno** →
  - **Serijsko** →
- ALTERNATIVNO**



Ideja o trostepenoj i serijskoj vezi zasnovana je na principu da se iskoristi prilično visoka temperatura nakon izmenjivača toplote koji se koristi kod sanitarne potrošne vode, posebno kada se topla voda ne koristi.

Obe ove šeme povezivanja zahtevaju sofisticiraniju opremu za kontrolu nego konvencionalne šeme.



- Rezultati istraživanja pokazuju da se najniža temperatura povratne vode javlja pri korišćenju trostepene podstanice.
- Za zgrade sa malom potrošnjom, ali sa velikim cirkulacionim gubicima tople sanitarne vode, npr. nerezidencijalne zgrade, serijska veza može biti konkurentna.
- Korist od alternativnih principa povezivanja veća u slučaju niskotemperaturnih sistema za zagrevanje zgrada.

## Napredna kontrola vodenog sistema grejanja

- Da bi se postiglo dobro hlađenje primarne vode u daljinskom sistemu grejanja, važno je da je radijatorski sistem dobro **izbalansiran**.
- Toplota koju emituje radijator može se kontrolisati na dva načina, podešavanjem **protoka kroz radijator ili temperature** na ulazu u radijator.
- **Povratna temperatura** u distributivnom sistemu daljinskog grejanja u toku grejne sezone snažno zavisi od temperaturnih nivoa u sistemu grejanja.
- **Projektne temperature** koje se koriste u sistemu grejanja pri projektnoj spoljnoj temperaturi su često **60/40°C, 60/45°C, 80/60°C**, mada postoje i drugi temperaturni sistemi.
- Još jedna relativno uobičajena kontrola radijatora je metoda balansiranja niskim protokom, metoda zasnovana na snažnom smanjenju protoka kroz radijatore i povišenom temperaturom napajanja, obično 80/30°C. Ovo rezultira nižom povratnom temperaturom iz radijatora.

**Toplotni učinak radijatora** obično kontroliše temperatura napajanja radijatora ( $T_{ss}$ ), dok se pretpostavlja da je protok kroz radijatore nepromenjen.

Dva osnovna odnosa koji opisuju izlaz toplote iz radijatora su uključeni u jednačinu :

$$\dot{Q} = \dot{m}_s \cdot c_p \cdot (T_{ss} - T_{sr}) = U \cdot A \cdot \Delta\theta_{rad}^n$$

$$\Delta\theta_{rad} = \frac{(T_{ss} - T_{sr})}{\ln\left(\frac{T_{ss} - T_i}{T_{sr} - T_i}\right)} \rightarrow \text{Srednja logaritamska temperaturna razlika između temperature radijatora i temperature njegove okoline.}$$

- Eksponent „n“ – karakteristika radijatora (n=1.3)
- A (m<sup>2</sup>) je površina preko koje se razmenjuje toplota
- U (W/(m<sup>2</sup>K<sup>n</sup>)) je pojednostavljeni koeficijent prolaza toplote

- Kapacitet prenosa toplote iz radijatora kroz njegovu površinu je praktično konstantan, tj. na njega ne utiče veličina protoka kroz radijator. To je zbog činjenice da je otpor prenosu toplote između vode u radijatoru i unutrašnjosti zida radijatora najmanje deset puta niži od otpora između površine radijatora i okolnog vazduha.
- Međutim, smanjeni protok podrazumeva da će svaka jedinica vode biti u radijatoru duže vreme, a time će i hlađenje vode biti veće.
- Najveća moguća teorijska temperaturna razlika je ograničena, sa jedne strane temperaturom napajanja u primarnom vodu ( $T_{ps}$ ) i, sa druge strane temperaturom unutrašnjeg vazduha ( $T_i$ ).
- Temperaturni program rada za radijator može biti određen za svako toplotno opterećenje sa određenim protokom kroz radijator sa poznatim vrednostima  $U$ ,  $A$  i  $n$ .

- Za razliku od radijatora, **performanse izmenjivača** toplote preko kojih je distributivni sistem daljinskog grejanja povezan sa sistemom za zagrevanje prostora **zavisi od varijacija protoka**.
- Koeficijenti prelaza toplote kod izmenjivača gde se toplota sa vode primarnog toka prenosi na vodu sekundarnog toka su slične veličine.
- Niži protok ima negativan uticaj na prenos toplote koji rezultira smanjenjem hlađenja primarne vode.
- **Kako niži protok radijatora može biti značajan?**

Preneta toplota **u izmenjivaču** u podstanici je:

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot \Delta\theta_{ex}$$

$\Delta\theta_{ex}$  - srednja logaritamska temperatura izmenjivača

Zbog relativno umerenih temperaturnih varijacija u podstanici, može se pretpostaviti da je **konvektivni koeficijent prelaza samo funkcija protoka**:

$$\alpha = c_o \cdot \dot{m}^e$$

Ukupni koeficijent prenosa toplote k:

$$k = \left( \frac{1}{\alpha_p} + \frac{1}{\alpha_s} \right)^{-1} = c_o \cdot \left( \frac{1}{\dot{m}_p^e} + \frac{1}{\dot{m}_s^e} \right)^{-1}$$

