

## Mere unapređenja energetske efikasnosti tehničkih sistema

---

**Analiza mogućih mera** za unapređenje energetske efikasnosti termotehničkih sistema uključuje analize:

- mogućnosti zamene energenta i korišćenja OIE
- poboljšanja energetskih svojstava sistema za grejanje
- poboljšanja energetskih svojstava sistema za hlađenje
- poboljšanja energetskih svojstava sistema za klimatizaciju i ventilaciju
- poboljšanja energetskih svojstava sistema za pripremu potrošne tople vode
- poboljšanja energetskih svojstava sistema potrošnje električne energije – elektroinstalacija, rasveta, kućni aparati i dr.
- poboljšanja energetskih svojstava specifičnih podsistema
- poboljšanja sistema regulacije i upravljanja




## Mere unapređenja energetske efikasnosti tehničkih sistema

---

Sprovedena analiza svake od predloženih mera mora dati **odgovore** na sledeća pitanja:

- kolike su godišnje uštede energije i koliko je smanjenje emisije ugljen-dioksida
- koliki su investicioni troškovi, troškovi projektovanja, montaže i demontaže
- koliki je period povrata investicije
- kakva je specifikacija opreme i radova
- troškovi održavanja



## Mogućnost zamene energenta ili korišćenja OIE (1)

U analizi je potrebno navesti podatke o mogućnosti zamene **izvora energije** i korišćenja OIE, kao što su:

- decentralizovani sistem snabdevanja energijom na bazi korišćenja OIE (biomasa, solarna energija, geotermalna energija, vetar)
- kogeneracija
- apsorpciono hlađenje
- daljinsko grejanje/hlađenje, ako postoji
- toplotne pumpe koje kao izvor toplote koriste okolinu
- prelazak na ekološki prihvatljivije gorivo



## Mogućnost zamene energenta ili korišćenja OIE (2)

Zamena starih konvencionalnih kotlova koji kao gorivo koriste prirodni gas, lož-ulje ili mazut, kondenzacionim kotlom na prirodan gas:

- Energetska ušteda u odnosu na novi konvencionalni kotao istih parametara iznosi oko 10 – 15 %
- Energetska ušteda u odnosu na stari konvencionalni kotao istih parametara iznosi oko 25 - 30 %
- Ušteda u troškovima za energent se kreće i do 50 % u zavisnosti od sistema KGH koji je zastupljen u objektu
- Prosečni povraćaji investicije se kreću od 2 – 5 godina, dok je procenjeni životni vek mere za povraćaj investicije 15 – 20 godina
- Značajno se smanjuje emisija ugljen-dioksida
- Veće uštede se postižu kod niskotemperaturnih sistema grejanja



### **Mogućnost zamene energenta ili korišćenja OIE (3)**

---

Zamena starih konvencionalnih kotlova koji kao gorivo koriste prirodni gas, lož-ulje ili mazut, kotlom na biomasu - pelet / briket / sečku:

- Ušteda u troškovima za energent se kreće i do 40 % u zavisnosti od sistema KGH koji je zastupljen u objektu
- Prosečni povraćaji investicije se kreću od 2,5 – 5 godina, dok je procenjeni životni vek mere za povraćaj investicije 15 – 20 godina
- Značajno se smanjuje emisija ugljen-dioksida




### **Mogućnost zamene energenta ili korišćenja OIE (4)**

---

Zamena starih kotlova koji koriste električnu energiju, toplotnom pumpom koje koriste kao izvor toplote vazduh, zemlju ili podzemnu vodu i dodatnim električnim grejačima:


- Ušteda u troškovima za energent se kreće i do 85 % u zavisnosti od sistema KGH koji je zastupljen u objektu
- Prosečni povraćaji investicije se kreću od 10 – 20 godina u zavisnosti od sistema grejanja i tipa toplotne pumpe, dok je procenjeni životni vek mere za povraćaj investicije 20 godina
- Značajno se smanjuje emisija ugljen-dioksida



## Mere unapređenja energetske efikasnosti termotehničkih sistema (1)

Moguće mere za unapređenje energetske efikasnosti sistema KGH mogu biti:

- Zamena standardnih kotlova niskotemperaturnim ili kondenzacionim kotlovima
- Primena niskotemperaturnih sistema grejanja
- Primena visokotemperaturnih sistema hlađenja
- Povraćaj toplote iz otpadnog vazduha u sistemima ventilacije i klimatizacije
- Prirodno provetravanje
- Priprema potrošne tople vode pomoću energije sunca
- Priprema potrošne tople vode pomoću toplotnih pumpi koje kao izvor toplote koriste toplotu otpadne vode
- Primena inverterskih uređaja za hlađenje prostora



## Mere unapređenja energetske efikasnosti termotehničkih sistema (2)

- Primena toplotnih pumpi u pasivnom režimu rada za pasivno hlađenje
- Iskorišćenje otpadne toplote sa kondenzatora rashladnih agregata za zagrevanje potrošne tople vode
- Obezbediti predgrevanje vazduha u zimskom periodu za rad toplotne pumpe vazduh – voda, ukopavanjem dovodnog kanala za vazduh
- Obezbediti predgrevanje spoljnog vazduha za sagorevanje toplotom dimnih gasova ugradnjom dimljaka sa koaksijalnom cevi
- Toplotna izolacija neizolovanih delova sistema
- Domaćinsko rukovanje, upotreba i održavanje sistema za grejanje, hlađenje, ventilaciju i pripremu sanitarne tople vode

## Mere za unapređenje energetske efikasnosti sistema poboljšanjem sistema za regulaciju i upravljanje

Moguće mere za unapređenje energetske efikasnosti sistema poboljšanjem sistema za regulaciju i upravljanje mogu biti:

- Ugradnja termostatskih ventila sa termoglavama
- Ugradnja sobnog termostata sa programatorom
- Ugradnja motornih ventila za regulaciju rada kotla
- Ugradnja merača utroška toplote
- Ugradnja pumpi sa promenljivim brojem obrtaja

