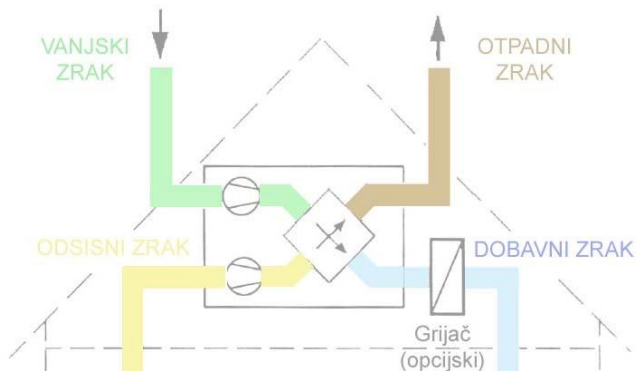


## Grad Sisak “ZELENI TJEDAN”

Sisak, 17. travnja 2012. Gradska vijećnica Grada Siska



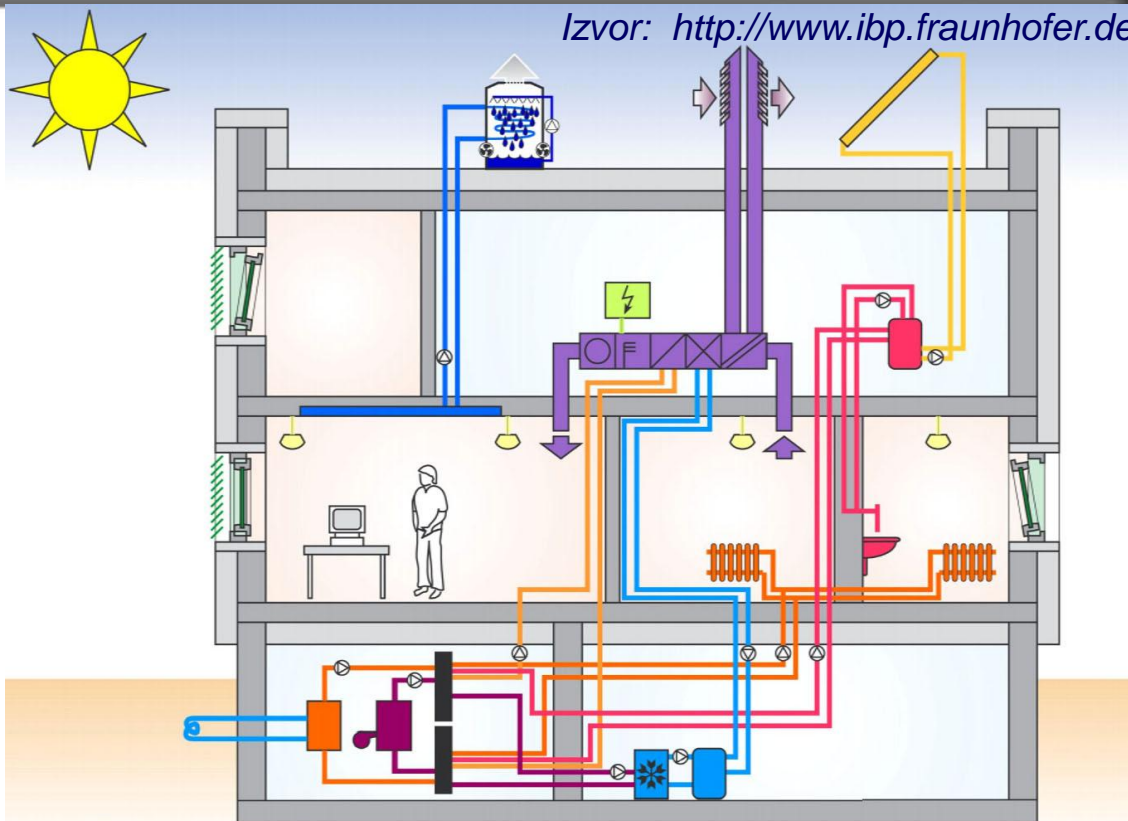
## ENERGETSKA OBNOVA POSTOJEĆIH ZGRADA I SUVREMENI ENERGETSKI KONCEPTI

Predavač: **Dr.sc. Marina MALINOVEC PUČEK**, dipl.ing.stroj.

Energetski institut Hrvoje Požar

## TEHNIČKI SUSTAV ZGRADE

- grijanje
- hlađenje
- ventilacija
- klimatizacija
- priprema potrošne tople vode
- osvjetljenje
- proizvodnja električne energije



### ENERGETSKI UČINKOVITA ZGRADA

Male potrebe za toplinskom energijom

Pasivno hlađenje

Napredna rasvjeta

Sustav opskrbe energijom

INTEGRALNO PLANIRANJE I SIMULACIJA

ENERGIJA U HRVATSKOJ	Potrošnja energije u PJ		%
	2009.	2010.	2010./2009.
<b>UKUPNA POTROŠNJA ENERGIJE (Total Primary Energy Supply )</b>	<b>408,37</b>	<b>411,68</b>	<b>+ 0,8</b>
1. Gubici transformacija	75,84	79,84	+ 5,3
2. Pogonska potrošnja	31,59	30,14	- 4,6
3. Gubici transporta i distribucije	10,29	10,88	+ 5,8
4. Neenergetska potrošnja	25,19	24,97	- 0,9
<b>5. Neposredna potrošnja energije (Final Energy Consumption)</b>	<b>265,46</b>	<b>265,84</b>	<b>+ 0,1</b>
5.1 Industrija	51,14	50,30	- 1,7
5.1 Promet	89,84	86,89	- 3,3
5.3 OPĆA POTROŠNJA	<b>124,48</b>	<b>128,65</b>	+ 3,3
5.3.1 - Kućanstva	77,23	80,81	+ 4,6
5.3.2 - Uslužni sektor	30,06	31,72	+ 5,5
5.3.3 - Poljoprivreda	10,47	10,27	- 1,9
5.3.4 - Građevinarstvo	6,72	5,85	- 12,9



ZGRADARSTVO 107,29 PJ → 112,53 PJ (+ 4,88 %)

**HRN EN ISO 13790:** 2008 Energijska svojstva zgrada – Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora (*Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling*)

→  $Q_{H,nd,ref}$ ,  $Q_{H,nd}$  – godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne i stvarne klimatske podatke, [kWh/a]

Energetski certifikat za stambene zgrade

$Q''_{H,nd,ref}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Izračun <b>49</b>
<b>A+</b>	≤ 15	<b>B</b>
<b>A</b>	≤ 25	
<b>B</b>	≤ 50	
<b>C</b>	≤ 100	
<b>D</b>	≤ 150	
<b>E</b>	≤ 200	
<b>F</b>	≤ 250	
<b>G</b>	> 250	

$$Q''_{H,nd,ref} = \frac{Q_{H,nd,ref}}{A_k} \quad \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ a}} \right]$$

Energetski certifikat za nestambene zgrade

$Q_{H,nd,rel}$	%	Izračun <b>49</b>
<b>A+</b>	≤ 15	<b>B</b>
<b>A</b>	≤ 25	
<b>B</b>	≤ 50	
<b>C</b>	≤ 100	
<b>D</b>	≤ 150	
<b>E</b>	≤ 200	
<b>F</b>	≤ 250	
<b>G</b>	> 250	

$$Q_{H,nd,rel} = \frac{Q'_{H,nd,ref}}{Q'_{H,nd,dop}} \cdot 100 \quad [\%]$$

$Q''_{H,nd,ref}$  – specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke, [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

$Q_{H,nd,rel}$  – relativna vrijednost godišnje potrebne toplinske energije za grijanje, [%]

$A_k$  – ploština korisne površine zgrade, [m<sup>2</sup>]

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klim. podatke  $Q_{H,nd}$  → **KORISNA ENERGIJA**

Godišnja potrebna toplinska energija  $Q_H$  → **KONAČNA ENERGIJA**

$$Q_H = Q_{H,nd} + Q_W + Q_{H,ls} + Q_{W,ls} \quad \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right]$$

✓
✗
✗
✗

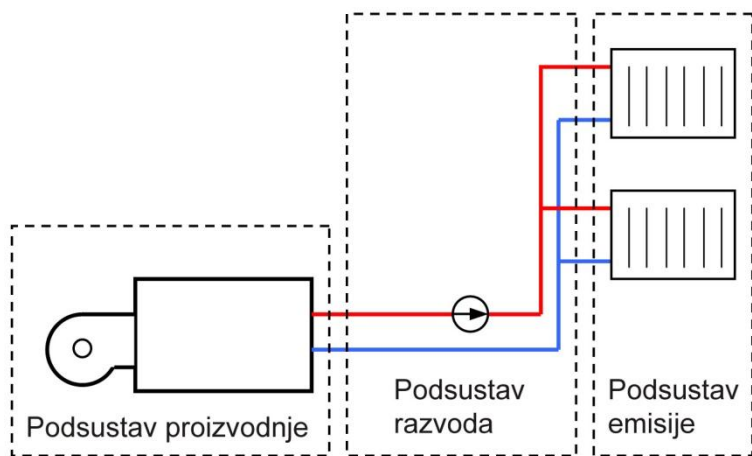
H = heating  
H,nd = heating need  
W = domestic hot water  
ls = loss

$Q_{H,nd}$  – godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, [kWh/a]

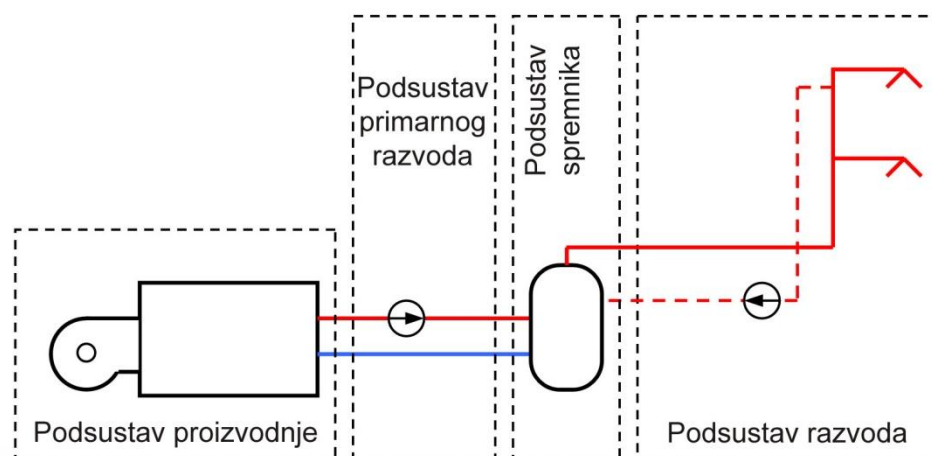
$Q_W$  – godišnja potrebna toplinska energija za zagrijavanje potrošne tople vode, [kWh/a]

$Q_{H,ls}$  – godišnji toplinski gubici sustava grijanja, [kWh/a]

$Q_{W,ls}$  – godišnji toplinski gubici sustava za zagrijavanje potrošne tople vode, [kWh/a]



*Podsustavi termotehničkog sustava grijanja*



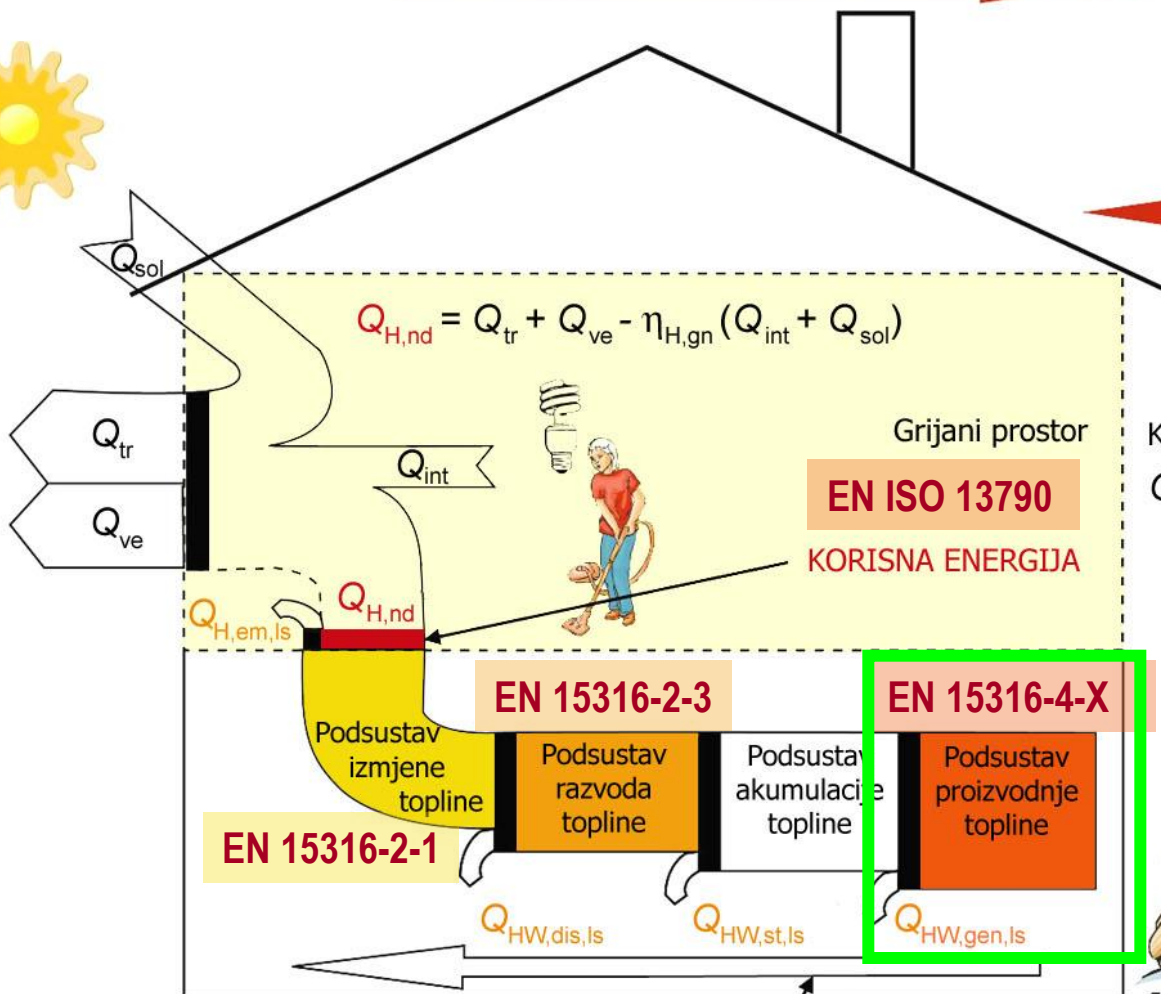
*Podsustavi termotehničkog sustava za pripremu potrošne tople vode*