Pojednostavljeni odnos za prenos toplote u **pločastom izmenjivaču toplote**:

$$\dot{Q} = \dot{m}_p \cdot c_p \cdot (T_{ps} - T_{pr}) = \frac{c_o}{\frac{1}{\dot{m}_p^e} + \frac{1}{\dot{m}_s^e}} \cdot A \cdot \Delta\theta_{ex}$$

Temperaturna efikasnost izmenjivača toplote se smanjuje sa smanjenjem toplotnog opterećenja. Ovo važi za toplotne izmenjivače povezane na sistem za grejanje prostora koji se tradicionalno kontrolišu konstantnom brzinom sekundarnog protoka.

# Optimizovan rad sistema za grejanje prostora

- Ako toplotna snaga sistema za grejanje prostora nije ograničena kontrolisanjem samo napojne temperature radijatora, protoci kroz radijatore ( $\dot{m}_s$ ) takođe se mogu varirati.
- Temperaturna efikasnost radijatora se zatim može poboljšati i optimizovati za različita toplotna opterećenja.

**Interakcija** između mreže distributivnog sistema daljinskog grejanja, podstanice daljinskog grejanja i priključenih zgrada je bila u fokusu i pre 20-tak godina:

***„ U svim slučajevima projektovanih izmenjivača toplote, pri svim toplotnim opterećenjima i svim temperaturama napajanja u primarnom vodu, postoji optimalna brzina protoka u radijatorskom krugu, tj. teoretska vrednost koja daje minimalnu povratnu temperaturu na primarnoj strani ”***, Frederiksen i Wolerstrand

$$\dot{Q} = \dot{m}_s \cdot c_p \cdot (T_{ss} - T_{sr}) = U \cdot A \cdot \Delta\theta_{rad}^n$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_p \cdot c_p \cdot (T_{ps} - T_{pr}) = \frac{c_o}{\frac{1}{\dot{m}_p^e} + \frac{1}{\dot{m}_s^e}} \cdot A \cdot \Delta\theta_{ex}$$

Ulaz
Min

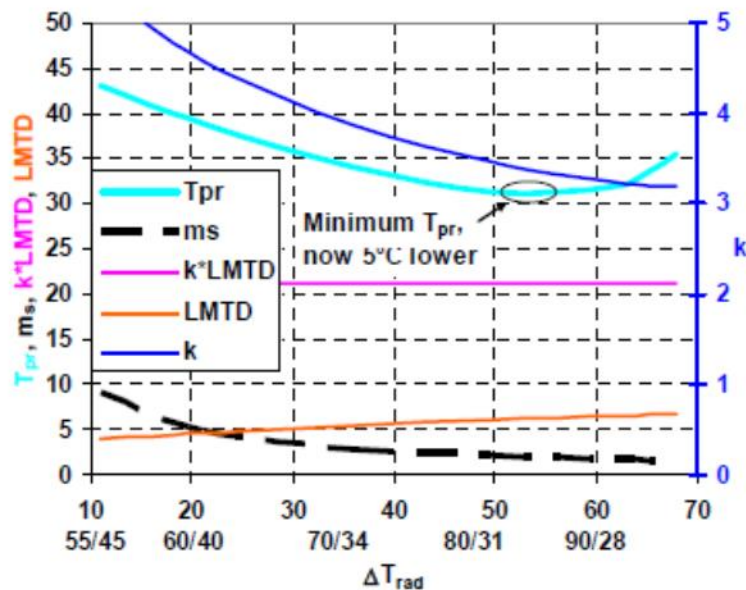
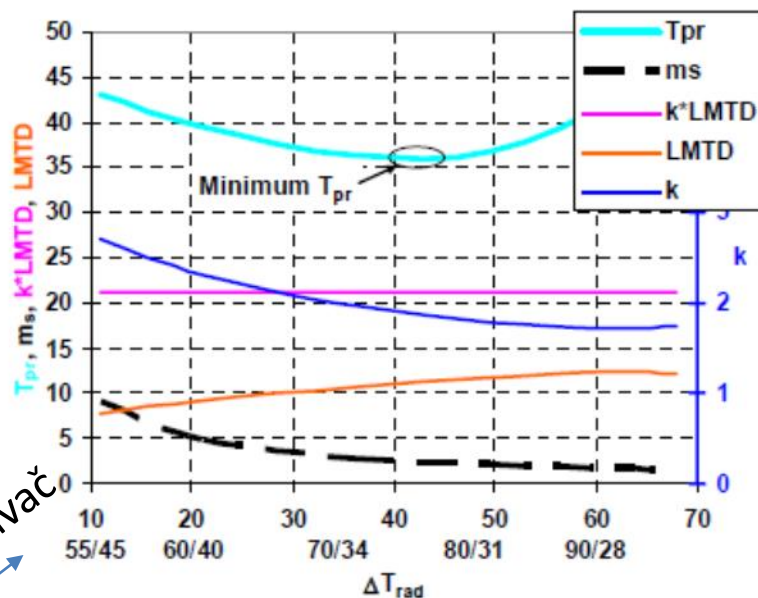


**Rezultati numeričke simulacije** ponašanja sistema u zavisnosti od niza parametara, tj. numerički dobijeni rezultati **za najnižu temperaturu povratne vode** u primarnom krugu.