## Niskotemperaturni sistemi grejanja i visokotemperaturni sistemi hlađenja (1)

### ■ Podno grejanje i plafonsko hlađenje

- Ravnomerna raspodela temperature
- Aktiviranje termičke mase zgrade
- Inertan sistem
- Pasivno hlađenje

### ■ Temperiranje betonskog jezgra

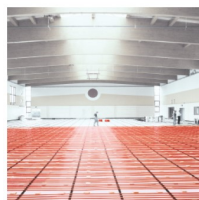
- Integrisane cevi u betonsku ploču



Temperiranje betonskog jezgra



Grejanje industrijskih površina



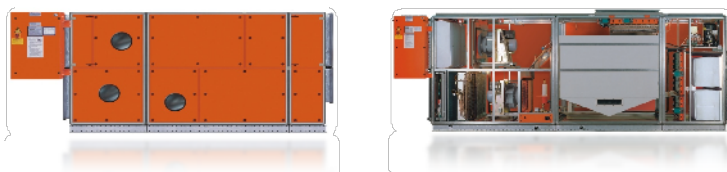
Grejanje plinskih jezgra



Grejanje komunalnih površina

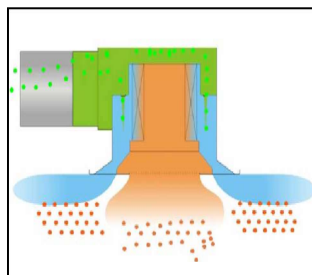
## Niskotemperaturni sistemi grejanja i visokotemperaturni sistemi hlađenja (2)

- Kombinovanje sa ventilacionim sistemom
  - Održavanje relativne vlažnosti u optimalnim granicama
  - Podmiruje vršna toplotna opterećenja leti i zimi
  - Zadovoljava potrebe za svežim vazduhom
  - Brza i laka regulacija toplotnog učinka
  - Rekuperacija toplote visokog učinka



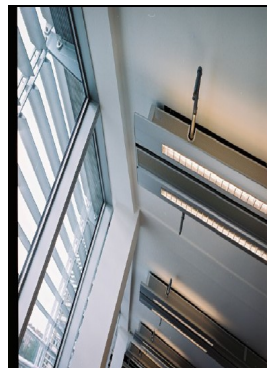
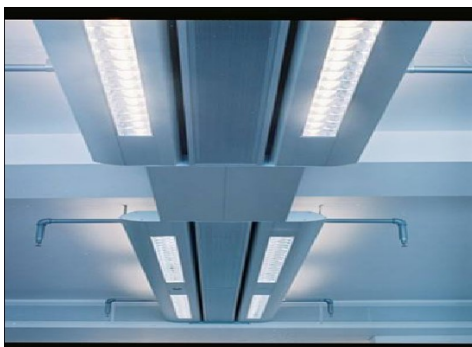
## Niskotemperaturni sistemi grejanja i visokotemperaturni sistemi hlađenja (3)

- Pasivni rashladni sistemi i indukcioni uređaji
  - Mogućnost ugradnje u postojeće objekte
  - Veliki broj različitih konstrukcija
  - Manji kanalski sistemi
  - Manja količina pripremljenog svežeg vazduha
  - Manje prostora za klima komore
  - Lako održavanje
  - Nema kondenzata u unutrašnjoj jedinici
  - Ekonomičniji rad u odnosu na ventilator-konvektore
  - Nema potrošnje struje za pogon ventilatora



## Niskotemperaturni sistemi grejanja i visokotemperaturni sistemi hlađenja (4)

- Pasivni rashladni sistemi i indukcioni uređaji



## Optimizacija rada klimatizacionih sistema

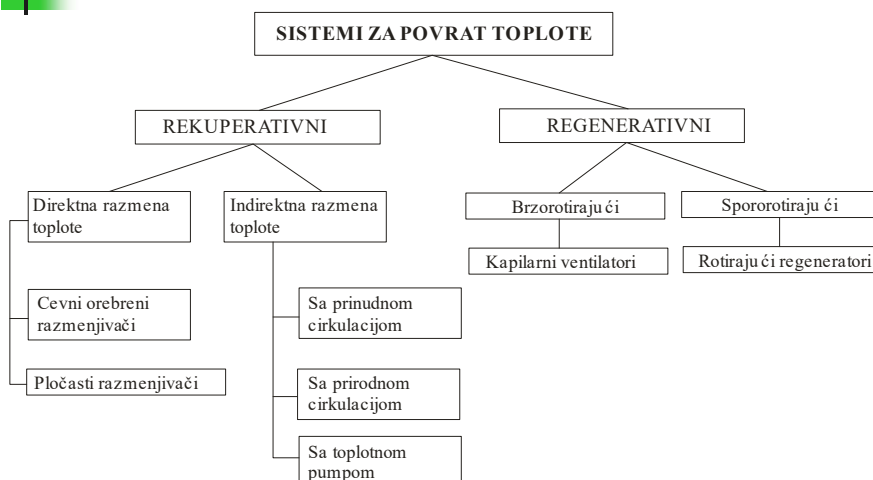
Neke od mera koje se mogu primeniti kod klimatizacionih postrojenja su:

- primena cirkulacionih pumpi i ventilatora sa promenljivim brojem obrtaja;
- korišćenje otpadne toplote vazduha, kako u letnjem tako i u zimskom režimu;
- primena indirektnog adijabatskog hlađenja;
- korišćenje otpadne toplote kondenzacije rashladnih uređaja i
- primena tehnike noćne ventilacije zgrada.

## Korišćenje otpadne toplote vazduha (1)

- Generalno, povratom otpadne toplote iz otpadnih medijuma koristi se toplotna energija sadržana u njima, koja bi se inače neiskorišćena bacila u okolinu. Na taj način se smanjuju pogonski troškovi: ušteda goriva i električne energije, smanjuje se instalisana snaga i/ili gabariti opreme i doprinosi se očuvanju životne sredine.
- Sistem povrata toplote u vazдушnim klimatizacionim sistemima funkcioniše po principu razmene toplote prilikom strujanja otpadnog i svežeg vazduha.
- Proces razmene toplote između svežeg i otpadnog vazduha može se koristiti i u letnjem i u zimskom režimu, pri čemu se leti svež vazduh predhlađuje, a zimi predgreva strujanjem kroz razmenjivač toplote. Za ocenu efikasnosti povrata toplote koriste se veličine kao što su: stepen povrata toplote, stepen povrata vlage i dodatni pad pritiska pri strujanju svežeg vazduha kroz razmenjivač toplote.