SMJER PRORAČUNA POTREBNE ENERGIJE



SMJER POTREBNE ENERGIJE



$$Q_{H,nd} = Q_{tr} + Q_{ve} - \eta_{H,gn} (Q_{int} + Q_{sol})$$

Grijani prostor

**EN ISO 13790**

KORISNA ENERGIJA

KONAČNA ENERGIJA

$$Q_H = Q_{H,nd} + Q_W + Q_{H,ls} + Q_{W,ls}$$

**EN 15316-2-3**

**EN 15316-4-X**

**EN 15316-2-1**

Podstava izmjene topline

Podstava razvoda topline

Podstava akumulacije topline

Podstava proizvodnje topline

$Q_{HW,dis,ls}$

$Q_{HW,st,ls}$

$Q_{HW,gen,ls}$

POMOĆNA ENERGIJA  $W_{HW,aux}$

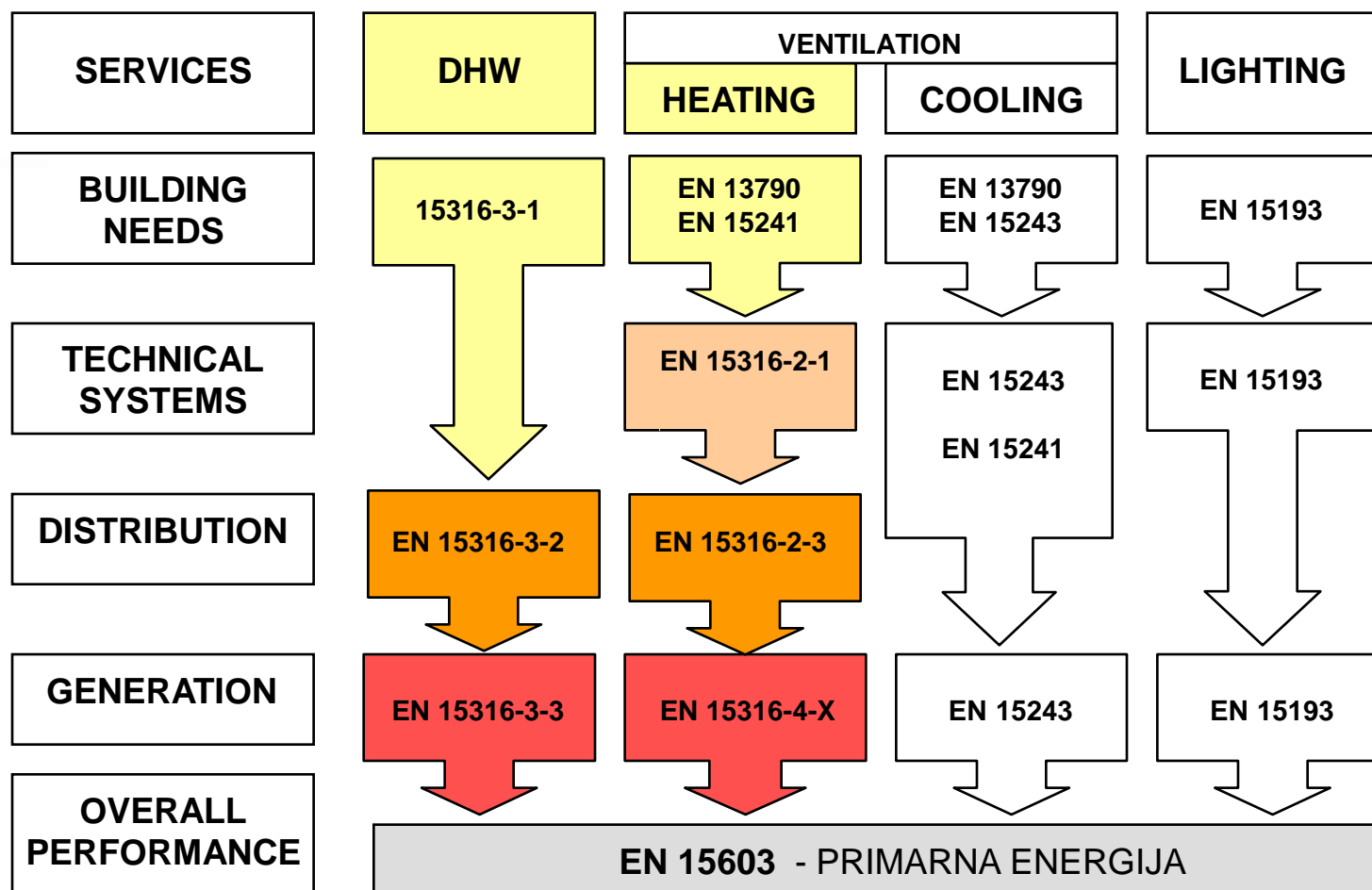
ISPORUČENA ENERGIJA

$E_{del}$

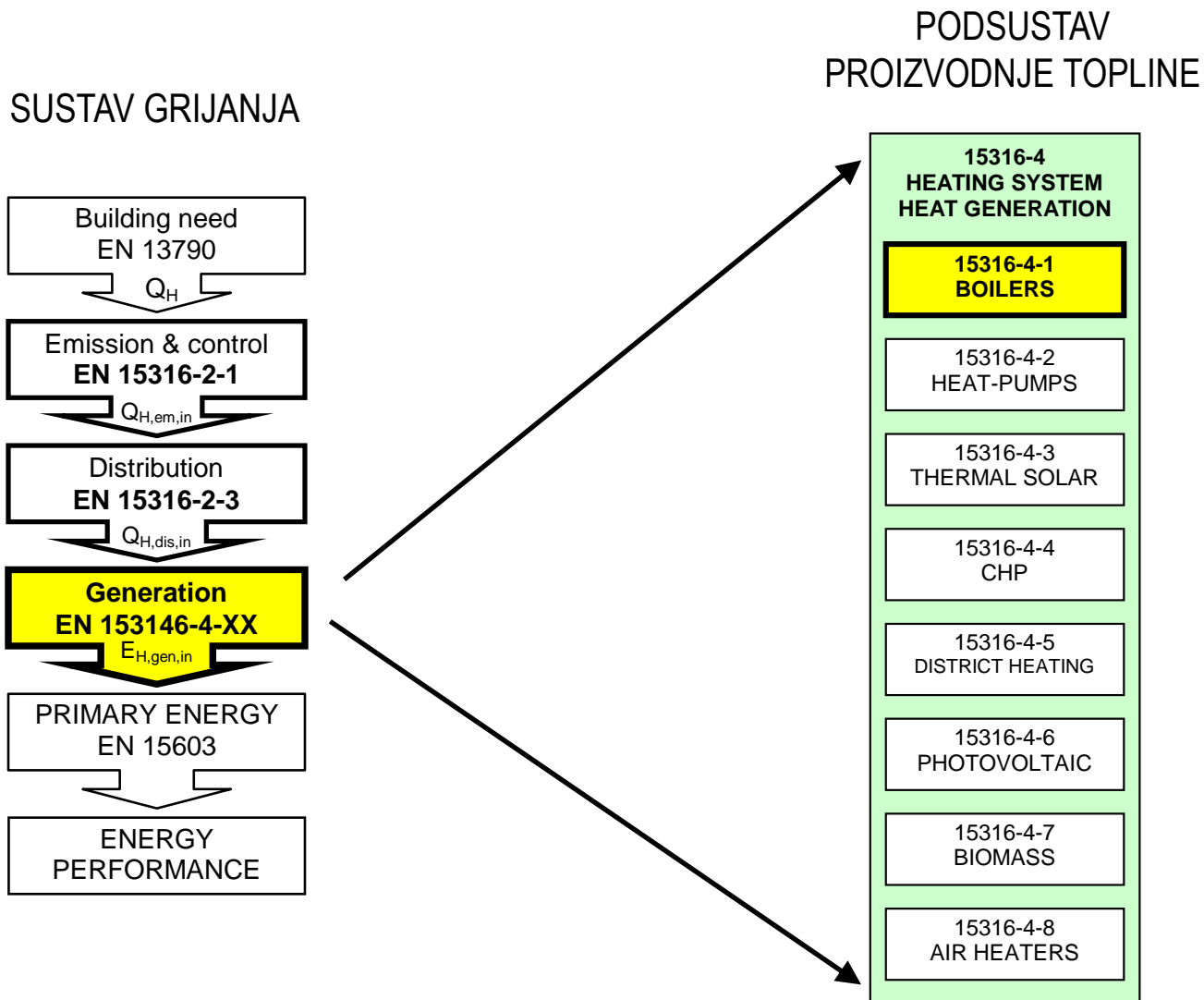
PRIMARNA ENERGIJA

$E_{prim}$

DHW = domestic hot water



Izvor: <http://www.iee-cense.eu>



Izvor: <http://www.iee-cense.eu>



**PRIMJER:** Određivanje toplinskih gubitaka neizolirane cijevi koja prolazi kroz negrijani prostor i moguće uštede uslijed toplinske izolacije cijevi ?

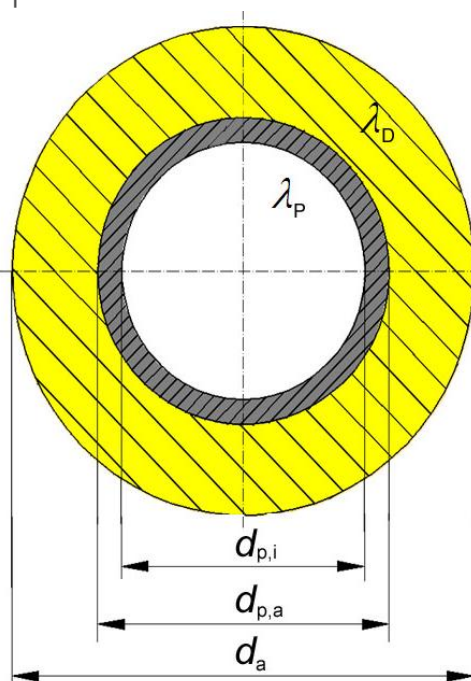


*Obješena i toplinski neizolirana cijev u negrijanom prostoru*

### Ulazni podaci:

Duljina cijevi:	<b><math>L = 12,25 \text{ m}</math></b>
Nazivni promjer cijevi:	<b>DN 32</b> ( $d_{p,a} = 42,4 \text{ mm}$ , $s = 2,6 \text{ mm}$ , $d_{p,i} = 37,2 \text{ mm}$ )
Koeficijent toplinske vodljivosti materijala cijevi:	<b><math>\lambda_p = 58 \text{ W/(mK)}</math></b>
Broj sati grijanja:	<b>15 h/dan</b>
Nazivna snaga instaliranih ogrjevnih tijela:	<b>129,678 kW</b>
Donja ogrjevna vrijednost goriva – PRIRODNI PLIN:	<b>9,260652778 kWh/m<sup>3</sup></b>
Godišnja emisija CO <sub>2</sub> – PRIRODNI PLIN:	<b>1,90 kg/m<sup>3</sup></b> (Hrvatska)

	NEIZOLIRANA CIJEV	IZOLIRANA CIJEV
Koeficijent prijelaza topline s vanjske strane cijevi $h_a$	$h_a = 14 \frac{W}{m^2 \cdot K}$	$h_a = 8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
Debljina toplinske izolacije	X	Debljina izolacije <b>38 mm</b>
Koeficijent toplinske vodljivosti $\lambda$	$\lambda_p = 58 W/(mK)$	$\lambda_D = 0,040 W/(mK)$
Geometrija cijevi	$d_{p,a} = 42,4 \text{ mm}$ $d_{p,i} = 37,2 \text{ mm}$	$d_a = 118,4 \text{ mm}$ $d_i = 37,2 \text{ mm}$
Linearni (dužinski) koeficijent prolaza topline $\Psi$	$\Psi_{\text{non}} = h_a \cdot \pi \cdot d_{p,a} = 14 \cdot \pi \cdot 0,0424$  $\Psi_{\text{non}} = 1,86 \frac{W}{mK}$	$\Psi = \frac{\pi}{\left( \frac{1}{2 \cdot \lambda_D} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a \cdot d_a} \right)}$  $\Psi = 0,2023 \frac{W}{mK}$



Proračun toplinskih gubitaka neizolirane cijevi i moguće uštede u slučaju toplinske izolacije cijevi

