

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA – JURICA  
HAJDAROVIĆ, m.i.a.  
DALMATINSKA 5, 42000 VARAŽDIN, OIB:63185340802

INVESTITOR: SISAČKO-MOSLAVAČKA  
ŽUPANIJA, STJEPANA I ANTUNA  
RADIĆA 36, SISAČ  
OIB: 82215698659  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE  
GRAĐEVINE -DOMA ZDRAVLJA  
MJESTO k.č. 190/2, k.o. PETRINJA, MATIJE  
GRADNJE: GUPCA 4, PETRINJA  
BROJ TEHN.DN: 03/22  
ZAJ.OZN.PROJ: JH-03/22  
DATUM: 07/2022  
VRSTA ELABORAT ALTERNATIVNIH  
PROJEKTA: SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM  
FAZA: GLAVNI PROJEKT  
TVRTKA: URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA,  
JURICA HAJDAROVIĆ m.i.a.,  
DALMATINSKA 5, VARAŽDIN

**PROJEKTANT ELABORATA:**

**POTPIS I PEČAT**

Jurica Hajdarović, mag.inž.arh.

**GLAVNI PROJEKTANT:**

**POTPIS I PEČAT**

Jurica Hajdarović, mag.inž.arh.

Varaždin, 07.2022..g.

Jurica Hajdarović, mag.inž.arh.

---

/potpis i pečat/

INVESTITOR: SISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAČ  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

INVESTITOR: SISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I ANTUNA  
RADIĆA 36, SISAČ  
OIB: 82215698659

GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA ZDRAVLJA

MJESTO GRADNJE: k.č. 190/2, k.o. PETRINJA, MATIJE GUPCA 4, PETRINJA

BROJ TEH. DN.: 03/22

GLAVNI PROJEKTANT: Jurica Hajdarović, mag.inž.arh.

## SADRŽAJ :

- Izjava izrađivača
- Tehnički opis

### ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

#### A. PODACI ZA ELABORAT

- PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE  
I TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADE
- ISKAZNICA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE

#### B. MJERE U PODRUČJU TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADA

#### C. MJERE U PODRUČJU SLOŽENIH TERMOTEHNIČKIH SUSTAVA

#### D. ALTERNATIVNI SUSTAVI ZA OPSKRBU ENERGIJOM

#### E. MJERE U PODRUČJU POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Izrađivač:

Jurica Hajdarović, mag.inž.arh.

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 2

INVESTITOR: SISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

INVESTITOR: SISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I ANTUNA RADIĆA  
36, SISAK

**OIB: 82215698659**

GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA ZDRAVLJA

MJESTO GRADNJE: k.č. 190/2, k.o. PETRINJA, MATIJE GUPCA 4, PETRINJA

BROJ TEH. DN.: 03/22

GLAVNI PROJEKTANT: Jurica Hajdarović, mag.inž.arh.

## IZJAVA

Ovaj elaborat je usklađen s odredbama sljedećih zakona i pravilnika:

- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)
- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 64/2014)
- Pravilnik o energetske pregledima zgrada i energetskom certificiranju zgrada (NN 18/2014)
- Pravilnik o kontroli energetskih certifikata zgrada i izvješća o energetske pregledima građevina (NN 81/2012)
- Zakon o normizaciji (NN RH br. 55/96, 163/03)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN RH 151/05, 61/07)
- Tehnički propisi za prozore i vrata (NN RH br. 69/06)
- Tehnički propis za dimnjake u građevinama (NN RH br. 03/07)
- Tehnički propis za čelične konstrukcije (NN RH br. 112/08)
- Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN RH 08/06)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN RH 35/94, 55/94, 142/03)
- Pravilnik o zaštiti na radu za pomoćne i radne prostorije (Sl. list SFRJ 06/84, NN RH 42/05, 113/06)
- Odluka o popisu normi bitnih za primjenu Tehničkog propisa za prozore i vrata
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15)
- Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada (NN 03/2007)
- Tehnički propis o sustavima grijanja i hlađenja zgrada (NN 03/2007)
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 33/2010)
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 05/2010)
- STUDIJA PRIMJENJIVOSTI ALTERNATIVNIH SUSTAVA  
Elementi za izradu Elaborata alternativnih sustava opskrbe energijom

Izrađivač:

Jurica Hajdarović, mag.inž.arh..

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 3

## TEHNIČKI OPIS

### 1.00 UVOD

Predmet ovog projekta je GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA ZDRAVLJA u Petrinji na čestici koja je u katastru prikazana kao k.č. 190/2, k.o. PETRINJA, a u naravi joj je dana adresa Matije Gupca 4, u Petrinji. Rekonstrukcija će se vršiti u ime Sisačko-moslavačke županije koju zastupa župan Ivan Celjak. Na spomenutoj parceli se nalazila građevina Doma zdravlja koja je u potresu od 29. prosinca 2020. teško oštećena te je naknadno uklonjena. Zamjenska građevina će pripadati 2.b skupini. U građevini će odvijati tiha djelatnost zdravstvenog doma i ordinacije hitne pomoći.