## Korišćenje otpadne toplote vazduha (2)





### Korišćenje otpadne toplote vazduha (3)

- Kada dolazi do razmene samo osetne toplote (u rekuperativnim razmenjivačima) onda se stepen rekuperacije može definisati preko odnosa promene temperatura vazduha koji struje kroz razmenjivač toplote, i to:

- na strani otpadnog vazduha:

$$\eta_t = \frac{\theta_C - \theta_D}{\theta_C - \theta_A}$$

- na strani svežeg vazduha:

$$\eta_t = \frac{\theta_B - \theta_A}{\theta_C - \theta_A}$$

gde su temperature vazduha:

- A – svež vazduh na ulazu u rekuperator,
- B – svež vazduh na izlazu iz rekuperatora,
- C – recirkulacioni vazduh (odvodni vazduh iz prostorije) i
- D – otpadni vazduh.

### Korišćenje otpadne toplote vazduha (4)

- Kod regenerativnih razmenjivača dolazi do prenosa ukupne količine toplote – suve i latentne, tj, razmenjuje se i toplota i vlaga. Tada se stepen povrata toplote mora definisati preko odnosa promene entalpija vazduha:

- na strani otpadnog vazduha:

$$\eta = \frac{h_C - h_D}{h_C - h_A}$$

- na strani svežeg vazduha:

$$\eta = \frac{h_B - h_A}{h_C - h_A}$$

## Korišćenje otpadne toplote vazduha (5)

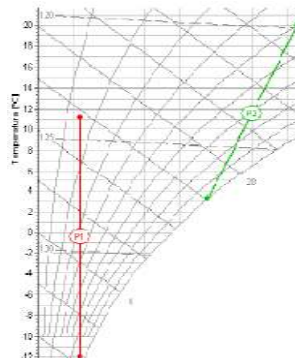
Šematski prikaz strujanja vazduha kroz:

- pločasti rekuperativni razmenjivač toplote (levo) i
- rotacioni regenerativni razmenjivač toplote (desno)



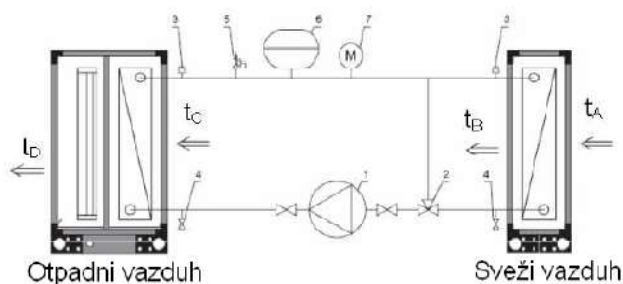
## Korišćenje otpadne toplote vazduha (6)

**Rekuperativni razmenjivači** omogućavaju razmenu osjetne toplote preko ploča ili cevi bez međusobnog dodira dve struje vazduha



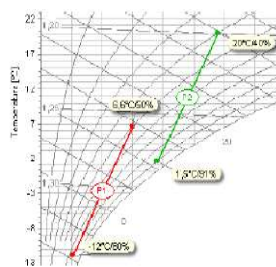
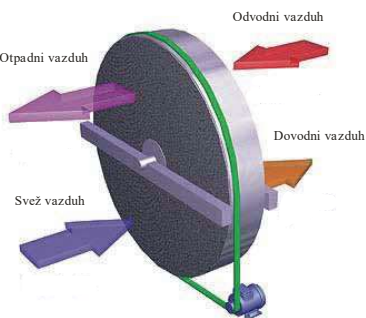
## Korišćenje otpadne toplote vazduha (7)

U **indirektni rekuperatore** (sa posrednim medijumom između struja vazduha) spada zatvoreni kružni sistem sa glikolnim razmenjivačima toplote.



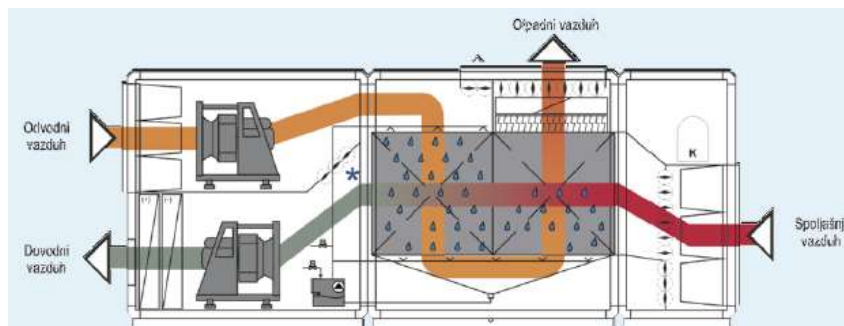
## Korišćenje otpadne toplote vazduha (8)

**Regenerativni razmenjivači toplote** omogućavaju razmenu suve i latentne toplote na taj način što se razmena toplote odvija preko akumulacione mase, uz međusovni direktni kontakt struja vazduha.



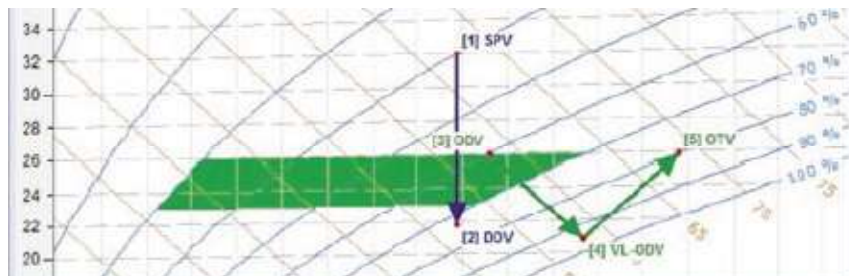
## Indirektno adijabatsko hlađenje (1)

Jedna od posebnih izvedbi je postavljanje dva pločasta rekuperatora jedan iza drugog, uz raspršivanje vode sa strane otpadnog vazduha u letnjem režimu. Tako se u letnjem režimu rada korišćenjem evaporativnog hlađenja postiže stepen povrata toplote hlađenja do 90%.