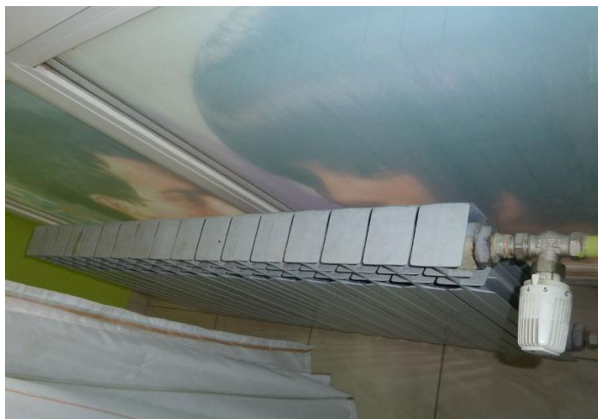
	Prosječni faktor opterećenja podsustava razvoda $\beta_{dis}$	Toplinski gubitak NEIZOLIRANE cijevi	Toplinski gubitak IZOLIRANE cijevi	Ušteda u potrošnji prirodnog plina	Smanjenje utrošene toplinske energije	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub> u okoliš
	[-]	[kWh/a]	[kWh/a]	[m <sup>3</sup> /a]	[kWh/a]	[t/a]
1	0,996	794,40	86,24	76,47	708,15	0,145
2	0,843	649,70	70,53	62,54	579,16	0,119
3	0,608	544,04	59,06	52,37	484,98	0,100
4	0,336	322,84	35,05	31,08	287,79	0,059
5	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
6	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
7	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
8	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
9	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
10	0,382	414,82	45,03	39,93	369,78	0,076
11	0,670	610,42	66,27	58,76	544,15	0,112
12	0,911	753,13	81,76	72,50	671,37	0,138
<b>Σ</b>		<b>4.089,34</b>	<b>443,96</b>	<b>393,64</b>	<b>3.645,39</b>	<b>0,748</b>



Toplinski neizolirana i izolirana pumpa proizvođača WILLO



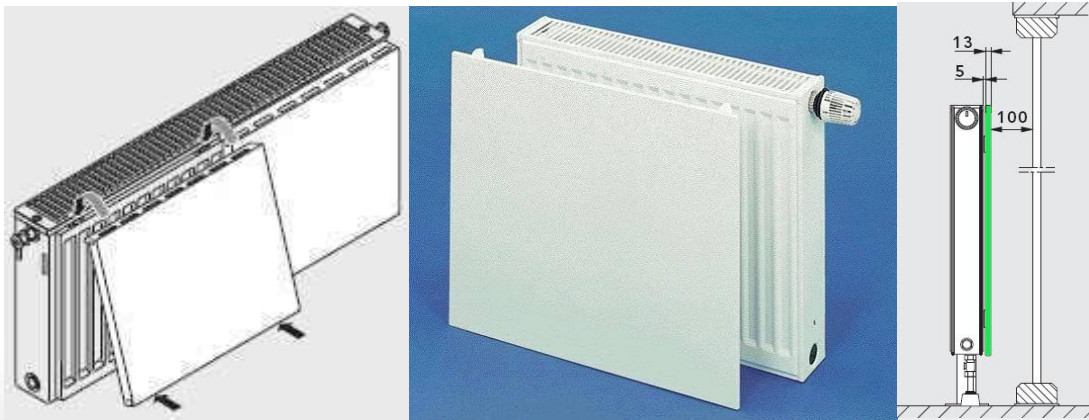
## MJERA – ugradnja obloga sa stražnje strane radijatora postavljenih ispred staklenih površina



Udio radijatora u ukupnom broju radijatora postavljenih uz staklenu plohu: **6,03 %**

Ukupni instalirani učin radijatora postavljenih uz staklenu plohu (90/70/20°C): **66,462 kW**

Ukupna ploština stražnje površine radijatora uz staklenu plohu: **19,512 m<sup>2</sup> ≅ 20 m<sup>2</sup>**



UŠTEDA – prirodni plin: **281,57 m<sup>3</sup>/god.**

Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>: **0,535 tona/god.**

## MJERA – ugradnja termostatskih radijatorskih setova

Prema podacima proizvođača **uštete**, koje se mogu postići u **potrošnji toplinske energije** korištenjem termostatskih radijatorskih ventila, iznose **od 10 do 20 %**.



Ukupni broj radijatora bez TRV:	<b>16</b>
Ukupni instalirani učin radijatora u podrumu (75/65/20°C):	23,533 kW
Udio u ukupnom instaliranom učinku radijatora za cijeli objekt:	4,47 %

### MJERA 3 – Ugradnja termostatskih radijatorskih setova na radijatore u podrumu Doma

Ukupan broj radijatora u podrumu bez termostatskih radijatorskih setova, [-]	<b>16</b>
Iznos investicije bez PDV-a, [kn]	9.600
Godišnja potrebna toplinska energija na ulazu u podsustav izmjene topline, [kWh/god.]	60.302
Moguće uštete toplinske energije ostvarene ugradnjom termostatskih radijatorskih setova prema podacima proizvođača <sup>22</sup> , [%]	10
Godišnja ušteda toplinske energije, [kWh/god.]	<b>6.030,20</b>
Godišnja ušteda u potrošnji prirodnog plina, [m <sup>3</sup> /god.]	<b>638,62</b>
Godišnja ušteda u cijeni goriva bez PDV-a, [kn/god.]	2.324,57
Godišnje smanjenje emisije CO <sub>2</sub> u okoliš, [tona/god.]	1,21
Jednostavni period povrata investicije, [a]	<b>4,13</b>

**MJERA UZ MALE TROŠKOVE I BRZI POVRAT INVESTICIJE !**

## RJEŠENJE ENERGETSKIH, EKOLOŠKIH I GOSPODARSKIH PROBLEMA

- učinkovita uporaba i štednja energije
- korištenje obnovljivih izvora energije
- proizvodnja energetske učinkovite opreme i uređaja

### Najvažniji ciljevi energetske politike:

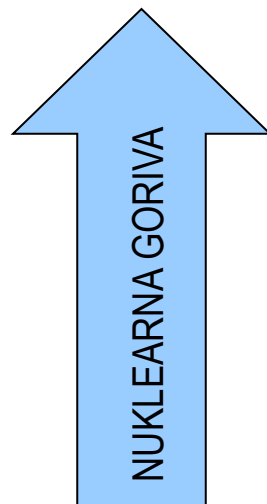
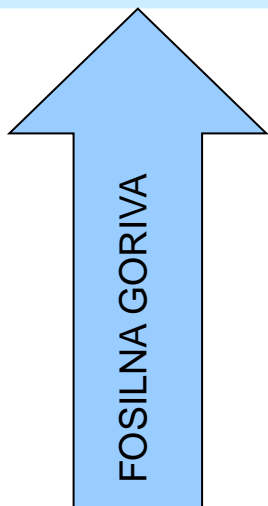
1. povećanje energetske učinkovitosti u proizvodnji, pretvorbi, prijenosu, razvodu i transportu energije i energenata u postojećim i novim energetske sustavima
2. povećanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu te energetske učinkovitosti opreme i uređaja
3. usmjeravanje potrošača na uporabu onih oblika energenata i energije kojima će se postići najveća učinkovitost i najmanje onečišćenje okoliša
4. poticanje i usmjeravanje na povećanje uporabe obnovljivih izvora energije (solarna, geotermalna, biogoriva i biomasa)
5. osigurati veći stupanj uporabe prirodnog plina i proizvodnju bioplina u digestorima te njegovu uporabu na seoskim imanjima



6. poticati proizvodnju biogoriva
7. poticati i stimulirati primjenu sustava kogeneracije manje snage koji će kao gorivo rabiti plin, bioplina i biodizel i veće snage koji će rabiti biomasu, komunalni i industrijski otpad
8. **poticati i stimulirati zamjenu postojećih starih kotlova** novim energetski učinkovitijim i ekološki prihvatljivim
9. poticati i stimulirati proizvodnju energetski učinkovite opreme i uređaja koji će pridonijeti smanjenju potrošnje energije i povećanju zaposlenosti
10. uvoditi sustav individualnog mjerenja potrošnje energije kod centralizirane opskrbe energijom
11. poticati osnivanje savjetodavnih centara
12. pokrenuti aktivnosti i stimulirati decentralizaciju energetskog, a posebice elektroenergetskog sustava tako da se nosioci aktivnosti i odgovornosti opskrbe energijom budu sve više općine, gradovi i županije, čime će se povećati energetska sigurnost
13. izrada normi i standarda za proizvodnju energetski učinkovite opreme i uređaja
14. poticati pokretanje javne kampanje kojom bi se potrošači energije upoznali i podučili kako učinkovito rabiti energiju i koje su koristi od nje za okoliš, gospodarstvo i društvo u cjelini.

## IZVORI ENERGIJE

NEOBNOVLJIVI		OBNOVLJIVI
Ugljen	Nuklearna fisija (cijepanje jezgre)	Sunčeva energija
Nafta	Nuklearna fuzija (spajanje više jezgri)	Energija vjetra
Prirodni plin		Energija vodotoka
		Energija biomase
		Toplina zemlje
		Energija morskih mijena morskih valova
		Geotermalna energija



- ograničena opskrba
- **onečišćuju okoliš**
- uzrokom klimatskih promjena

### TEMELJI ODRŽIVOG RAZVOJA:

- toplinska zaštita
- **korištenje obnovljivih izvora energije**
- zaštita okoliša



## EUROPSKA DIREKTIVA 2010/31/EU o energetske svojstvima zgrada – EPBD

(*Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings*)

### Članak 6. Nove zgrade

Potreba izrade elaborata tehničke, ekološke i ekonomske isplativosti primjenjivosti **visoko učinkovitih alternativnih sustava opskrbe energijom** :

- (a) decentralizirani sustavi opskrbe energijom na bazi obnovljivih izvora energije
- (b) kogeneracija
- (c) daljinsko grijanje i hlađenje
- (d) dizalice topline

### Članak 14. Kontrola sustava grijanja

kod kotlova nazivnog učina  $> 20$  kW (procjena stupnja djelovanja kotla i instaliranog učina s obzirom na potrebe zgrade)

### Članak 15. Kontrola sustava klimatizacije

za nazivni učin  $> 12$  kW

**KOGENERACIJA** – postupak istovremene proizvodnje električne i korisne toplinske energije u jedinstvenom procesu

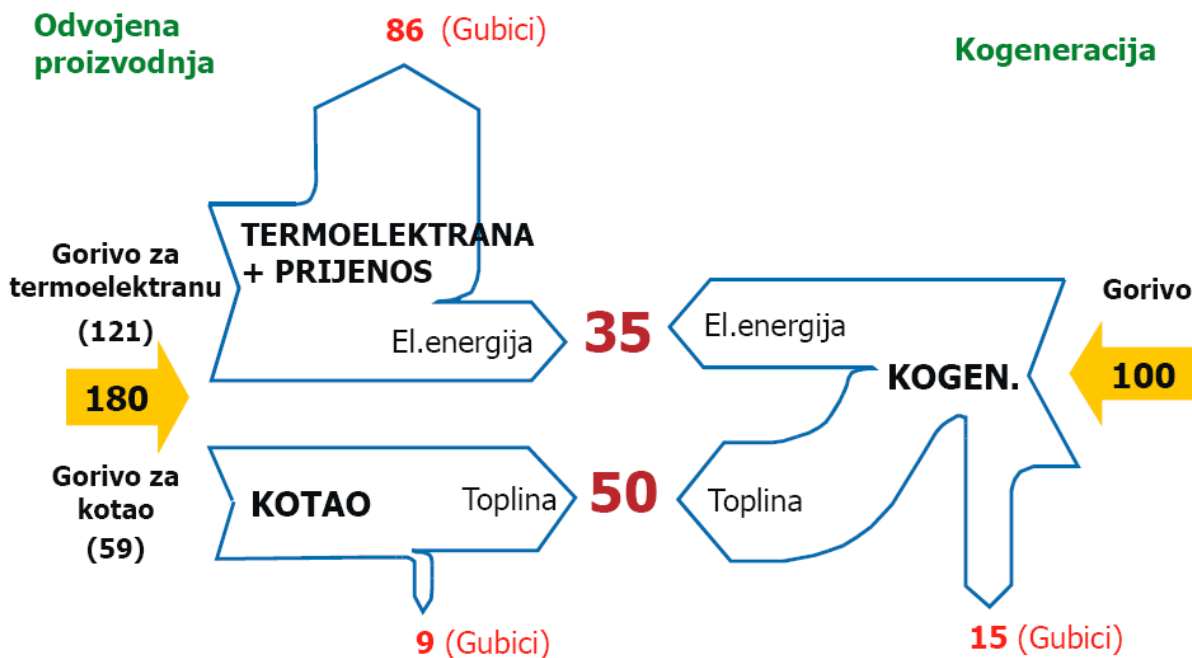
- Otto motor (**MIKROKOGENERACIJA** instalirana el. snaga do 50 kW)
- Stirlingov motor
- parna turbina, plinska turbina
- gorivne ćelije



El. snaga 1,3-4,7 kW  
Topl. snaga 4-12,5 kW

- učinkovitije korištenje energije goriva
- izbjegavanje gubitaka u mreži
- smanjena emisija u okoliš u odnosu na konvencionalne procese
- bolja sigurnost opskrbe energijom
- viša konkurentnost gospodarstva

Potrebno je stvoriti uvjete da potrošači energije i energenata mogu sami podmirivati svoje potrebe iz vlastitih izvora !