### 2.00 PODACI IZ VAŽEĆE PROSTORNE DOKUMENTACIJE

Parcela na kojoj je predviđena gradnja predmetne građevine je u obuhvatu uvjeta iz Zakona o gradnji (Narodne novine, br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, i Generalnog urbanističkog plana Grada Petrinje.

- građevina se nalazi unutar kulturno povijesne graditeljske cjeline grada Petrinje u zoni B djelomične zaštite povijesnih struktura
- građevina se nalazi unutar javne i društvene namjene oznake D
- Izgrađenost te građevne čestice može iznositi najviše 30%

### 3.00 LOKACIJA

Na građevinskoj čestici, evidentiranoj kao k.č. 190/2 k.o Petrinja nalazila se građevina Doma zdravlja koja je zbog oštećenja uklonjena. Sukladno konzervatorskim smjernicama, sadržavala je elemente kamenog stubišta i kamene ograde koji su prilikom uklanjanja građevine deponirani od strane investitora i potrebno ih je ponovno ugraditi u zamjensku građevinu na isti način kako je to bilo i u izvornoj građevini. Parcela je četvrtastog oblika, a graniči sa sljedećim česticama:

- na sjeveroistoku s k.č. 4608/1 (Ulica Antuna Mihanovića)
- na jugoistoku s k.č. 4634/3 (Ulica Matije Gupca)
- na jugozapadu s k.č. 190/1
- na sjeverozapadu s k.č. 188

Ulaz na parcelu je s njene jugoistočne strane preko čestice 4634/3 dakle, preko Ulice Matije Gupca, i to isključivo u njenom dijelu koji je omeđen jugozapadnom međom parcele.

Dužina međa parcela iznosi:

- na sjeveroistoku 133,64 + 5,01 + 23,05 m
- na istoku: 2,56 + 13,26 + 53,03 m
- na jugu: 111,04 m
- na zapadu: 70,15 + 18,60 + 11,36 + 12,79 + 11,31 + 40,35 m

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

#### 4.00 OPIS POSTOJEĆEG STANJA S OPISOM ZAHVATA

Investitor želi ishoditi akt za gradnju zamjenske građevine zdravstvene namjene (doma zdravlja). Građevina će se sastojati od jedne funkcionalne jedinice. Glavni ulaz u građevinu će biti uz jugoistočno pročelje građevine, dok će jedan sporedni ulaz biti sa sjeveroistočne strane građevine.

Katnost će biti S+P+1. Građevina će se protezati u smjeru jugozapad - sjeveroistok. U spomenutim prostornim cjelinama u prizemlju će se nalaziti ordinacija hitne pomoći te dvadesetak liječničkih i ordinacija dentalne medicine. U građevinu će se dodati i dizalo prilagođeno osobama s invaliditetom.

#### 4.00 OPIS PROSTORNOG I FUNKCIONALNOG KONCEPTA

Građevina će biti poligonalnog oblika, maksimalnih tlocrtnih dimenzija 25,06 x 16,60 m, visine atike maksimalno 9,37 m mjereno od najniže točke okolnog terena. Kota +/- 0,00 odgovara apsolutnoj visinskoj koti **162,37** m.n.m. Krov će biti četverostrešni, nagiba 34°. Krovni pokrov će biti biber crijep.

Glavni ulaz u građevinu je s njene jugozapadne strane, a servisni sa sjeveroistočne. Kolni ulazi su sa jugozapadne strane.

#### 5.00 OPIS KONSTRUKCIJE

Konstrukcija građevine, će se izvesti pomoću blok opeke povezanih AB serklažima i gredama, uz korištenje ukruta od AB zidova debljine 30 cm, kao i uz toplinsku izolaciju od mineralne vune debljine 15 cm. Podna ploča na zemlji će se izvesti od armiranog betona debljine 15 cm. Međukatne konstrukcije će biti također ravne AB ploče, dvostruko armirane. Fasadni sloj će biti od zaglđene fasadne žbuke obojen fasadnom bojom po izboru projektanta. Konstrukcija krovništva će biti drvena kao dvostruka stolica povezana veznim gredama u donjim zonama okvira.

#### 6.00 OBRADA POVRŠINA I MATERIJALI

##### PODOVI I STROPOVI:

Svi podovi će biti obloženi keramičkim pločicama klase gorivosti A i klase protukliznosti R10, Predviđaju se spuštene stropovi u svim prostorijama tako da omogućuju svijetlu visinu od 3,00 m. U sloju spuštenog stropa su predviđene instalacije detektora za požar, rasvjeta te ventilacije i klimatizacije.