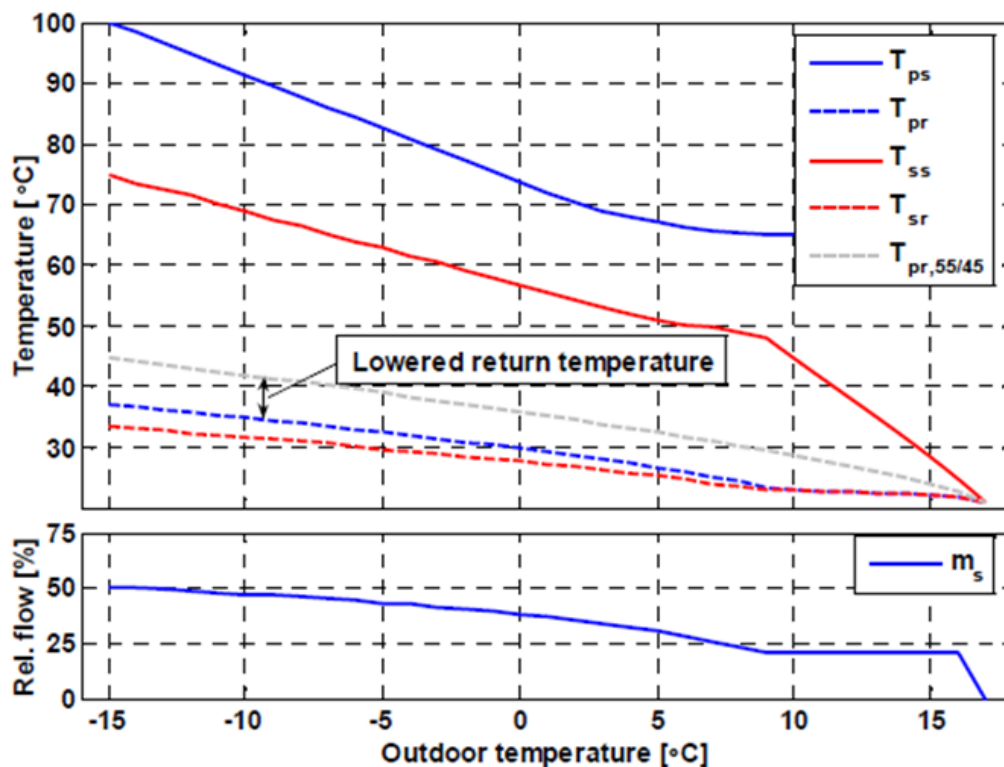
Temperatura primarne povratne vode za različite protoke u sekundarnom krugu i odgovarajući temperaturni program (za konstantni nivo predate toplote).

Regularni izmenjivač

Duži izmenjivač



## Optimizovani temperaturni program



100% predimenzionisan sistem vodenog grejanja kompenzovan optimizovanim temperaturnim programom (promenljivi protok).

Temperatura vode u povratnom vodu primarnog toka za sistem (55/45°C) visokog protoka je prikazan radi poredjenja (siva linija)

# Zaključak

- Niske temperature u sistemu daljinskog grejanja su korisne za mrežu daljinskog grejanja.
- Ovde su predstavljene tri metode za smanjenje primarne temperature povratnog voda i to:
  - Povećana toplotna snaga iz radijatora sa dodatnim ventilatorima
  - Alternativni principi povezivanja
  - Optimizovana kontrola vodenog sistema grejanja
- Kada je toplotna snaga povećana prema prvoj strategiji, to omogućava, ne samo spuštanje povratne temperature, već i smanjenje temperature u polaznom vodu sistema grejanja.
- Rezultati istraživanja prema drugoj strategiji pokazuju da se najniža temperatura povratne vode javlja pri korišćenju trostepene podstanice. Korist od alternativnih principa povezivanja je veća u slučaju niskotemperaturnih sistema za zagrevanje zgrada.
- Prema trećoj strategiji najveće moguće hlađenje primarne vode postiže se povećanjem temperature napajanja radijatora pri smanjenju protoka .



# Hvala na pažnji!

bee@vinca.rs

Twitter: [https://twitter.com/KeepWarm\\_Serbia](https://twitter.com/KeepWarm_Serbia)



This project is funded by the EU's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N°784966, and lasts from April 2018 – September 2020.

This project receives co-funding from the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development.