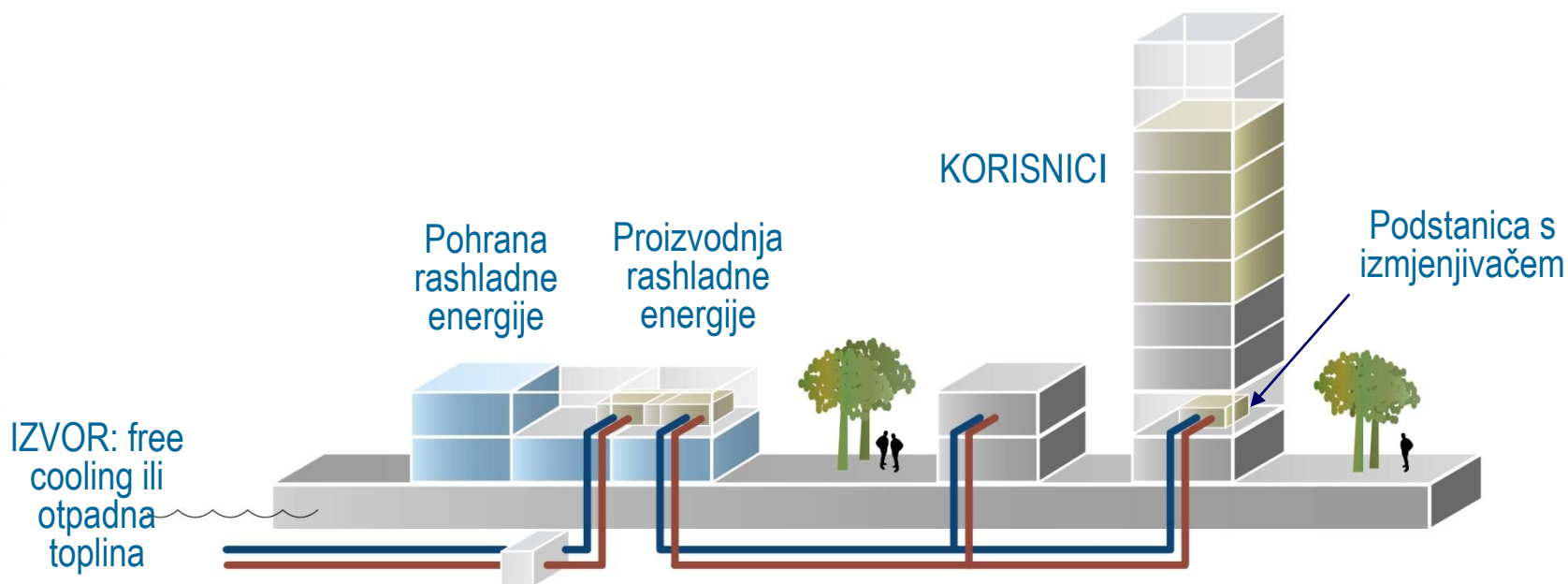
↓  
Energetska učinkovitost i energetska sigurnost potrošača i države

↓  
Nositelji energetskeg razvoja i opskrbe energijom – županije, gradovi, općine

## DALJINSKO HLAĐENJE

Različite mogućnosti centralne proizvodnje rashladne energije:

- free cooling (morska voda, voda iz jezera – iz velikih dubina)
- apsorpcijski rashladni uređaj (toplina iz industrijskog procesa, spalionica otpada, kogeneracije)
- dizalice topline u kombinaciji s potrebama za toplinskom energijom



U slučaju centralno proizvedene rashladne energije može se postići 5-10 puta veći faktor hlađenja u odnosu na lokalno instalirani konvencionalni rashladni uređaj pogonjen električnom energijom.

## DIZALICE TOPLINE

Europska direktiva *Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources* (April 2009)

svrstava dizalice topline u obnovljive izvore energije prema sezonskom faktoru učinkovitosti **SPF** (engl. *Seasonal Performance Factor*)

$$E_{RES} = Q_{usable} \cdot \left(1 - \frac{1}{SPF}\right)$$

$$SPF = \frac{Q_{usable}}{E_{final}}$$

$Q_{usable}$  – korisna toplina predana od strane dizalice topline

SPF → prema **HRN EN 15316-4-2**

(Sustavi za proizvodnju topline, sustavi dizalica topline)

Obnovljivi izvor energije

$E_{RES}$

Energija potrebna za pogon dizalice topline

$E_{final}$

$Q_{usable}$

zrak  
toplina zemlje  
voda

POMOĆNI  
UREĐAJI

DIZALICA  
TOPLINE

KORISNA TOPLINA

$$E_{RES} = Q_{usable} - E_{final}$$





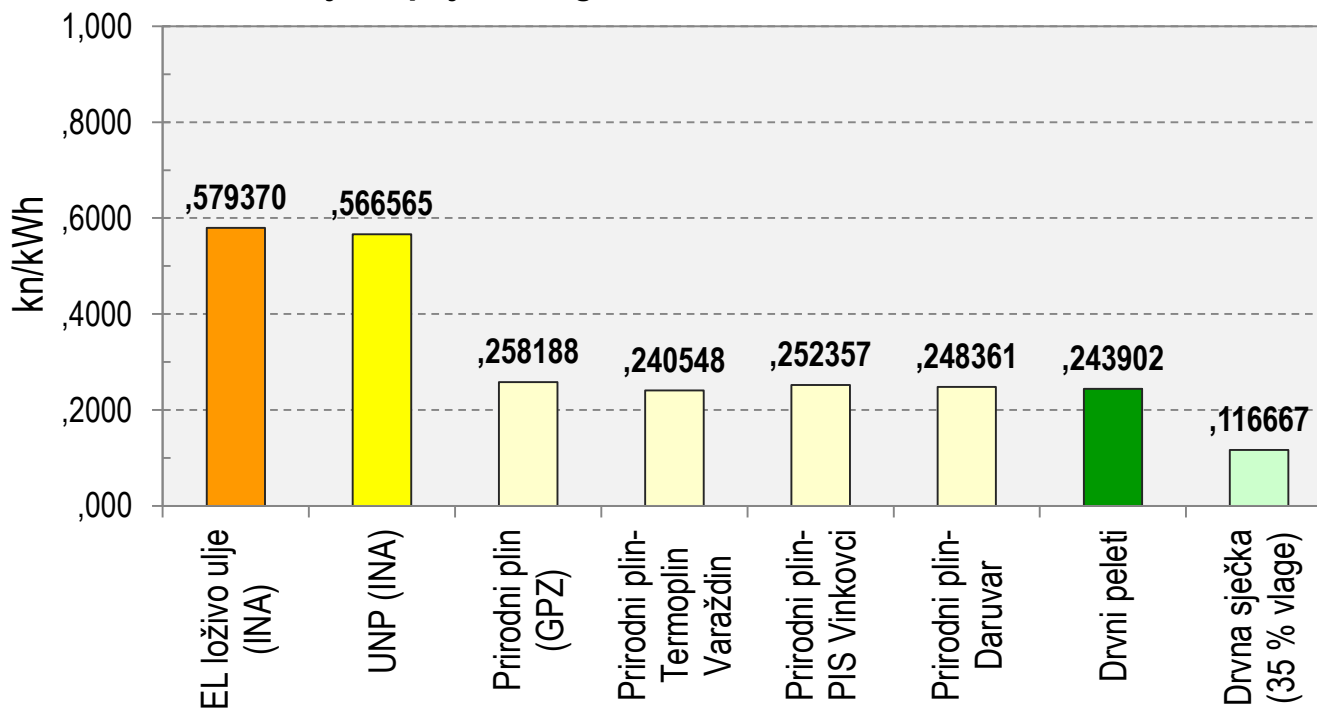
**PROMJENA ENERGENATA**

EL loživo ulje → PRIRODNI PLIN ili BIOMASA (peleti, sječka)

Tablica: Usporedba ogrjevnih vrijednosti i cijena pojedinih energenata u Hrvatskoj na dan **22.02.2012.**

GORIVO	Jedini- nica	Donja ogrjevna vrijednost goriva [kWh/jedinici]	Cijena bez PDV-a		Cijena s PDV-om	
			[kn/jedinici]	[kn/kWh]	[kn/jedinici]	[kn/kWh]
EL loživo ulje - INA	litra	9,886	5,813	0,579	7,15	0,713
UNP (propan butan za spremnike) - INA	kg	12,8	7,252	0,567	8,92	0,697
Prirodni plin (kućanstva) – Gradska plinara ZAGREB Opskrba d.o.o.	m <sup>3</sup>	9,2607	2,391	0,258	2,941	0,318
Prirodni plin (kućanstva) – Termoplin d.d. VARAŽDIN	m <sup>3</sup>	9,2607	2,228	0,241	2,74	0,296
Prirodni plin (kućanstva) – Plinara istočne Slavonije d.o.o. VINKOVCI	m <sup>3</sup>	9,2607	2,337	0,252	2,875	0,310
Prirodni plin (kućanstva) – Darkom DARUVAR d.o.o.	m <sup>3</sup>	9,2607	2,300	0,248	2,830	0,306
Drvni pelete – Drvenjača d.d.	kg	5	1,22	0,244	1,500	0,300
Drvna sječka (35 % vlage) – Hrvatske šume	kg	3	0,35	0,117	0,431	0,144

Cijene pojedinih goriva bez PDV-a - 22.02.2012.



**DRVNI PELETI u odnosu na EL loživo ulje → ušteda u cijeni goriva od 58 %**

2 kg peleta	≈ 1 L EL loživog ulja
1,85 kg peleta	≈ 1 m <sup>3</sup> prirodnog plina
3 m <sup>3</sup> peleta	≈ 1.000 L EL loživog ulja



	1	2	3	4	5
	Standardni kotlovi za centralno grijanje	NT kotao za centralno grijanje	NT kotao za centralno grijanje	Standardni kotao za pripremu PTV	Vrelouljni kotao
Proizvođač	BUDERUS	Viessmann	Viessmann	Osby Parca AB	KESSELFABRIK
Tip	04.30W/63	Paromat-Simplex	Paromat-Simplex	OPEX	—
	Prirodni plin	EL loživo ulje	EL loživo ulje	EL loživo ulje	EL loživo ulje
Učin kotla	3 x 63 = 189 kW	1.400 kW	1.400 kW	350 kW	571 kW
Godina proizvodnje	1977.	2004.	2004.	1994.	1997.
Temp. dimnih plinova	—	190 °C	188 °C	202 °C	369 °C
Gubitak osjetne topline	—	6,1 %	6 %	9,9 %	17,1 %
Stupanj djelovanja kotla	83,1 %	93,9 %	94,0 %	90,1 %	82,9 %

Tablica: Granične vrijednosti emisije onečišćujućih tvari prema Uredbi o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 21/07) Članak 111.

Veličina	GRANIČNE VRIJEDNOSTI EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI za uređaje za loženje				
	MALI - kruta goriva i biomasa	SREDNJI - kruta goriva i biomasa	MALI – tekuća goriva	SREDNJI– tekuća goriva	MALI I SREDNJI – plinska goriva
Dimni broj	1	–	1	–	0
Gubitak osjetne topline dimnih plinova*	<b>17 %</b>		<b>10 %</b>		<b>10 %</b>
Krute čestice	–	150 mg/m <sup>3</sup>	–	150 mg/m <sup>3</sup>	–
Ugljični monoksid CO	1000 mg/m <sup>3</sup>	500 mg/m <sup>3</sup>	175 mg/m <sup>3</sup>		100 mg/m <sup>3</sup>
Oksidi dušika izraženi kao NO <sub>2</sub>	–	500 mg/m <sup>3</sup> Vrtložno izgar: 300 mg/m <sup>3</sup>	250 mg/m <sup>3</sup> za plinsko ulje 350 mg/m <sup>3</sup> za loživa ulja		200 mg/m <sup>3</sup>
Oksidi sumpora izraženi kao SO <sub>2</sub>	–	2000 mg/m <sup>3</sup>	–	1700 mg/m <sup>3</sup>	–
Volumni udio kisika	7 % (ugljen, vrtložno loženje) 11 % (drvo, biomasa)		3 %		3 %

\* Kod malih i srednjih uređaja za loženje te procesnih peći toplinski gubici u otpadnim plinovima se ne određuju.

Tablica VII.1: usporedba rezultata mjerenja s graničnim vrijednostima prema članku 111. Uredbe

Mjerni parametar - onečišćujuće tvari	Rezultati mjerenja - srednje vrijednosti <sup>1</sup>	GVE <sup>2</sup>	Napomena
Dimni broj	0	0	zadovoljava
Toplinski gubici u otpadnom plinu (%)	12,1	10	zadovoljava <sup>3</sup>
Ugljični monoksid CO(mg/m <sup>3</sup> )	0,7	100	zadovoljava
Oksidi dušika iskazani kao NO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	129,8	200	zadovoljava

<sup>1</sup>Srednje vrijednosti iskazane su masenom koncentracijom onečišćujućih tvari u suhim dimnim plinovima temperature 273 K, tlaka 101,3 kPa za zadani volumni udio kisika (3%).

<sup>2</sup>Granična vrijednost emisije određena je prema članku 111. Uredbe

<sup>3</sup>Prema članku 111. Uredbe kod malih i srednjih uređaja za loženje te procesnih peći toplinski gubici u otpadnim plinovima se ne određuju.

- toplovodna plinska kotlovnica -

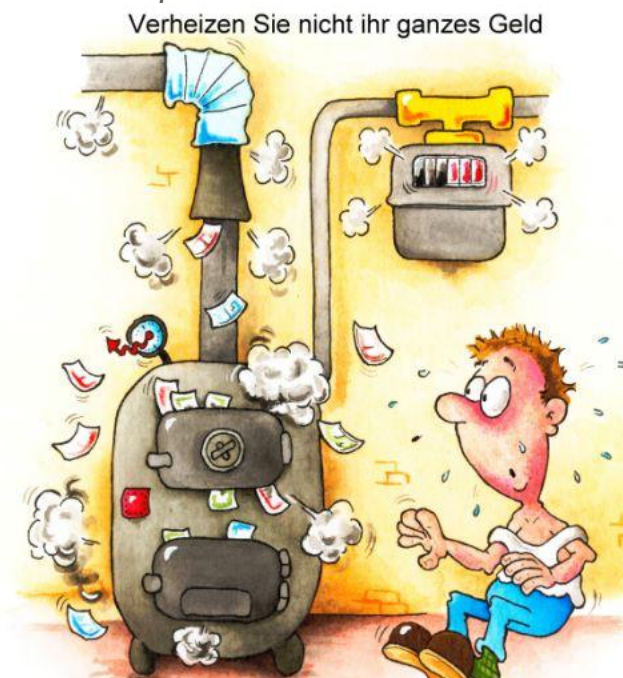
## ZADOVOLJAVA

kriterijima "Uredbe o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora" ("Narodne novine" broj 21/2007.)



Tablica: Njemačka – Hrvatska → granične vrijednosti gubitka osjetne topline dimnih plinova

Nazivni učin uređaja za loženje na ULJE i PLIN	Granična vrijednost gubitka osjetne topline dimnih plinova	
	NJEMAČKA <sup>1)</sup>	HRVATSKA <sup>2)</sup>
4 kW – 25 kW	11 %	?
25 kW – 50 kW	10 %	?
> 50 kW	9 %	?