Svjetla visina prostorija svih prostorija će iznositi 3,00 m.

Svi podovi prostorija zadovoljavaju mehanička i fizikalna svojstva i laki su za održavanje.

##### ZIDOVI:

Sve unutarnje površine zidova će biti žbukane u tri sloja (špric, glatka i fina žbuka) te gletani i bojeni dipserzivnom bojom. Predviđa se oblaganje keramičkim pločicama do stropa u svim sanitarijama, dok se u ordinacijama može predvidjeti oblaganje keramikom u sloju od 60 cm (od +0,80 do +1,40m visine)

##### KROV I POKROV

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 5

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJEŠTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Krov je četverostrešni nagiba 34°, te je pokriven biber crijepom. Nad manjim dijelom će pod biti ravni i prohodan.

## **PROČELJA:**

Kao završna obrada pročelja predviđa se zaglađena fasadna žbuka i bojenje fasadnom bojom

## **VRATA I PROZORI**

Vanjska vrata i prozori će biti izvedena od PVC profila s trostrukim ostakljenjem u dezenu drveta . Unutarnja vrata će biti standardna, drvena .

## **STUBIŠTE:**

U građevini će se nalaziti jedno trokrako stubište i jedno dvokrako koje će spojiti sve etaže, te će biti obloženo samolivnim podom klase gorivosti A s profiliranim rubovima gazišta. Između krakova kod trokrakog stubišta se nalazi dizalo prilagođeno osobama smanjene pokretljivosti. Konstrukcija unutarnjih stubišta je betonska sukladno statičkom proračunu.

Vanjsko stubište koje vodi u (visoko) prizemlje će biti izvedeno od kamenih elemenata uklonjenih s izvorne građevine u suradnji s Konzervatorskim uredom u Sisku. Uz ulazno pročelje moguće je postaviti i podiznu platformu za potrebe osoba smanjene pokretljivosti.

## **GRIJANJE:**

Projektom je predviđeno centralno grijanje pomoću dizalica topline

## **INSTALACIJE:**

U građevini će biti izvedene elektroinstalacije, hidroinstalacije (vodovod i kanalizacija – spajanje na javnu mrežu) i telekomunikacijski kanali. Sve nove instalacije će biti izvedene podžbukno, instalacije će biti postavljene u estrih, ili iznad spušenog stropa. Ne predviđa se šlicanje ploče na tlu.

## **VANJSKO UREĐENJE:**

Vanjske površine građevine su asfaltirane prema grafičkom prilogu. Na parceli, nisu predviđena parkirna mjesta s obzirom da je građevina unutar zaštićene kulturno povijesne graditeljske cjeline Petrinje, već su parkirna mjesta predviđena duž Ulice Matije Gupca. Ulaz na parcelu će biti s parcele k.č. 4634/3, k.o. Petrinja, dakle s Ulice Matije Gupca.

## **7.00 PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD BUKE I VIBRACIJA**

Građevina je u izgrađenom području gospodarske namjene te se u njoj neće odvijati aktivnosti koje će prekoračiti najviše dopuštene mjere buke određene Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN RH 145/04)

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## 8.00 ISKAZ NETO KORISNIH POVRŠINA

Suteren:			
1.	Soba za dežurstvo	keramičke pločice	10,10
2.	Čekaona	keramičke pločice	15,10
3.	Hitna ambulanta	keramičke pločice	37,40
4.	Soba za pacijente	keramičke pločice	7,80
5.	Soba za pacijente	keramičke pločice	7,80
6.	Hodnik sa stubištem	keramičke pločice	39,00
7.	Spremište	keramičke pločice	10,60
8.	Dežurni liječnik	keramičke pločice	8,00
9.	Osoblje	keramičke pločice	9,40
10.	Kuhinja 1	keramičke pločice	29,90
11.	WC M	keramičke pločice	5,40
12.	WC Ž	keramičke pločice	4,30
13.	Predprostor	keramičke pločice	4,70
14.	Fizikalna terapija	keramičke pločice	16,70
15.	WC osoblje	keramičke pločice	9,80
16.	Hodnik	keramičke pločice	20,10
17.	WC	keramičke pločice	4,90
18.	Stubište	keramičke pločice	11,10
19.	Degažman	keramičke pločice	13,60
20.	Fizikalna terapija	keramičke pločice	27,20
21.	Fizikalna terapija	keramičke pločice	3,50
22.	Kotlovnica	keramičke pločice	12,90
Suteren ukupno:			309,30 m2

Prizemlje:			
23.	Ordinacija	keramičke pločice	17,20
24.	Ordinacija	keramičke pločice	20,70
25.	Čekaona	keramičke pločice	16,90
26.	Ambulanta	keramičke pločice	17,20