## Indirektno adijabatsko hlađenje (2)

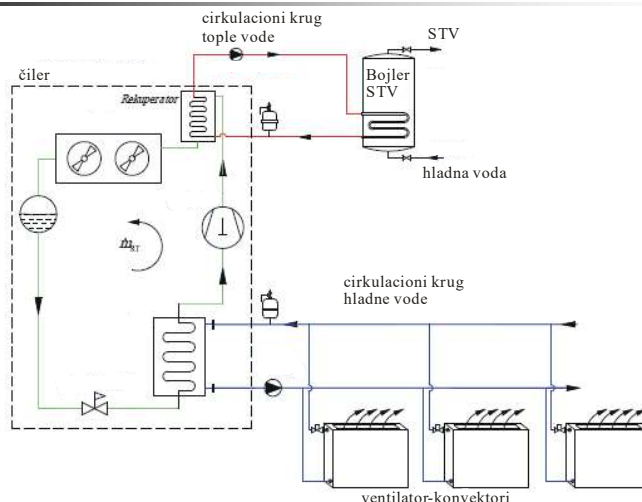
Na slici je prikazan proces promene stanja vazduha u h-x dijagramu (plava linija pokazuje hlađenje svežeg vazduha, dok zelena linija prikazuje proces adijabatskog vlaženja otpadnog vazduha i njegovo zagrevanje).



## Korišćenje otpadne toplote kondenzacije (1)

- U praksi je čest slučaj da se istovremeno javlja potreba za hlađenjem i grejanjem. U takvim slučajevima je pogodno koristiti otpadnu toplotu kondenzacije za predgrevanje ili zagrevanje radnog fluida koji se koristi kao grejni fluid.
- Instalacija rashladnog sistema se može izvesti sa vodom hlađenim kondenzatorom, tako da se zagrejana voda, koja je primila toplotu kondenzacije, može direktno koristiti u zatvorenom krugu grejanja (npr. u predgrejaču ili grejaču bojlera STV).
- Ukoliko se koristi čiler za pripremu hladne vode za sistem hlađenja ili klimatizacije koji ima vazduhom hlađeni kondenzator, može se koristiti dodatni razmenjivač toplote (rekuperator vazduh - voda) za korišćenje otpadne toplote kondenzacije

## Korišćenje otpadne toplote kondenzacije (2)





## Primena noćne ventilacije (1)

- Hlađenje prostorija uvođenjem noćne ventilacije, tokom letnjeg perioda kada je temperatura spoljašnjeg vazduha niža od temperature vazduha u prostoriji, ključna je tehnika za smanjenje toplotnog opterećenja i eliminaciju akumulisane toplote u masi zidova prostorije.
- Energetski uticaj uvođenja noćne ventilacije ogleda se u smanjenju dnevnog toplotnog opterećenja, kao i u smanjenju dnevnog vršnog opterećenja.
- Efikasnost noćne ventilacije najviše zavisi od:
  - temperature spoljašnjeg vazduha tokom noći,
  - načina uvođenja vazduha u prostoriju (prirodna ili mehanička ventilacija),
  - količine vazduha,
  - načina strujanja vazduha u prostoriji (cirkulacijom ili prostrujavanjem – promajom),
  - mase građevinskih elemenata posmatrane prostorije.



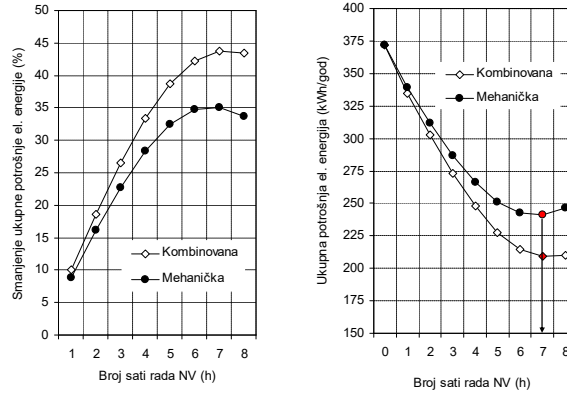
## Primena noćne ventilacije (2)

U zavisnosti od protoka vazduha koji se koristi za noćnu ventilaciju, postoje tri osnovna koncepta:

- Prirodna ventilacija tokom noći kroz otvore na fasadi objekta,
- Mehanička ventilacija korišćenjem ventilatora za ubacivanje i izvlačenje vazduha i
- Kombinovana tehnika, korišćenjem prirodne i mehaničke ventilacije.

## Primena noćne ventilacije (3)

Rezultati dinamičke simulacije - uticaj dužine trajanja noćne ventilacije na smanjenje potrošnje električne energije za rad sistema :



## Primena noćne ventilacije (4)

Električna energija potrebna za rad sistema troši se za pogon rashladnog agregata za eliminaciju toplotnog opterećenja i pripremu spolnog vazduha, kao i za pogon ventilatora tokom rada klimatizacije i mehaničke noćne ventilacije :

$$P(\tau) = \int_0^{\tau} Q_{OPT}(\tau) \cdot d\tau + \int_0^{\tau} Q_{SV}(\tau) \cdot d\tau + \int_0^{\tau} p_{FAN}(\tau) \cdot d\tau$$

$$Q_{OPT}(\tau) = \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i [t_i(\tau) - t_{UV}(\tau)] + b_{ST} Q_{SU}(\tau) \right) \cdot \frac{1}{EER}$$