<http://www.hottenrott.de/>

<sup>1)</sup> Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV )

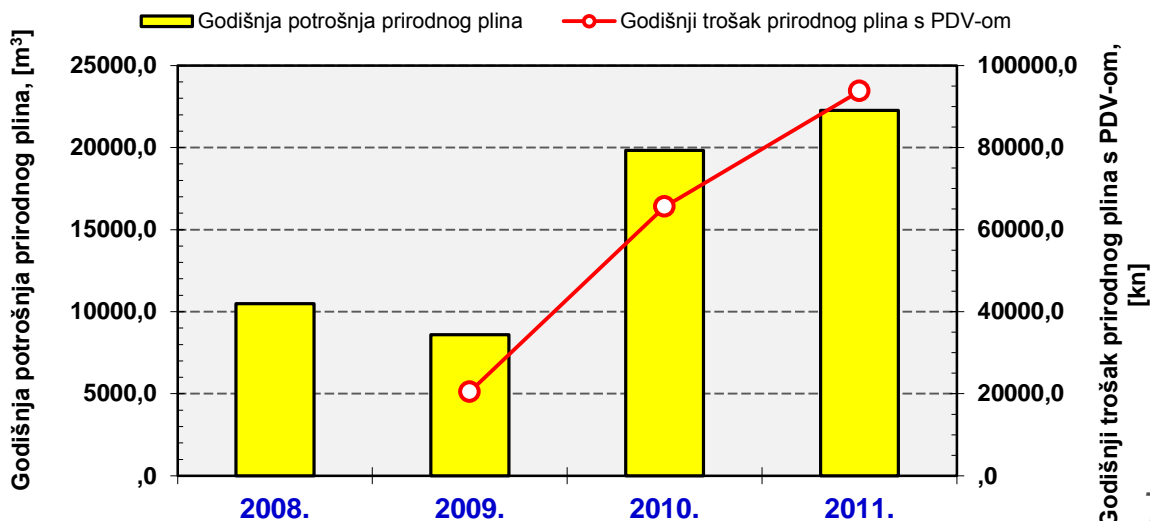
<sup>2)</sup> prema Uredbi o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 21/07) Članak 111. kod malih i srednjih uređaja za loženje te procesnih peći toplinski gubici u otpadnim plinovima se ne određuju.



Referentna godišnja potrošnja prirodnog plina (prosjek 2010. i 2011.):

21.051,50 m<sub>n</sub><sup>3</sup>/god.

Gradska uprava - UKUPNA godišnja potrošnja i trošak prirodnog plina



Tri standardna kotla BUDERUS 04.30W/63  
3x63 = 189 kW iz 1977.

Veličina	Jedinica	POSTOJEĆE STANJE VANJSKE OVOJNICE	STANJE NAKON REKONSTRUKCIJE VANJSKE OVOJNICE
Ploština korisne površine zgrade	m <sup>2</sup>	1.310,69	1.310,69
<b>Projektno toplinsko opterećenje</b>	<b>kW</b>	<b>190,35</b>	<b>136,73</b>
Projektno toplinsko opterećenje svedeno po m <sup>2</sup> ploštine korisne površine zgrade	W/m <sup>2</sup>	145,23	104,32

Veličina	Oznaka	Jedinica	POSTOJEĆE STANJE VANJSKE OVOJNICE		STANJE NAKON REKONSTRUKCIJE VANJSKE OVOJNICE
			POSTOJEĆI KOTLOVI	KONDENZACIJSKI KOTAO	KONDENZACIJSKI KOTAO
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimat. podatke	$Q_{H,nd}$	kWh/a	<b>140.847</b>	<b>140.847</b>	<b>82.181</b>
Stupanj djelovanja podsustava razvoda	$\eta_{razv}$	-	0,95	0,95	0,95
Stupanj djelovanja regulacije	$\eta_{reg}$	-	<b>0,9</b>	0,95	0,95
Stupanj djelovanja kotla	$\eta_k$	-	0,7886	<b>1,05</b>	<b>1,06</b>
Ukupni stupanj djelovanja centralnog sustava grijanja	$\eta_{luk}$	-	<b>0,67428</b>	<b>0,94763</b>	<b>0,95665</b>
Gorivo		-	prirodni plin	prirodni plin	prirodni plin
Donja ogrjevna moć goriva	$H_d$	kWh/m <sup>3</sup>	9,2607	9,2607	9,2607
Cijena goriva (bez PDV-a)		kn/m <sup>3</sup>	3,94	3,94	3,94
Godišnja potrošnja goriva		m <sup>3</sup> /god.	<b>22.556,12</b>	<b>16.049,80</b>	<b>9.276,34</b>
Toplinska energija sadržana u gorivu		kWh/god.	208.884,42	148.631,58	85.904,98
Godišnja cijena goriva (bez PDV-a)		kn/god.	88.871,12	63.236,19	36.548,79
Direktna emisija CO <sub>2</sub> u okoliš		t/god.	<b>42,857</b>	<b>30,495</b>	<b>17,625</b>
<b>GODIŠNJE UŠTEDE u odnosu na postojeći kotao i postojeće stanje vanjske ovojnice</b>			POSTOJEĆE STANJE VANJSKE OVOJNICE - kondenzacijski kotao	STANJE NAKON REKONSTRUKCIJE VANJSKE OVOJNICE - kondenzacijski kotao	
Godišnja ušteda u potrošnji prirodnog plina		m <sup>3</sup> /god.		6.506,33	13.279,78
Godišnje smanjenje utrošene toplinske energije		kWh/god		60.252,84	122.979,44
Godišnja ušteda u cijeni goriva		kn/god.		<b>25.634,93</b>	<b>52.322,34</b>
Godišnje smanjenje emisije CO <sub>2</sub>		t/god.		12,362	25,232
Investicija u strojarski dio (bez PDV-a)		kn		231.147,23	215.215,23
Investicija u građevinski dio (bez PDV-a)		kn		0,00	503.654,00
Jednostavni period povrata investicije (STROJARSKE MJERE)		god.		<b>9,02</b>	<b>4,11</b>
Jednostavni period povrata investicije (STROJARSKE + GRAĐEVINSKE MJERE)		god.		X	<b>13,74</b>

Referentna godišnja potrošnja prirodnog plina (prosjek 2010. i 2011.): **21.051,50 m<sub>n</sub><sup>3</sup>/god.**

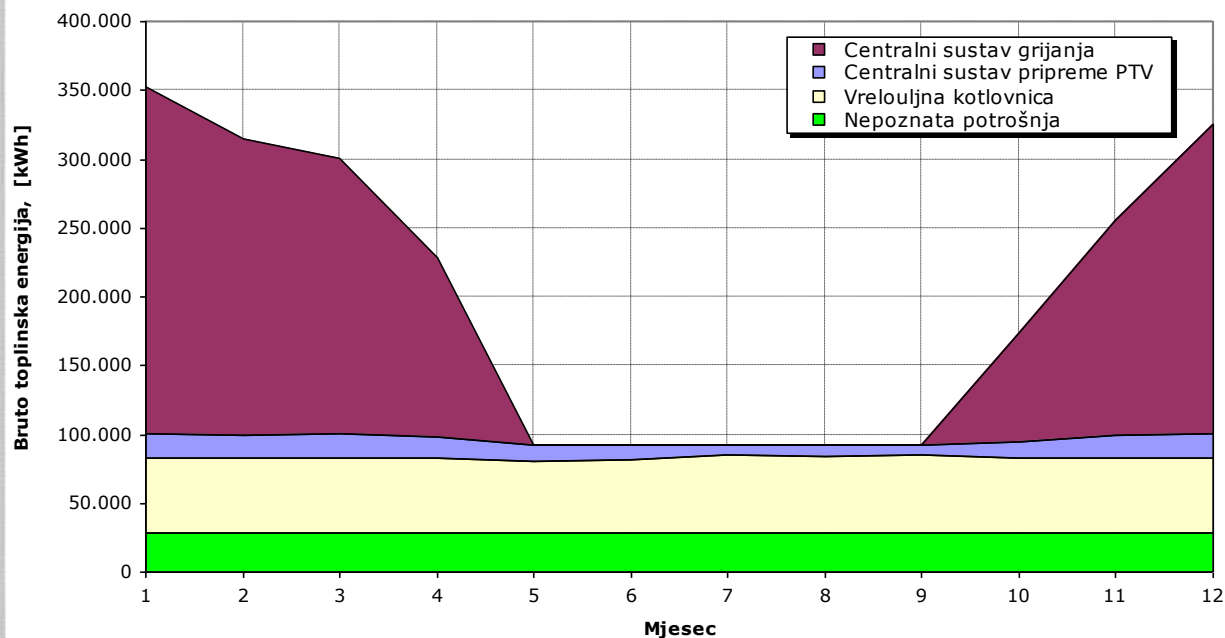
Usporedbe cijene pojedinih goriva (listopad 2011. godine) i emisije CO<sub>2</sub> svedene na energetska vrijednost koja odgovara 1 litri EL loživog ulja



**EL loživo ulje → biomasa (sječka i peleti) + solarni kolektori za PTV**



Energetska vrijednost goriva = 1 litra EL loživog ulja	Cijena goriva (bez PDV-a)	Emisija CO <sub>2</sub>
1 L EL loživog ulja =	5,242 kn	2,600 kg
0,784 kg UNP-a =	5,181 kn	2,273 kg
2 kg peleta =	2,447 kn	0,000 kg
3,344 kg sječke =	1,171 kn	0,000 kg



**EL loživo ulje → UNP**

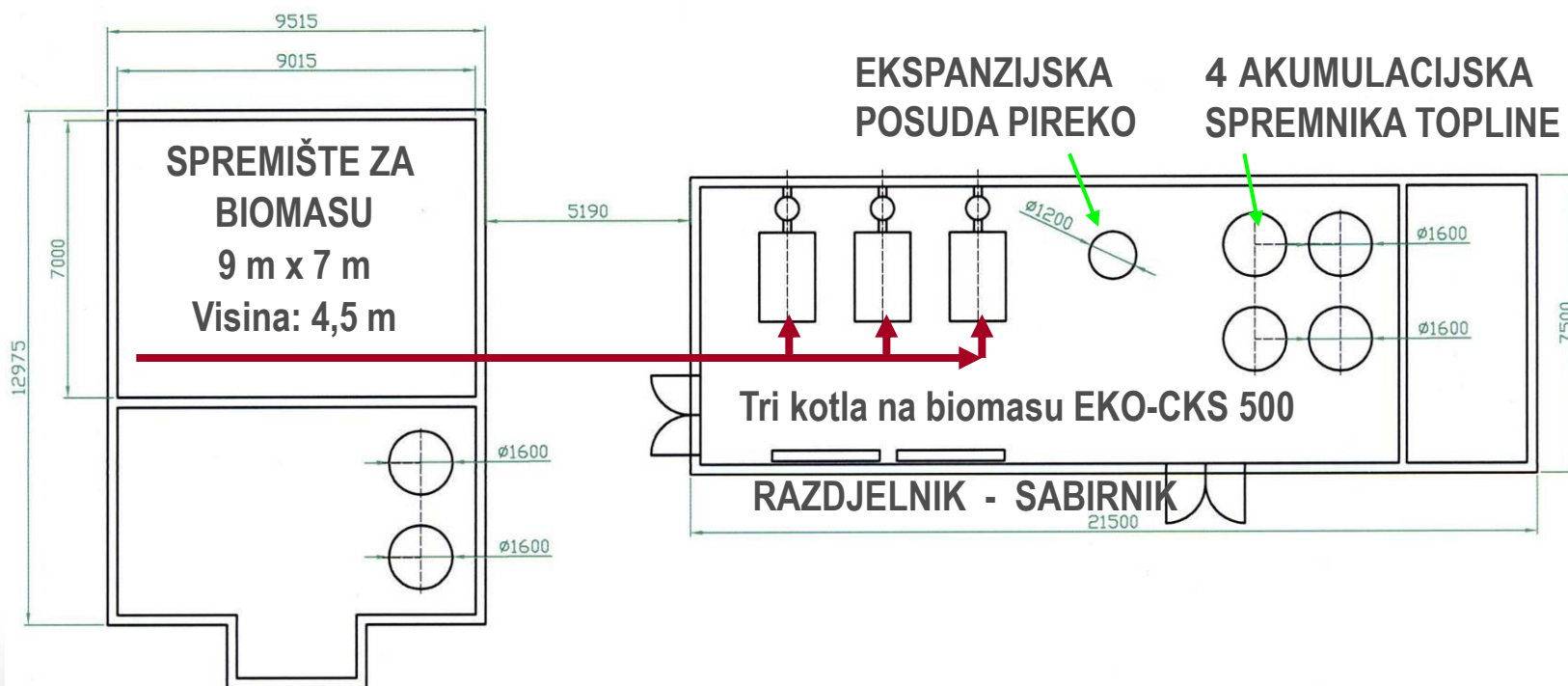
- cijena jednako visoka
- 12,57 % manja emisija CO<sub>2</sub> za slučaj UNP-a

1 m<sup>3</sup> = 375 kg sječke s udjelom vlage 35 %



1 m<sup>3</sup> = 650 kg peleta

Modelirana potrošnja toplinske energije za grijanje-POSTOJEĆE STANJE VANJSKE OVOJNICE, [kWh/a]	1.258.098,27
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje izračunata prema HRN EN 13790 za STANJE NAKON REKONSTRUKCIJE VANJSKE OVOJNICE, [kWh/a]	276.921,00



Tablica: MJERA 2 – Rekonstrukcija kotlovnice centralnog sustava grijanja – zamjena energenta –  
POSTOJEĆE STANJE VANJSKE OVOJNICE