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 7

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

27.	Ambulanta	keramičke pločice	16,20
28.	Hodnik sa stubištem	keramičke pločice	38,00
29.	Spremište	keramičke pločice	8,70
30.	Ambulanta	keramičke pločice	30,70
31.	WC M	keramičke pločice	5,40
32.	WC Ž	keramičke pločice	4,30
33.	Patronaža	keramičke pločice	14,80
34.	WC za osobe smanjene pokretljivosti	keramičke pločice	5,10
35.	WC – osoblje	keramičke pločice	1,20
36.	Predprostor	keramičke pločice	4,10
37.	WC	keramičke pločice	4,90
38.	Hodnik	keramičke pločice	25,00
39.	Hodnik	keramičke pločice	13,50
40.	Ordinacija	keramičke pločice	19,30
41.	Ordinacija	keramičke pločice	7,20
42.	Ordinacija	keramičke pločice	30,50
<b>Prizemlje ukupno:</b>			<b>300,90 m2</b>

<b>1. kat:</b>			
43.	Ortodontska ordinacija	keramičke pločice	11,00
44.	Ortodontska ordinacija	keramičke pločice	13,30
45.	Čekaona	keramičke pločice	23,50
46.	Čajna kuhinja	keramičke pločice	6,20
47.	Zubna ordinacija	keramičke pločice	17,20
48.	Hodnik	keramičke pločice	15,50
49.	Zubna ordinacija	keramičke pločice	29,40
50.	Ambulanta	keramičke pločice	30,70
51.	WC M	keramičke pločice	5,40
52.	WC Ž	keramičke pločice	4,30
53.	Ordinacija	keramičke pločice	14,20
54.	Ordinacija	keramičke pločice	11,50
55.	WC	keramičke pločice	4,90

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 8



INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

56.	Hodnik	keramičke pločice	25,00
57.	Zubna ordinacija	keramičke pločice	27,00
58.	Zubna tehnika	keramičke pločice	17,30
59.	Zubni laboratorij	keramičke pločice	27,00
60.	Terasa	keramičke pločice	10,50 = 42,00 x 0,25
<b>1. kat ukupno:</b>			<b>293,90 m2</b>

**sveukupno neto: 904,10 m2**

**NAPOMENA: neto površina jednaka je korisnoj podnoj površini!**

## 9.00 BRUTO POVRŠINA

Površina parcele (k.č. 190/2 k.o. Petrinja na kojoj je predviđen GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE - DOMA ZDRAVLJA približno iznosi

**P<sub>PARCELE</sub> = 848 m2**

**Novo:**

**dom zdravlja:**

suteren: 388,50 m2  
prizemlje: 381,40 m2  
kat: 343,80 m2

**ukupno: 1.113,70 m2**

## B/ ODNOS BRUTO RAZVIJENE I NETO KORISNE POVRŠINE

$P_{gr}/P_k = 1.113,70 / 904,10 = 1,232$

## C/ KOEFICIJENT IZGRAĐENOSTI

Koeficijent izgrađenosti parcele iznosi:  
**kig = 388,50 / 848 = 0,4581**

## D/ KOEFICIJENT ISKORIŠTENOSTI

Koeficijent iskorištenosti parcele iznosi:

**kis = 1.113,70 / 848 = 1,3133**

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 9

-----  
INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.  
-----

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## **E/ GRAĐEVINSKA ZAPREMINA (*V<sub>g</sub>*)**

---

**podatak služi za obračun komunalnog i vodnog doprinosa**

**Postojeće stanje:**

**$V_p = 4.067,47 \text{ m}^3$**

**Novo stanje:**

**$V_n = 4.067,47 \text{ m}^3$**

**Razlika volumena;**

**$V_r = V_n - V_p = 0,00 \text{ m}^3$**

projektant:  
**Jurica Hajdarović, mag.inž.arh.**

---

-----  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM  
-----

List.br. 10

---

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

---

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

# ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

---

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

---

List.br. 11

-----  
INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: PETRINJA  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.  
-----

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## **A. PODACI ZA ELABORAT**

- |   |   |                   |                |                 |
|---|---|-------------------|----------------|-----------------|
| - | <b>PROJEKT</b>                                | <b>RACIONALNE</b> | <b>UPORABE</b> | <b>ENERGIJE</b> |
|   | <b>I TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADE</b>             |                   |                |                 |
| - | <b>ISKAZNICA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE</b> |                   |                |                 |

-----  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM  
-----

List.br. 12

# Projekt racionalne uporabe energije i toplinske zaštite zgrade

prema zahtjevima iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi  
energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 128/15, 70/18,  
73/18, 86/18, NN 102/20