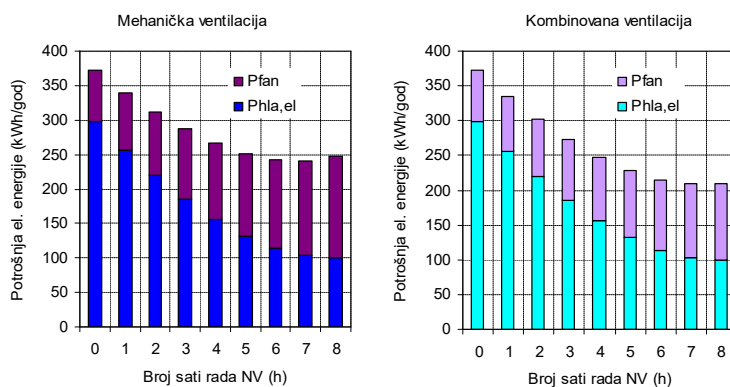
$$Q_{SV}(\tau) = \left[ m_{SV} \cdot \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_{SV}(\tau) - t_{UV}(\tau)) \right] \cdot \frac{1}{EER}$$

$$P_{FAN}(\tau) = p_{EL} \cdot \tau$$



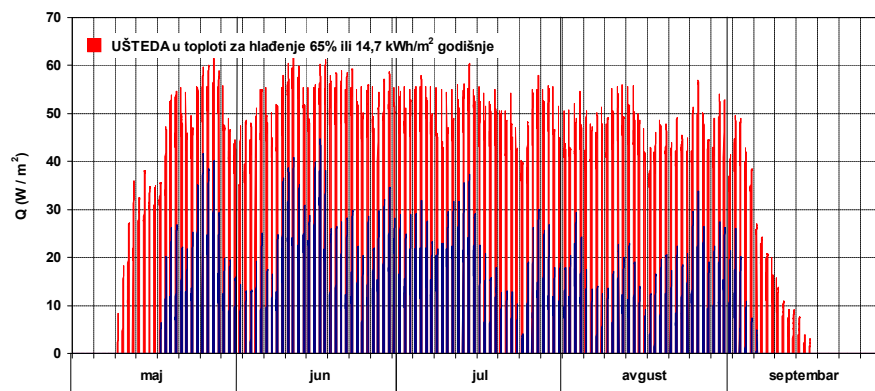
## Primena noćne ventilacije (6)

Rezultati dinamičke simulacije - potrošnja električne energije potrebne za hlađenje svežeg i recirkulacionog vazduha i za pogon ventilatora u zavisnosti od dužine trajanja NV i primenjene tehnike noćne ventilacije :



## Primena noćne ventilacije (8)

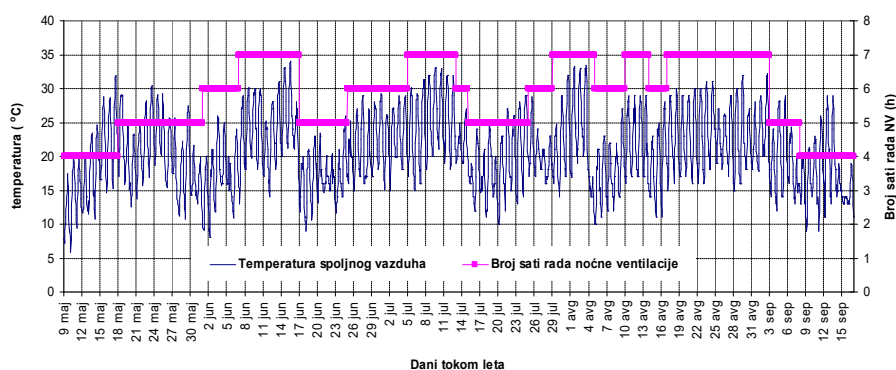
Rezultati dinamičke simulacije - Ušteda u finalnoj energiji za hlađenje tokom godine kada se primenjuje mehanička noćna ventilacija :





## Primena noćne ventilacije (9)

Rezultati dinamičke simulacije - Vremenski vođena mehanička noćna ventilacija sa predviđanjem (dodatna ušteda iznosi 4% godišnje):



## Ocena rentabilnosti projekata EE

**Osnovni ciljevi ocene rentabilnosti (isplativosti) i opravdanosti mera projekata energetske efikasnosti:**

- da se ustanovi da li je projekat finansijski isplativ i ekonomski opravdan
- da se omogući upoređivanje isplativosti različitih mera i projekata
- da se omogući investitorima, finansijskim institucijama i donatorima da ocene prihvatljivost projekta za finansiranje



## Parametri rentabilnosti projekta

### Tehnički i ekonomski vek projekta

- Tehnički vek projekta utvrđuje se na osnovu fizičkog trajanja opreme neophodne za određenu meru ili projekat. Kod projekata, koji su sastavljeni od više mera sa različitim fizičkim trajanjem, mora se izračunati potrebno ponavljanje mera sa kraćim tehničkim vekom, da bi se pokrilo vreme trajanja mera sa najdužim tehničkim vekom.
- Ekonomski vek projekta predstavlja period u kome projekat donosi profit (uštede), koji je planiran i unet u studiju opravdanosti projekta. Ekonomski vek se koristi za ocenu finansijske isplativosti i ekonomske opravdanosti mera i projekta energetske efikasnosti.



## Parametri rentabilnosti projekta

### Godišnje uštede i ukupne uštede

Neto uštede u tekućim troškovima za svaku godinu, koje su nastale kao rezultat investicionih ulaganja u mere i projekat EE

$$B = \sum B_t P_e - \Delta C_e$$

B	ukupne godišnje uštede
B <sub>t</sub>	ušteda energije za jednu godinu (t = 1 do n)
P <sub>e</sub>	cena energije za jednu godinu
ΔC <sub>e</sub>	promena eksploatacionih troškova u odnosu na situaciju pre implementacije projekta



## Parametri rentabilnosti projekta

### Vrednost novca u vremenu

#### Sadašnja vrednosti novca

ostvaruje se u budućim godinama, dobija se diskontovanjem odnosno svođenjem na sadašnji trenutak

#### Diskontovanje

umanjenje vrednosti očekivanog budućeg novca, za prihod (npr. kamatu), koji je propušten u svakoj godini čekanja da se priliv novca ostvari