<b>MJERA 2 – Rekonstrukcija kotlovnice centralnog sustava grijanja – zamjena energenta</b>			
	Ulazni podaci		
Modelirana potrošnja toplinske energije za grijanje, [kWh/a]	1.258.098,27		
Usporedba	POSTOJEĆI ENERSENT	PRIJEDLOG ZAMJENE ENERSENTA	
Gorivo	EL loživo ulje	PELETI	SJEČKA
Jedinica goriva	L	kg	kg
Donja ogrjevna moć goriva, [kWh/jedinici]	10,0333	5	3
Cijena goriva bez PDV-a, [kn/jedinici]	5,242	1,22	0,35
Godišnja potrošnja goriva, [jedinica/a]	125.391,90	251.619,65	419.366,09
Godišnja cijena goriva bez PDV-a, [kn/a]	657.304,32	306.975,98	146.778,13
Godišnja emisija CO <sub>2</sub> u okoliš, [tona CO <sub>2</sub> /a]	326,02	0	0
GODIŠNJE UŠTEDE – biomasa u odnosu na EL loživo ulje		PELETI	SJEČKA
Godišnje smanjenje cijene goriva, [kn/a]		350.328,34	510.526,19
Godišnje smanjenje emisije CO <sub>2</sub> u okoliš, [t/a]		326,02	326,02
Investicija u građevinski dio – gradnja skladišta za biomasu, [kn]		145.000,00	
Investicija u strojarski dio, [kn]		1.104.015,00	
Jednostavni period povrata investicije, [a]		3,57	2,45



Tablica: MJERA 2 – Rekonstrukcija kotlovnice centralnog sustava grijanja – zamjena energenta –  
STANJE NAKON REKONSTRUKCIJE VANJSKE OVOJNICE

Usporedba	POSTOJEĆI ENERGENT- POSTOJEĆE STANJE VANJSKE OVOJNICE	PRIJEDLOG ZAMJENE ENERGENTA-STANJE NAKON REKONSTRUKCIJE VANJSKE OVOJNICE	
		PELETI	SJEČKA
Gorivo	EL loživo ulje	PELETI	SJEČKA
Godišnja potrošnja goriva, [jedinica/a]	125.391,90	90.683,76	151.139,60
Godišnja cijena goriva bez PDV-a, [kn/a]	657.304,32	110.634,19	52.898,86
Godišnja emisija CO <sub>2</sub> u okoliš, [tona CO <sub>2</sub> /a]	326,02	0	0
<b>GODIŠNJE UŠTEDE – biomasa u odnosu na EL loživo ulje</b>		<b>PELETI</b>	<b>SJEČKA</b>
Godišnje smanjenje cijene goriva, [kn/a]		546.670,13	604.405,46
Godišnje smanjenje emisije CO <sub>2</sub> u okoliš, [t/a]		326,02	326,02
Investicija u građevinski dio – gradnja skladišta za biomasu, [kn]		145.000,00	
Investicija u strojarski dio, [kn]		787.944,00	
Ukupna investicija u rekonstrukciju vanjske ovojnice, [kn]		4.034.100,00	
Ukupna investicija (građevinski + strojarski dio), [kn]		4.967.044,00	
Jednostavni period povrata investicije, [a]		9,09	8,22
Jednostavni period povrata investicije (zelena zgrada + strojarski dio), [a]		1,71	1,54



### PREDNOSTI BIOMASE

- cijena goriva
- CO<sub>2</sub> neutralno gorivo

### NEDOSTACI BIOMASE

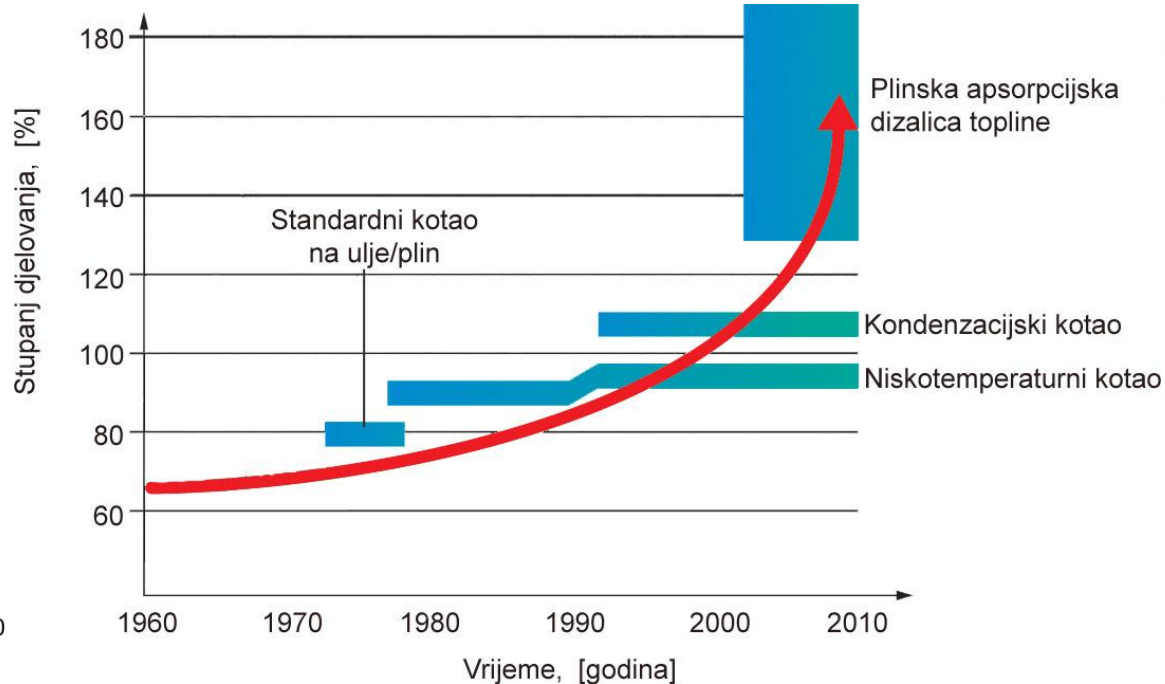
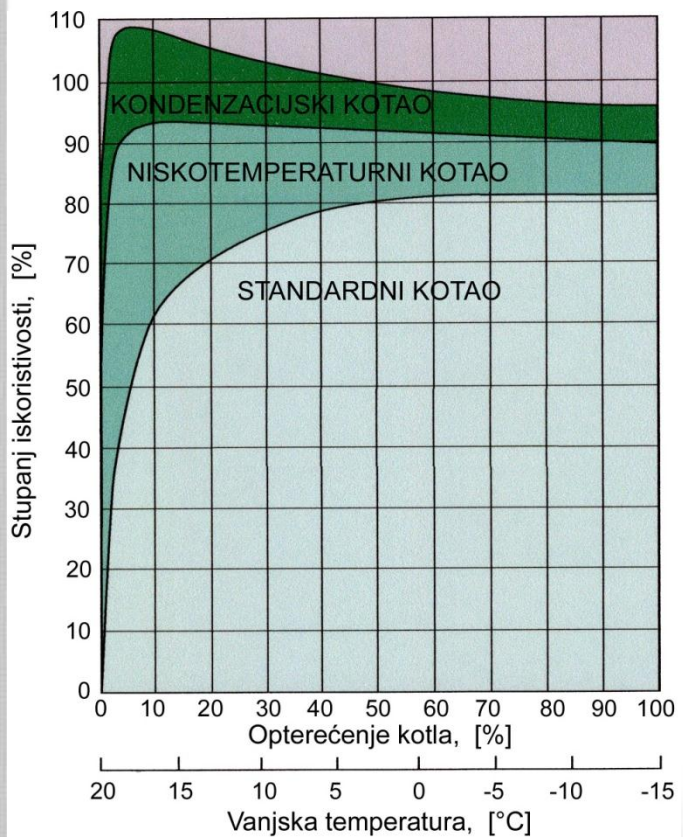
- potreban veći prostor kotlovnice (akumulacijski spremnici topline)
- specifični uvjeti održavanja i upravljanja obzirom na dobavu, transport i skladištenje sirovine
- emisije štetnih tvari (4 najvažnije)  
**CO**, leteći organski **C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>** (posljedica nepotpunog izgaranja), te  
**prašina** i **NO<sub>x</sub>**

~~STANDARDNI  
KOTLOVI~~



NISKOTEMPERATURNI KOTLOVI  
KONDENZACIJSKI KOTLOVI

OPĆA NASTOJANJA: postizanje što boljeg stupnja djelovanja, što manje emisija štetnih tvari

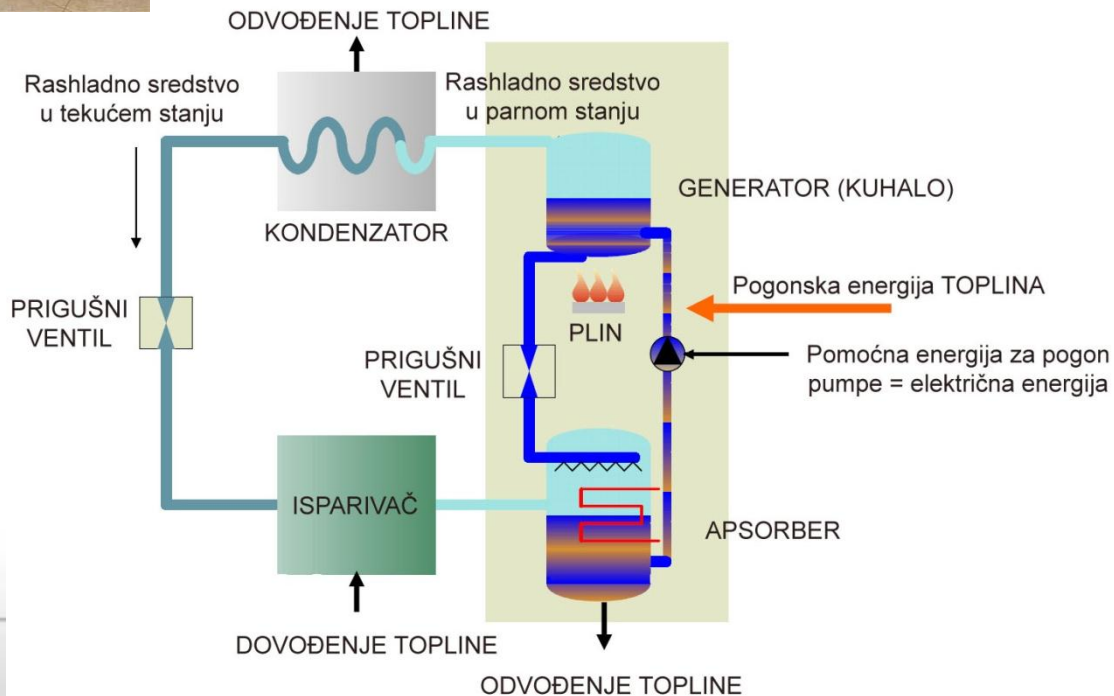


Usporedba stupnjeva djelovanja različitih izvora toplinske energije



## Plinska apsorpcijska dizalica topline EBARA RAP G-006

- za hlađenje uredskih prostora
- rashladni učin 211 kW
- faktor hlađenja 1
- radna tvar **LiBr - voda**
- otpadna toplota se odvodi u okolinu preko rashladnog tornja
- uočen problem održavanja i servisiranja
- problem buke



Referentna godišnja potrošnja prirodnog plina za hlađenje:

7.121 m<sup>3</sup>/god.

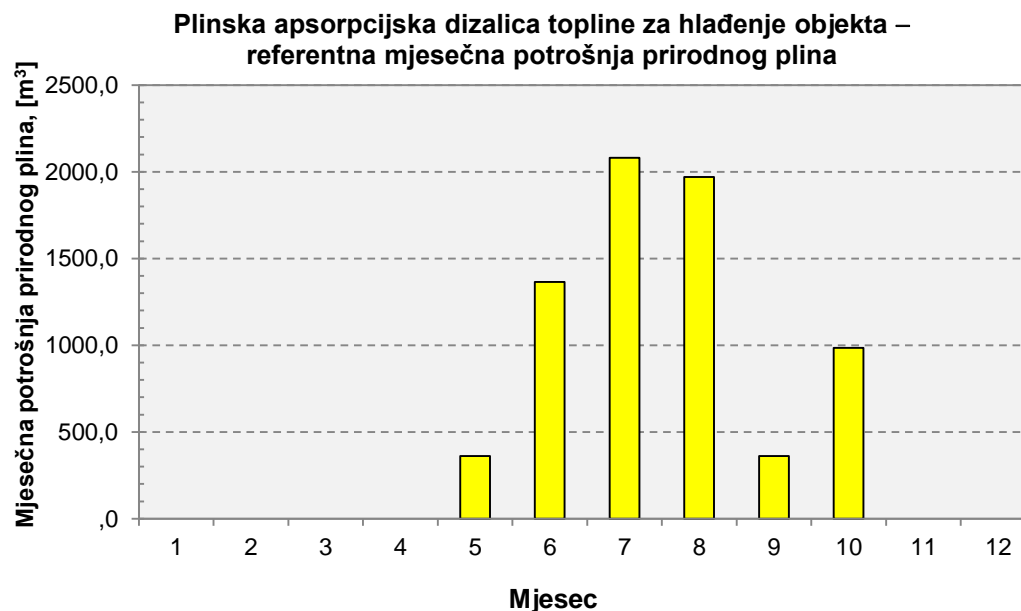
Donja ogrjevna vrijednost prirodnog plina:

9,2607 kWh/m<sup>3</sup>

Jedinična cijena prirodnog plina bez PDV-a (posljednji račun):