Projektantska tvrtka: UOA Jurica Hajdarović  
Investitor: Sisačko-moslavačka županija  
Lokacija: , Petrinja  
Adresa: Antuna i Stjepana Radića 36, Sisak  
k.č. 190/2 k.o.: Petrinja  
Broj projekta: JH-03/22  
Broj mape: 01

Glavni projektant: Jurica Hajdarović  
Projektant: Jurica Hajdarović  
Projektant uštede energije i toplinske zaštite: Jurica Hajdarović  
Datum izrade: 23/07/2022

Zona DOM ZDRAVLJA JE napravljena u skladu s Tehničkim propisom

---

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

---

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## Sadržaj

---

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

---

List.br. 14

-----  
INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.  
-----

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## Popis tablica

-----  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM  
-----

List.br. 15

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## Tehnički opis Podaci o lokaciji objekta

Lokacija: Sisak

Tablica 1 Temperature zraka [°C]

	Siječa nj	Veljač a	Ožuja k	Trava nj	Sviba nj	Lipanj j	Srpanj j	Kolov oz	Rujan	Listo pad	Stude ni	Prosi nac	God.
m	0.90	3.00	7.30	12.00	17.00	20.50	22.10	21.30	16.10	11.40	6.60	1.40	11.70
min	-	-	-7.50	0.80	5.70	9.80	13.60	10.80	8.20	-1.10	-6.10	-	-
max	11.90	10.80										12.20	12.20
	13.40	14.80	18.30	21.40	26.20	29.40	31.40	30.70	24.70	21.30	21.30	17.30	31.40

Tablica 2 Tlak vodene pare [Pa]

	Siječa nj	Veljač a	Ožuja k	Trava nj	Sviba nj	Lipanj j	Srpanj j	Kolov oz	Rujan	Listo pad	Stude ni	Prosi nac	God.
m	530	600	720	930	1290	1620	1780	1780	1490	1100	810	600	1100

Tablica 3 Relativna vlažnost zraka [%]

	Siječa nj	Veljač a	Ožuja k	Trava nj	Sviba nj	Lipanj j	Srpanj j	Kolov oz	Rujan	Listo pad	Stude ni	Prosi nac	God.
m	84	76	69	69	69	69	70	73	79	82	84	88	76

Tablica 4 Brzina vjetra [m/s]

	Siječa nj	Veljač a	Ožuja k	Trava nj	Sviba nj	Lipanj j	Srpanj j	Kolov oz	Rujan	Listo pad	Stude ni	Prosi nac	God.
m	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2

Tablica 5 Globalno sunčevo zračenje [m/s]

Orije ntaci ja	Nagi b [°]	Siječ anj	Velja ča	Ožuj ak	Trava nj	Sviba nj	Lipa nj	Srpa nj	Kolo voz	Ruja n	Listo pad	Stud eni	Prosi nac	God.
	0	116	173	345	460	619	652	667	574	421	260	125	86	4498
	15	142	204	387	483	624	645	666	595	467	308	151	103	4775
	30	162	226	410	485	604	614	639	590	491	342	170	116	4849
S	45	174	237	415	466	560	560	587	559	491	358	182	124	4713
	60	178	237	400	427	494	486	512	504	466	357	185	126	4372
	75	173	226	366	370	412	397	421	429	419	338	179	122	3852
	90	160	204	316	300	319	302	321	339	353	303	164	113	3194

PROJEKTANT:  
VRSTA PROJEKTA: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 16



INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

SE_S W	0	116	173	345	460	619	652	667	574	421	260	125	86	4498
	15	134	195	374	477	623	647	667	589	455	294	143	98	4696
	30	146	208	390	479	609	625	648	587	471	316	155	106	4740
	45	152	213	390	463	576	583	608	564	469	324	161	109	4612
	60	152	209	374	431	524	524	550	520	447	317	159	109	4316
	75	144	196	343	384	456	451	476	460	407	297	151	103	3868
	90	131	174	299	326	379	371	392	387	352	264	136	93	3304
E_W	0	116	173	345	460	619	652	667	574	421	260	125	86	4498
	15	116	173	343	456	613	644	660	568	419	260	125	86	4463
	30	115	171	337	444	593	622	638	553	412	257	124	85	4351
	45	112	165	325	424	562	588	604	527	397	250	120	82	4156
	60	106	156	305	394	520	541	557	490	374	237	113	77	3870
	75	97	143	278	356	466	484	499	442	341	217	104	70	3497
	90	86	126	245	310	404	418	432	385	300	192	92	62	3052
NE_ NW	0	116	173	345	460	619	652	667	574	421	260	125	86	4498
	15	98	149	307	429	595	636	646	540	377	222	107	74	4180
	30	85	129	269	388	549	593	598	489	329	189	92	65	3775
	45	72	113	237	345	492	534	537	435	287	165	78	57	3352
	60	65	92	204	307	437	473	476	386	252	130	70	53	2945
	75	59	81	154	258	383	417	418	330	191	106	63	47	2507
	90	51	71	126	185	295	332	327	240	137	95	55	41	1955
N	0	116	173	345	460	619	652	667	574	421	260	125	86	4498
	15	86	136	288	416	582	623	632	524	356	201	95	66	4005
	30	76	103	221	353	512	556	558	448	275	141	81	61	3385
	45	71	97	169	276	420	462	458	352	191	126	76	57	2755
	60	65	90	154	205	313	351	342	248	161	117	70	53	2169
	75	59	81	141	182	229	236	235	206	149	106	63	47	1734
	90	51	71	126	164	207	214	214	187	136	95	55	41	1561