**Diskontna stopa zavisi od načina finansiranja projekta**



## Parametri rentabilnosti projekta

### Diskontna stopa kada se projekat u potpunosti finansira iz kredita

$$d_n = r_n + rs$$

$d_n$	nominalna diskontna stopa
$r_n$	nominalna kamatna stopa
$rs$	kamatni spread za rizik

### Realna diskontna stopa uključuje i inflaciju

$$d_r = (d_n - i) / (1 + i)$$

$d_r$	realna diskontna stopa
$d_n$	nominalna diskontna stopa
$i$	stopa inflacije (prosečan godišnji rast cena)



## Parametri rentabilnosti projekta

### Sadašnja vrednost novca

$$PV0 = FVn / (1+d)^n$$

PV0	sadašnja vrednost novca
FVn	buduća vrednost novca posle n-godina
n	broj godina
d	diskontna stopa



## Parametri rentabilnosti projekta

### Prost period povraćaja investicije

vreme, potrebno da se iz budućih prihoda projekta naplate ukupna investiciona ulaganja

$$PBP = I / B$$

PBP	prost period povraćaja investicije
I	ukupno investiciono ulaganje
B	godišnji neto prihod projekta (neto uštede)

## Parametri rentabilnosti projekta

### Dinamički period povraćaja investicije

vrema, potrebno da se iz budućih prihoda projekta svedenih na sadašnju vrednost, naplate investiciona ulaganja u početnom trenutku. Za njegov obračun potrebno je izvršiti diskontovanje projektovanih budućih prihoda projekta, primenom jednačine

$$B \frac{1 - (1 + d)^{-n}}{d} = I_0$$

B      godišnji neto prihod od ušteta  
 $I_0$       investicioni rashodi u početnom trenutku  
 d      diskontna stopa  
 n      broj godina

$$POP = - \frac{\ln(1 - d \times PBP)}{\ln(1 + d)}$$

## Parametri rentabilnosti projekta

### Neto sadašnja vrednost

Dobija se kada se od sadašnje vrednosti prihoda projekta oduzme sadašnja vrednost ukupnih investicionih troškova projekta

$$NPV = \frac{B_0}{(1+d)^0} + \frac{B_1}{(1+d)^1} + \frac{B_2}{(1+d)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+d)^n} - PVI$$

N      ekonomski vek projekta u izražen u godinama  
 B      neto priliv projekta  
 d      diskontna stopa  
 PVI      sadašnja vrednost ukupnih investicionih troškova projekta



## Parametri rentabilnosti projekta

$$\text{NPV} > 0$$

Projekat je rentabilan kada je neto sadašnja vrednost veća od nule, odnosno kada su svedene uštede tokom ekonomskog veka projekta veće od ukupnih svedenih investicija. U protivnom, nema smisla ulagati u takav projekat.



## Parametri rentabilnosti projekta

### Koeficijent neto sadašnje vrednosti

Odnos neto sadašnje vrednosti i sadašnje vrednosti ukupnih investicionih troškova (svedenih investicija)

$$\text{NPV}_c = \text{NPV} / \text{PVI}$$

NPV    neto sadašnja vrednost  
PVI    sadašnja vrednost ukupnih investicionih troškova projekta

Pokazuje koliko se godišnje zarađuje novčanih jedinica ulaganjem jedne novčane jedinice u projekat



## Parametri rentabilnosti projekta

### Interna stopa rentabilnosti

jeste diskontna stopa, pri kojoj su izjednačene sadašnja vrednost prihoda od ušteda i sadašnja vrednost ukupnih troškova projekta, odnosno diskontna stopa pri kojoj je neto sadašnja vrednost projekta jednaka nuli

$$\frac{B_0}{(1+d)^0} + \frac{B_1}{(1+d)^1} + \frac{B_2}{(1+d)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+d)^n} = PVI$$

IRR = d interna stopa rentabilnosti

B                      neto prihod u n-toj godini

n                      rok trajanja projekta u godinama



## Parametri rentabilnosti projekta

### Interna stopa rentabilnosti

IRR projekta treba da bude veća ili najmanje jednaka diskontnoj stopi, koja odražava cenu sredstva za finansiranje projekta

IRR izabrane opcije projekta, mora biti viša ili bar jednaka IRR ostalih analiziranih opcija projekta ili mogućeg ulaganja sredstava

Kriterijum IRR favorizuje projekte koji zahtevaju manje investicije i rezultiraju manjim prihodima u apsolutnom iznosu



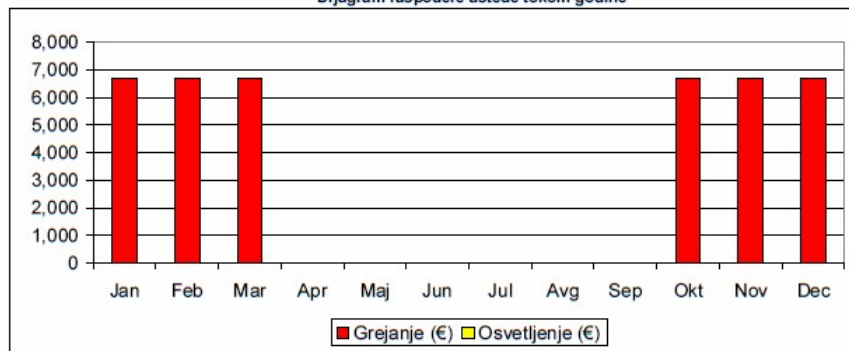
## Dinamika projekta

- Dinamika mesečnih neto priliva i troškova projekta tokom kalendarske godine
- Tok novca tokom ekonomskog veka projekta
  - Dinamika investicionih troškova projekta
  - Dinamika godišnjih neto priliva projekta