2,876 + 0,08 = 2,956 kn/m<sup>3</sup>

Mjesec	Referentna stvarna potrošnja prirodnog plina [m <sup>3</sup> ]	Utrošena toplinska energija [kWh]	Referentni troškovi bez PDV-a [kn]	Emisija CO <sub>2</sub> [tona]
Siječanj	0,00	0,00	0,00	0,000
Veljača	0,00	0,00	0,00	0,000
Ožujak	0,00	0,00	0,00	0,000
Travanj	0,00	0,00	0,00	0,000
Svibanj	360,50	3.338,47	1.065,05	0,685
Lipanj	1.364,50	12.636,16	4.032,87	2,593
Srpanj	2.081,00	19.271,42	6.150,99	3,954
Kolovoz	1.969,50	18.238,86	5.822,14	3,742
Rujan	360,50	3.338,47	1.065,64	0,685
Listopad	985,00	9.121,74	2.911,66	1,872
Studeni	0,00	0,00	0,00	0,000
Prosinac	0,00	0,00	0,00	0,000
<b>UKUPNO:</b>	<b>7.121,00</b>	<b>65.945,11</b>	<b>21.048,35</b>	<b>13,530</b>



Usporedba: PLINSKI APSORPCIJSKI RASHLADNIK ↔ RASHLADNI UREĐAJ – kompresor pogonjen el. energijom

Pretpostavljena vrijednost faktora hlađenja *EER*:

3,5

Tarifni model:

niski napon CRVENI - poduzetništvo

Jedinična cijena el. energije u **višoj tarifi** bez PDV-a:

**0,56 kn/kWh**

Jedinična cijena el. energije u **nižoj tarifi** bez PDV-a:

**0,45 kn/kWh**

Jedinična cijena angažirane snage bez PDV-a:

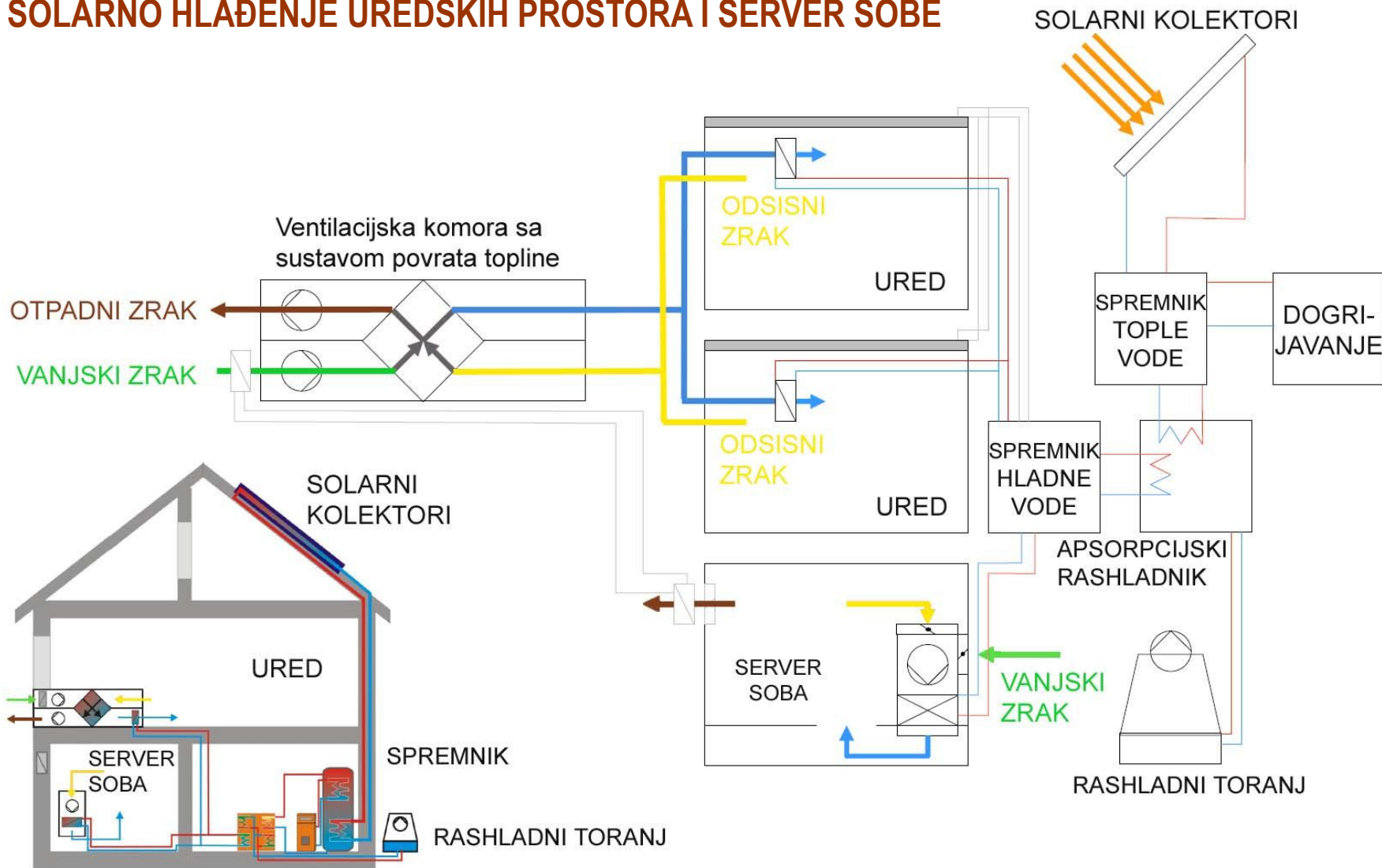
**82,53 kn/kW**

HLAĐENJE PREKO PLINSKOG APSORPCIJSKOG RASHLADNIKA				
Mjesec	Referentna stvarna potrošnja prirodnog plina [m <sup>3</sup> ]	Utrošena toplinska energija [kWh]	Referentni troškovi bez PDV-a [kn]	Emisija CO <sub>2</sub> [tona]
Siječanj	0,00	0,00	0,00	0,000
Veljača	0,00	0,00	0,00	0,000
Ožujak	0,00	0,00	0,00	0,000
Travanj	0,00	0,00	0,00	0,000
Svibanj	360,50	3.338,47	1.065,05	0,685
Lipanj	1.364,50	12.636,16	4.032,87	2,593
Srpanj	2.081,00	19.271,42	6.150,99	3,954
Kolovoz	1.969,50	18.238,86	5.822,14	3,742
Rujan	360,50	3.338,47	1.065,64	0,685
Listopad	985,00	9.121,74	2.911,66	1,872
Studen	0,00	0,00	0,00	0,000
Prosinac	0,00	0,00	0,00	0,000
<b>UKUPNO:</b>	<b>7.121,00</b>	<b>65.945,11</b>	<b>21.048,35</b>	<b>13,530</b>

HLAĐENJE PREKO KOMPRESORSKOG RASHLADNOG UREĐAJA		
Mjesec	Referentni troškovi bez PDV-a [kn]	Emisija CO <sub>2</sub> [tona]
Siječanj	0,00	0,00
Veljača	0,00	0,00
Ožujak	0,00	0,00
Travanj	0,00	0,00
Svibanj	2.601,87	0,51
Lipanj	5.835,92	1,91
Srpanj	8.279,84	2,92
Kolovoz	8.115,15	2,76
Rujan	2.024,46	0,51
Listopad	2.380,34	1,38
Studen	0,00	0,00
Prosinac	0,00	0,00
<b>UKUPNO:</b>	<b>29.237,59</b>	<b>9,99</b>



**SOLARNO HLAĐENJE UREDSKIH PROSTORA I SERVER SOBE**

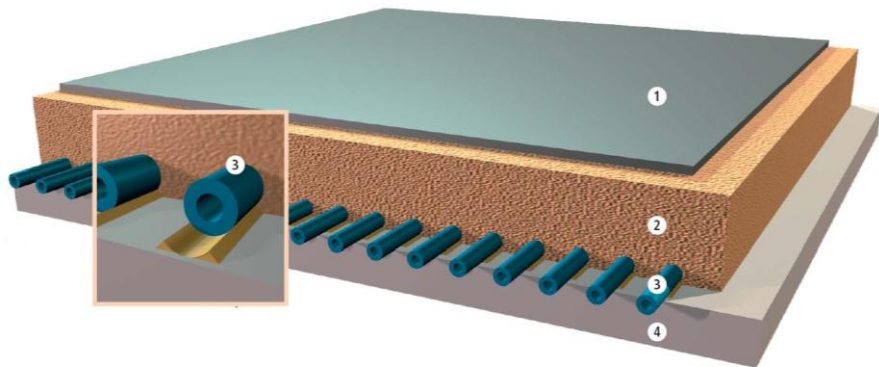
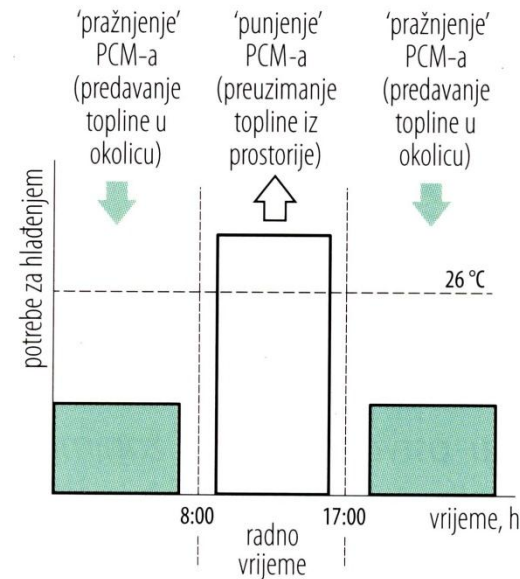
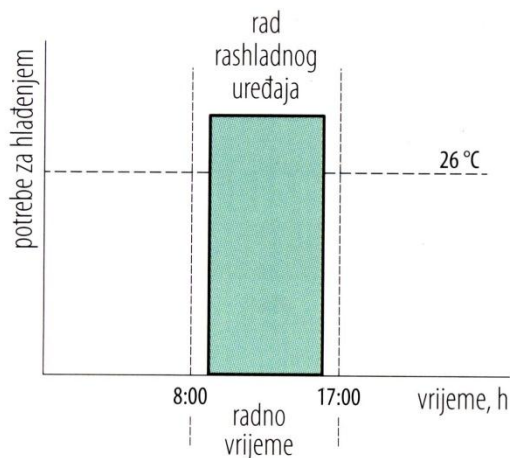




## RASHLADNI STROPOVI S FAZNO PROMJENJIVIM MATERIJALOM (PCM)



Zgrada Informacijskog centra Ecofatorij,  
Apeldoorn, Nizozemska



- 1 – lim
- 2 – tvrda poliuretanska pjena debljine 80 mm
- 3 – kapilarne cijevi iz polipropilena
- 4 – gipsana ploča s PCM-om (*Phase Change Material*)

Specifični rashladni učin: **70 W/m<sup>2</sup>** kod podtemperature 10 K i temperature hladne vode 16 °C

### HLAĐENJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

- KOMPRESIJSKI RASHLADNI UREĐAJI pogonjeni elektromotornim kompresorom pomoću električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije
- KOMPRESIJSKI RASHLADNI UREĐAJI pogonjeni motorom s unutarnjim izgaranjem na biogoriva/bioplín
- SORPCIJSKI RASHLADNI UREĐAJI (korištenje toplinske energije za proizvodnju rashladne energije)

Primjeri proizvodnje toplinske energije ( $t > 70$  °C):

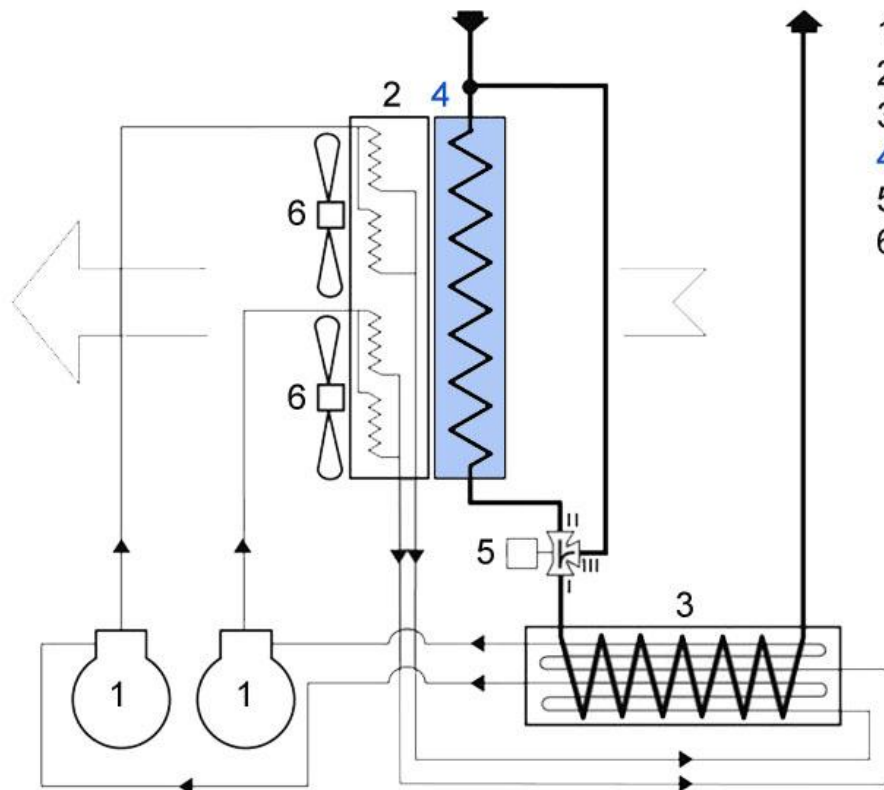
- solarni kolektori (**solarno hlađenje**)
  - kotlovi na biomasu/bioplín
  - geotermalna energija
  - otpadna toplina iz industrijskih procesa
- SLOBODNO HLAĐENJE (*engl.* free cooling) – direktno i indirektno



*Kotao na pelete  
Izvor: Centrometal*

## Slobodno hlađenje (engl. *free cooling*)

PREDUVJET – potreba za hlađenjem tokom cijele godine



- 1 Kompresori
- 2 Kondenzator
- 3 Isparivač
- 4 Izmjenjivač free cooling
- 5 3-putni ventil
- 6 Ventilatori