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 17

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJEŠTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## Zona DOM ZDRAVLJA

Tablica 6 NZEB uvjeti - DOM ZDRAVLJA

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50	1/h	0.00	3.00	Da
Q"H,nd	kWh/m2	20.57	21.16	Da
Q"C,nd	kWh/m2	35.94	50.00	Da
E"prim	kWh/m2	244.21	250.00	Da
Udio OIE	%	100.0	30.00	Da

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Tablica 7 Energetski razredi - DOM ZDRAVLJA

Energetski razred prema QH,nd*	A
Energetski razred prema Eprim*	A

\*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

## Osnovni parametri zone

Tablica 8 Opći podaci - DOM ZDRAVLJA

Namjena zone	Nestambeni dio
Jednoobiteljska stambena zgrada	Ne
Tip zone	Bolnice
Status zone	Nova
Vrsta prostora	Bolnice i zgrade za rehabilitaciju
Vrsta zgrade	nZEB (Obavezna primjena za sve nove zgrade od 1.1.2020.)

Tablica 9 Rad sustava - DOM ZDRAVLJA

Vrijeme rada sustava	S prekidom
td [h/dan]	24
duse, tj [dan/tj]	7

Tablica 10 Unutarnje temperature - DOM ZDRAVLJA

Unutarnja postavna temperatura u sezoni grijanja $\Theta_{int}$ .	22.0
set. H [°C]	
Unutarnja postavna temperatura u sezoni hlađenja $\Theta_{int}$ .	22.0
set. C [°C]	

Tablica 11 Geometrijske karakteristike - DOM ZDRAVLJA

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 18

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Broj etaža	3.00
Prosječna visina etaže [m]	3.00
Oplošje grijanog dijela zgrade A [m2]	1111.58
Obujam grijanog dijela zgrade Ve [m3]	4298.24
Obujam grijanog zraka V [m3]	2790.00
Brutto podna površina [m2]	1120.00
Površina zone s vanjskim dimenzijama Af [m2]	1080.00
Ploština korisne površine zgrade Ak [m2]	1080.00
Oplošje vanjske ovojnice bez otvora [m2]	623.40
Oplošje otvora [m2]	118.00
Oplošje podova [m2]	370.18*
Oplošje zidova prema negrijanim prostorijama [m2]	0.00
Faktor oblika zgrade f0 [m-1]	0.26
Klasa zgrade	Masivna gradnja: 550 <= m' [kg/m2]
Masivnost konstrukcije (Cm) [J/K]	399600000.00

\*U oplošje poda ulazi površina poda i površina zidova koja ovisi o debljini građevnog dijela i izloženom opsegu poda.

## Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada

Tablica 12 Neprozirni građevni dijelovi objekta - DOM ZDRAVLJA

Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID						
Redni br.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m3]	$\mu$ [-]	sd [m]
1	3.04 Vapneno-gipsana žbuka	2.00	0.70	1400.00	10.00	0.20
2	1.11 Šuplji blokovi od gline	30.00	0.39	800.00	10.00	3.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	15.00	0.04	70.00	1.00	0.15
4	3.17 Žbuka na bazi akrilata	2.00	0.90	1700.00	150.00	3.00
Utot = 0.19 [W/m2K]						
Umax = 0.30 [W/m2K]						
Uvjet Utot <= Umax: Zadovoljen						
P1 - POD NA TLU						
Redni br.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m3]	$\mu$ [-]	sd [m]
1	4.03 Keramičke pločice	2.00	1.30	2300.00	200.00	4.00
2	3.19 Cementni estrih	8.00	1.60	2000.00	50.00	4.00
3	5.12 PE folija, preklapljena	0.05	0.19	1000.00	50000.00	25.00