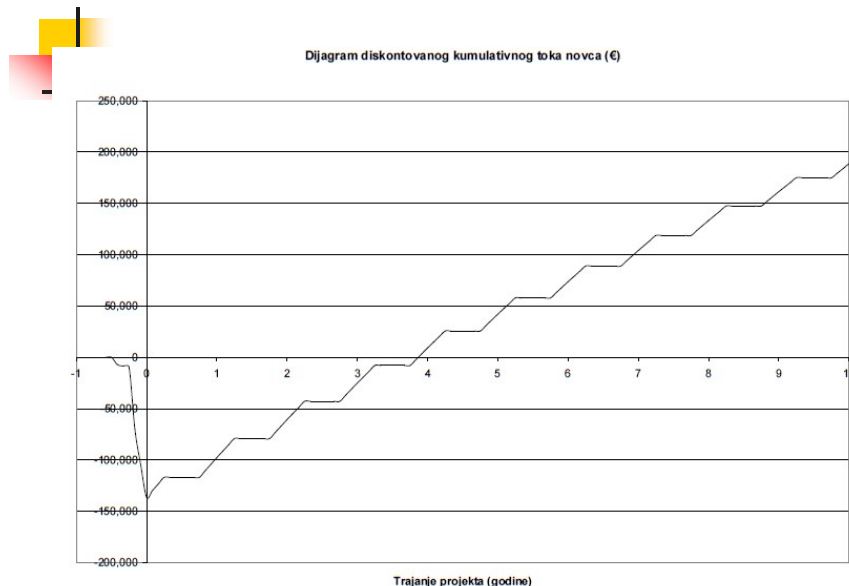
## Primer

Dijagram raspodele uštede tokom godine





## Primer



## Analiza osetljivosti

### Procena uticaja:

1. Promene cena energije
2. Promene projektovane inflacije
3. Ekonomskog životnog veka projekta (kvalitet opreme)
4. Veličine investicija (uspešnost tendera)

na finansijske parametre projekta: **NPV, NPVc, PBP, POP, IRR**

## Primeri primene mera unapređenja EE (1)

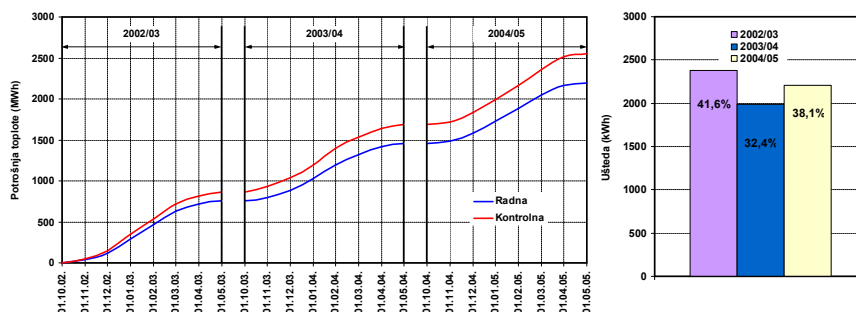
### 1. Unapređenje sistema grejanja



Reprezentativna zgrada na Novom Beogradu na kojoj su vršena merenja

## Primeri primene mera unapređenja EE (2)

### 1. Unapređenje sistema grejanja



Kumulativna potrošnja toplote za grejanje u radnoj i kontrolnoj zgradi tokom 3 grejne sezone (levo) i ušteda električne energije za pogon cirkulacionih pumpi (desno)

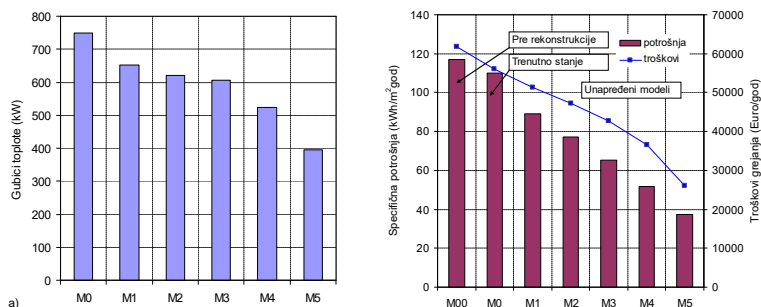
## Primeri primene mera unapređenja EE (3)

### 2. Unapređenje termičkog omotača

Model	Mere unapređenja
M00	Stanje pre rekonstrukcije 2002 (bez lokalne regulacije)
M0	Postojeće stanje
M1	Izolacija spoljnih zidova: 5 cm stiropor ( $\lambda=0.037$ W/mK)
M2	Izolacija spoljnih zidova: 8 cm neopor ( $\lambda=0.031$ W/mK)
M3	Izolacija spoljnih zidova: 8 cm neopor + Izolacija krova: 10 cm mineralna vuna ( $\lambda=0.041$ W/mK)
M4	Zamena drvenih prozora i balkonskih vrata ( $U=2.9$ W/m <sup>2</sup> K) novim PVC prozorima i balkonskim vratima ( $U=1.1$ W/m <sup>2</sup> K)
M5	Izolacija spoljnih zidova: 8 cm neopor + Zamena drvenih prozora i balkonskih vrata

## Primeri primene mera unapređenja EE (4)

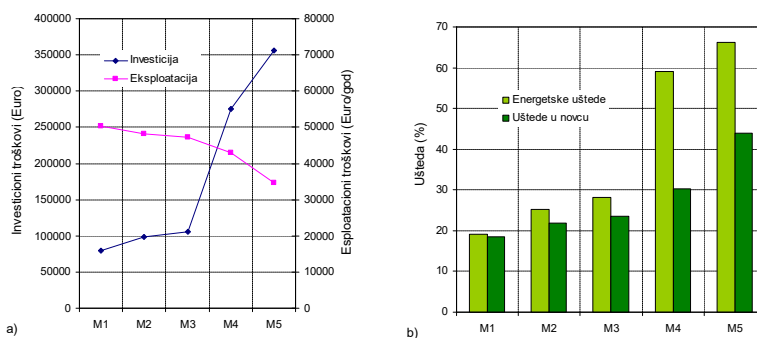
### 2. Unapređenje termičkog omotača



Uticaj mera na gubitke toplote zgrade (levo) i na specifičnu potrošnju toplote za grejanje i troškove grejanja (desno)