Tri načina rada:

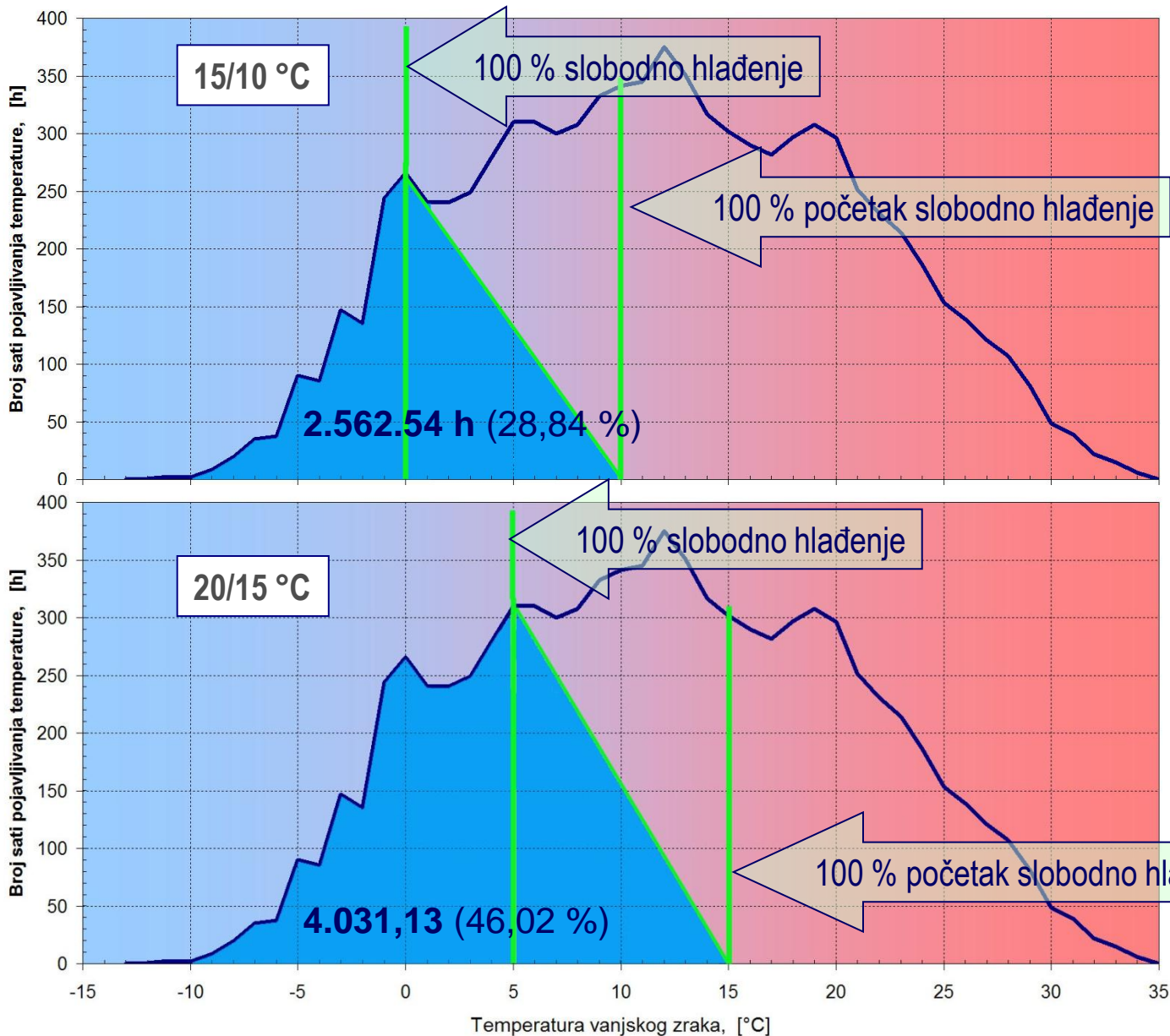
- 100 % free cooling
- free cooling+kompresori
- kompresori



*Shema rashladnog uređaja s ugrađenim dodatnim izmjenjivačem za opciju slobodnog hlađenja*

*Rashladni uređaj s opcijom slobodnog hlađenja proizvođača AERMEC S.p.A.*

ZAGREB (Veslačka) - mjerena temperatura vanjskog zraka 01.06.2007.-01.06.2009.



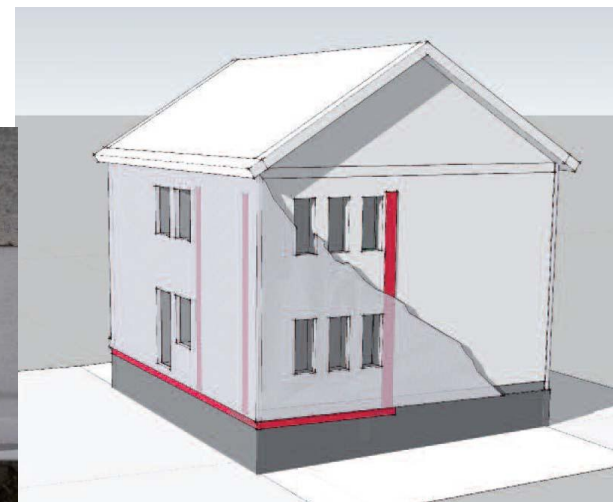
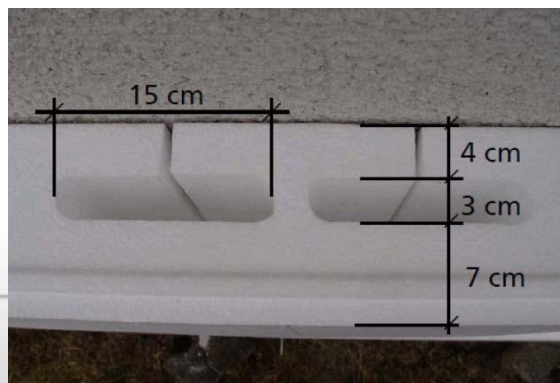
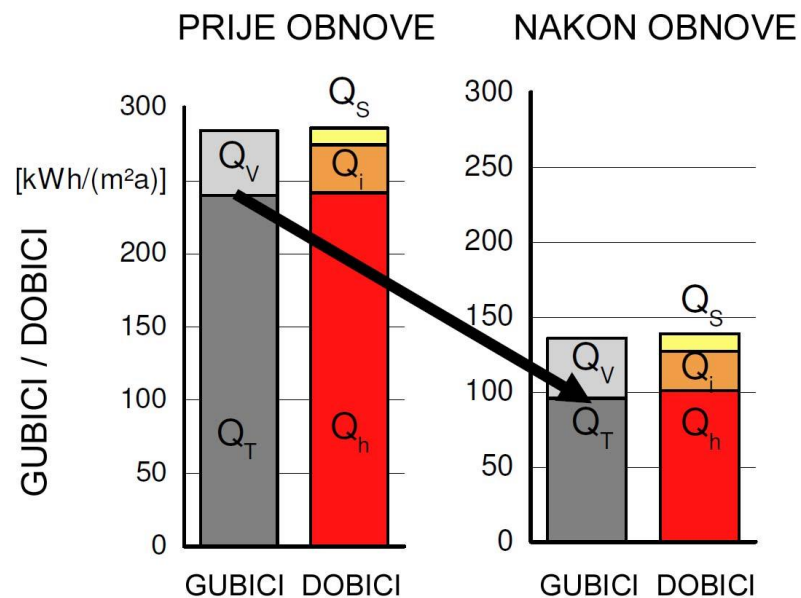
Temperatura vanjskog zraka ispod:

0 °C	→ 1.071,00 h (12,23 %)
5 °C	→ 2.390,00 h (27,28 %)
7 °C	→ 3.000,17 h (34,25 %)
10 °C	→ 3.982,08 h (45,46 %)
12 °C	→ 4.702,67 h (53,68 %)
15 °C	→ 5.672,25 h (64,75 %)
17 °C	→ 6.243,75 h (71,28 %)



## POSTOJEĆE ZGRADE – ENERGETSKA OBNOVA VANJSKE OVOJNICE I VENTILACIJA

- postojeće zgrade – veliki potrošači energije
- energetska obnova vanjske ovojnice smanjuje transmisijske gubitke
- udio ventilacijskih gubitaka u ukupnim gubicima se povećava
- Retroaktivna instalacija centralnog sustava ventilacije sa sustavom povrata topline teško izvediva
  - kanalni razvod (prodor zidova)
  - problem visina postojećih prostora
- moguće rješenje – vođenje kanalnog razvoda sustava ventilacije ispod slojeva toplinske izolacije
- decentralni sustav ventilacije s ugrađenim sustavom povrata topline





## TEHNIČKI PROPIS O RACIONALNOJ UPORABI ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA (NN 110/08)

Sustav povrata topline

### Članak 44.

**Povrat topline iz odlaznog zraka** potrebno je osigurati u zgradi kod koje su ispunjeni slijedeći uvjeti:

- da se ventilira mehaničkim uređajem
- broj izmjena zraka **veći od  $0,7 \text{ h}^{-1}$**
- protok zraka prelazi ukupno  **$2.500 \text{ m}^3/\text{h}$**

smanjenje pogonskih troškova → smanjenje učina i dimenzija opreme → zaštita okoliša



*Unakrsni pločasti rekuperatori*

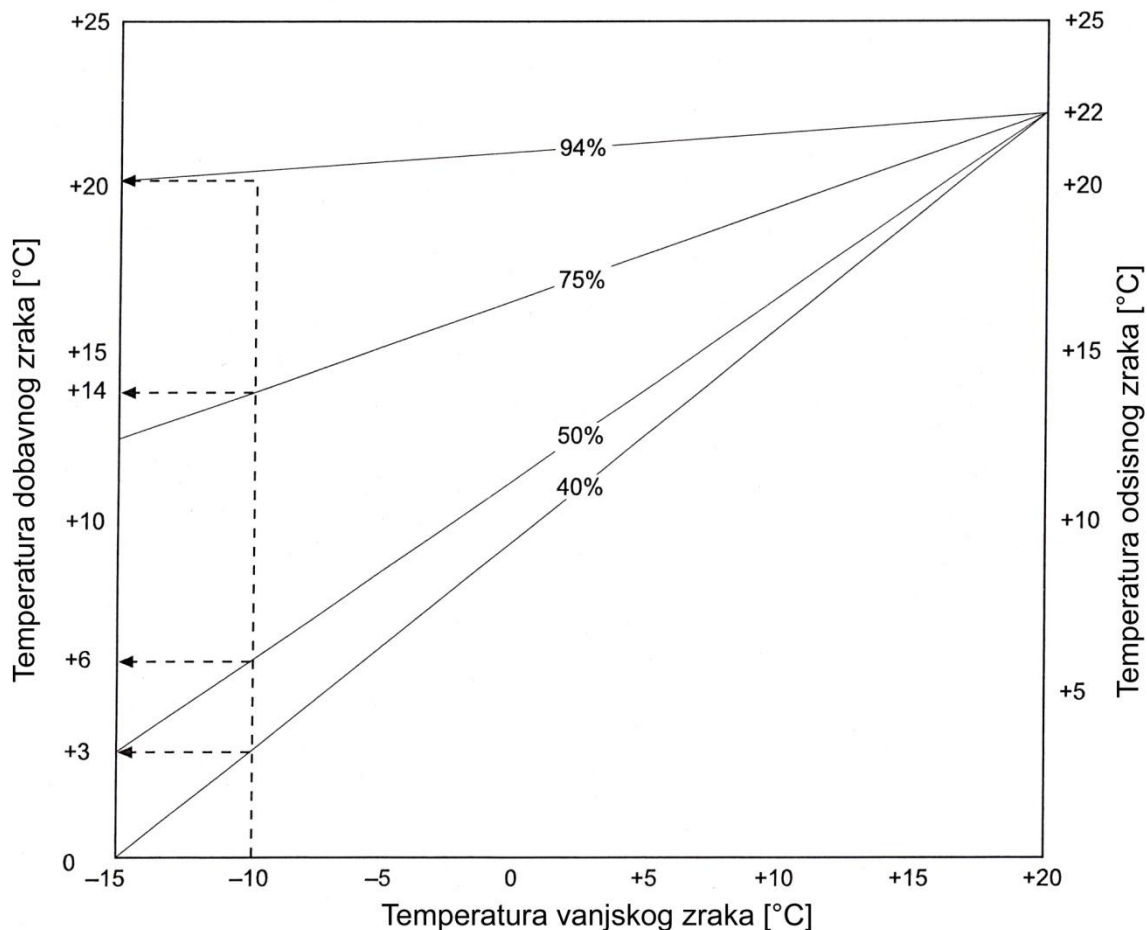


*Protustrujni pločasti rekuperator*



*Rotacijski regeneratorski*

<http://www.klingenburg.de>



Temperature dobavnog zraka u ovisnosti o stupnju povrata topline ugrađenog sustava povrata topline

**REKUPERATOR s posrednim medijem** (voda, etilenglikol-voda: zaštita od smrzavanja)

**TOPLINSKE CIJEVI**

**ROTACIJSKI REGENERATOR**

**Menerga Resolair – regenerativni izmjenjivač energije**

**Stupanj povrata topline**

→ 40 %

→ 50 %

→ 75 %

→ 94 %

## Energetska učinkovitost

- lokacija, vrsta zgrade, potrebe krajnjih korisnika zgrade
- arhitektura, izgled vanjske ovojnice
- tehnologija zgrade
- mnogo novih tehnologija je razvijeno
- ALL: cijeli lanac mora biti usklađen -

**INTEGRALNI PRISTUP** PROJEKTIRANJU, GRADNJI,  
UPRAVLJANJU I ODRŽAVNJU NUŽNO POTREBAN !!!



**HVALA NA PAŽNJI !**

Marina MALINOVEC PUČEK

[mmalinovec@eihp.hr](mailto:mmalinovec@eihp.hr)