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 19

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

4	7.03 Ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164	15.00	0.04	35.00	150.00	22.50
5	5.01 Bitumenska traka s uloškom staklenog voala	0.80	0.23	1100.00	50000.00	400.00
6	2.01 Armirani beton	12.00	2.60	2500.00	130.00	15.60
Ut <sub>tot</sub> = 0.23 [W/m <sup>2</sup> K] U <sub>max</sub> = 0.40 [W/m <sup>2</sup> K] Uvjet Ut <sub>tot</sub> ≤ U <sub>max</sub> : Zadovoljen						
<b>Z3 - VANJSKI OPEČNI ZID U TLU</b>						
Redni br.	Materijal	d [cm]	λ [W/mK]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	μ [-]	sd [m]
1	3.04 Vapneno- gipsana žbuka	2.00	0.70	1400.00	10.00	0.20
2	1.11 Šuplji blokovi od gline	30.00	0.39	800.00	10.00	3.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	15.00	0.04	70.00	1.00	0.15
4	3.17 Žbuka na bazi akrilata	2.00	0.90	1700.00	150.00	3.00
Ut <sub>tot</sub> = 0.19 [W/m <sup>2</sup> K] U <sub>max</sub> = 0.40 [W/m <sup>2</sup> K] Uvjet Ut <sub>tot</sub> ≤ U <sub>max</sub> : Zadovoljen						

Tablica 13 Otvori - DOM ZDRAVLJA

U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Dio negrijane prostorije	Udio ostakljenja [%]	g <sub>⊥</sub>	Vrsta zaslona	U <sub>f</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>g</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Otvor je kupola
<b>PR1 - PROZORI I VRATA</b>							
0.70	Ne	95.00	Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) (g <sub>⊥</sub> =0.50)	Bez naprave za zaštitu od sunčeva zračenja (Fc=1.00)	0.80	0.00	Ne

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 20

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAČ  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Utot = 0.70 [W/m<sup>2</sup>K], Umax = 1.60 [W/m<sup>2</sup>K], Uvjet Utot ≤ Umax: Zadovoljen  
Ug = 0.00 [W/m<sup>2</sup>K], Ug,max = 1.10 [W/m<sup>2</sup>K], Uvjet Ug ≤ Ug,max: Zadovoljen

## Proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu

### Vanjska ovojnica - neprozirni dijelovi

Tablica 14 Površine građevnih dijelova grijanog dijela objekta i pripadajući koeficijenti prolaska topline - DOM ZDRAVLJA

Naziv građevnog dijela	Tip građevnog dijela	Površine po stranama svijeta [m <sup>2</sup> ]	Ukupna površina [m <sup>2</sup> ]	Nagib [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	ΔUTM [W/m <sup>2</sup> K]	Hd [W/K]
Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID	Vanjski zidovi	SI: 127.90 SZ: 196.60 JI: 191.40 JZ: 107.50	623.40	90.00	0.19	0.10	180.50

### Vanjska ovojnica - otvori

Tablica 15 Površine otvora objekta i pripadajući koeficijenti prolaska topline - DOM ZDRAVLJA

Naziv	Tip građevnog dijela	Površina [m <sup>2</sup> ]	Nagib [°]	Orijentacija	U [W/m <sup>2</sup> K]	Hd [W/K]
PR1 - PROZORI I VRATA	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	17.40	90.00	JI	0.70	12.18
PR1 - PROZORI I VRATA	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	37.70	90.00	JZ	0.70	26.39
PR1 - PROZORI I VRATA	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	32.90	90.00	SI	0.70	23.03

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 21

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

PR1 - PROZORI I VRATA	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozračni elementi pročelja	30.00	90.00	SZ	0.70	21.00
--------------------------	---	-------	-------	----	------	-------

## Definirani podovi

Tablica 16 Podaci o podu - Pod na tlu - DOM ZDRAVLJA

Tip poda	Pod na tlu
Vrsta tla	Glinasto ili muljevito tlo
$\lambda$ (Koeficijent toplinske provodljivosti tla) [W/m <sup>2</sup> K]	1.50
Građevni dio na tlu (pod)	P1 - POD NA TLU
Zid u tlu	Z3 - VANJSKI OPEČNI ZID U TLU
Uzdignuti dio (strop)	-
Zid iznad tla	-
Ag (Površina poda) [m <sup>2</sup> ]	335.00
P (Izloženi opseg poda) [m]	71.80
W (Ukupna debljina zida) [m]	0.49
h (Visina uzdignutog podruma od razine tla) [m]	-
$\epsilon$ (Površina ventilacijskih otvora po opsegu uzdignutog prostora) [m <sup>2</sup> /m]	-
v (Prosječna brzina vjetra na visini 10 m) [m <sup>2</sup> /m]	-
Lokacija zgrade	-
z (Dubina podruma ispod razine tla) [m]	-
n (Broj izmjena zraka u podrumu) [1/h]	-
Vrsta toplinskog mosta	GF5
$\Psi$ [W/mK]	0.75
B [m]	9.33
Hpe [W/K]	10.82
Hpi [W/K]	61.11
Hg [W/K]	99.19
Hg,avg [W/K]	99.21