## Primeri primene mera unapređenja EE (5)

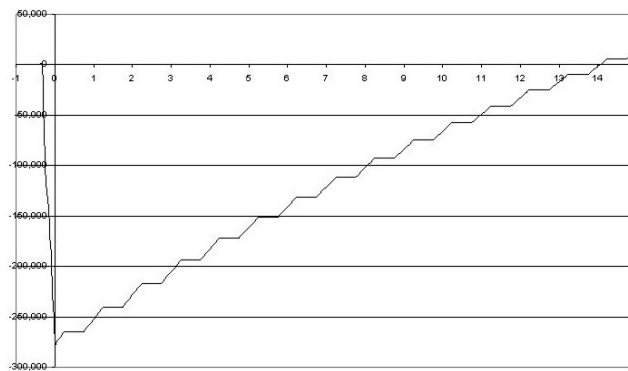
### 2. Unapređenje termičkog omotača



Investicioni i eksploatacioni troškovi (a) i uštede u energiji i novcu (b)

## Primeri primene mera unapređenja EE (6)

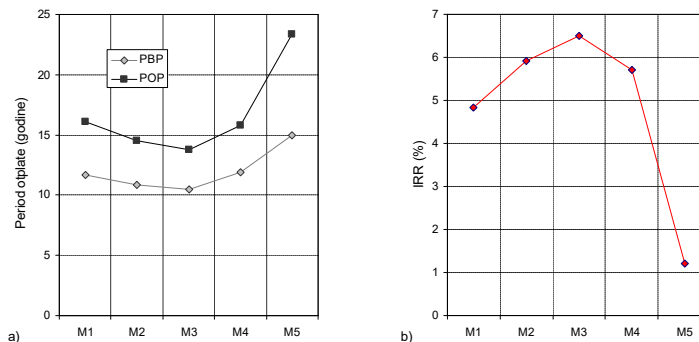
### 2.1 Finansijski pokazatelji i analiza osetljivosti



Kumulativni tok novca od trenutka ulaganja u unapređenje

## Primeri primene mera unapređenja EE (7)

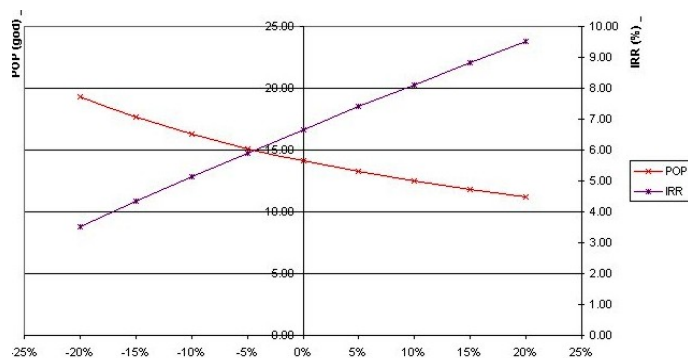
### 2.1 Finansijski pokazatelji i analiza osetljivosti



Period povraćaja investicije (a) i interna stopa rentabilnosti (b)

## Primeri primene mera unapređenja EE (8)

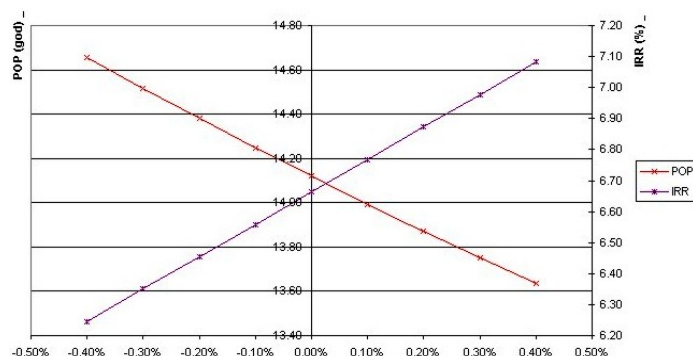
### 2.1 Finansijski pokazatelji i analiza osetljivosti



Uticaj promene cene energije na dinmički period otplate investicije i internu stopu rentabilnosti

## Primeri primene mera unapređenja EE (9)

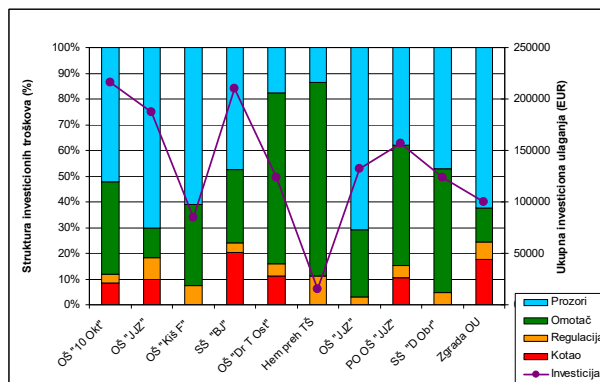
### 2.1 Finansijski pokazatelji i analiza osetljivosti



Uticaj promene stope inflacije na dinmički period otplate investicije i internu stopu rentabilnosti

## Primeri primene mera unapređenja EE (11)

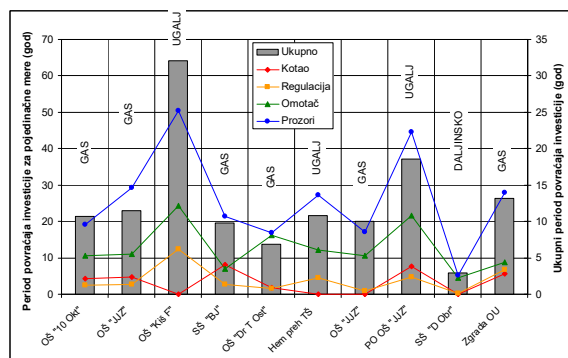
### 4. Setovi mera unapređenja i finansijski pokazatelji



Struktura investicionih troškova mera unapređenja za deset postojećih zgrada

## Primeri primene mera unapređenja EE (12)

### 4. Setovi mera unapređenja i finansijski pokazatelji



Period povraćaja investicionih ulaganja za pojedinačne mere i zbirni period povraćaja investicionih troškova