## Definirani podaci o ventilaciji

Tablica 17 Podaci o ventilaciji - DOM ZDRAVLJA

Tip ventilacije	Prirodna
n50 [1/h]	0.00
ewind [-]	0.00
nreq [1/h]	1.55

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 22

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Zadovoljava ventilacijski uvjet	Ne
Postoji protok zraka između susjednih zona	Ne
nz,sup [1/h]	0.00
ninf [1/h]	0.00
Hve,inf [W/K]	94.86
nwin [1/h]	1.55
Hve,win [W/K]	379.44

### Definirani podaci o negrijanim prostorijama

Nema definiranih negrijanih prostorija

### Definirani podaci o susjednim zonama

Nema definiranih susjednih zona

### Proračun toplinskih mostova

Ako rješenje toplinskog mosta nije iz kataloga hrvatske norme ili rješenje toplinskog mosta nije u skladu s rješenjem iz norme koja sadrži katalog dobrih rješenja toplinskih mostova, ili se radi o postojećoj zgradi koja nije adekvatno toplinski izolirana, ili nije izvedena u skladu s najnovijom tehničkom regulativom po pitanju toplinske zaštite i racionalne uporabe energije, tada se umjesto točnog proračuna prema hrvatskim normama, utjecaj toplinskih mostova može uzeti u obzir s povećanjem U svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za  $\Delta U_{TM} = 0.10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

### Definirani podaci za solarne dobitke

Tablica 18 Podaci o građevnim dijelovima za solarne dobitke - DOM ZDRAVLJA

Građevni dio	Orijentacija	Nagib [°]	Površina [m <sup>2</sup> ]	Ulazi u proračun	Kut obzora [°]	Orijentacija kuta obzora	Kut nadstrešnice [°]	Orijentacija kuta nadstrešnice	Kut otklona boč. stak. [°]	Orijentacija kuta otklona boč. stak.	Tip površine
Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID	SI	90.00	127.90	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
Z1 - VANJSKI	SZ	90.00	196.60	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 23

INVESTITOR: SISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

KI OPEČN I ZID Z1 - VANJS KI OPEČN I ZID Z1 - VANJS KI OPEČN I ZID PR1 - PROZO RI I VRATA PR1 - PROZO RI I VRATA PR1 - PROZO RI I VRATA PR1 - PROZO RI I VRATA	Jl	90.00	191.40	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	boje
											Zid svijetle boje
	JZ	90.00	107.50	Ne	0.00	N	0.00	N	0.00	N	Zid svijetle boje
	SZ	90.00	30.00	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
	SI	90.00	32.90	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
	JZ	90.00	37.70	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-
	Jl	90.00	17.40	Da	0.00	N	0.00	N	0.00	N	-

#### Definirani podaci za unutarnje dobittke

Tablica 19 Podaci o unutarnjim dobicima - DOM ZDRAVLJA

Dobitak topline [W/m2]  
6.00

Površina [m2]  
1080.00

#### Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period)

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20), Članku 17.:

(1) Pregrijavanje prostorija zgrade zbog djelovanja sunčeva zračenja tijekom ljeta potrebno je spriječiti odgovarajućim tehničkim rješenjima.

(2) Kada je tehničko rješenje iz stavka 1. Ovoga članka naprava za zaštitu od sunčeva zračenja prozirnih elemenata u ovojnici zgrade, tada za prostoriju s najvećim udjelom ostakljenja u ploštini pročelja, odnosno krova koji pripadaju toj

PROJEKTANT:  
VRSTA PROJEKTA: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 24



prostoriji, produkt stupnja propuštanja ukupne energije kroz ostakljenje, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, g<sub>tot</sub>, i udjela ploštine prozirnih elemenata u ploštini pročelja, odnosno krova promatrane prostorije, f, treba ispuniti zahtjev:

- 1.  $g_{tot} \cdot f < 0,20$  kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest  $\geq 19,5^{\circ}\text{C}$ ,
- 2.  $g_{tot} \cdot f < 0,25$  kada srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade jest  $< 19,5^{\circ}\text{C}$ .

(3) Za sve prozirne elemente iz stavka 2. ovoga članka čija ploština po pripadajućoj prostoriji iznosi više od  $2\text{ m}^2$ , stupanj propuštanja ukupne energije, uključivo predviđene naprave za zaštitu od sunčeva zračenja, g<sub>tot</sub>, treba ispuniti i zahtjev:  $g_{tot} < 0,40$ .

I Članku 18.:

Za prozore orijentirane prema sjeveru ili one koji su cijeli dan u sjeni, najveće dopuštene vrijednosti produkta  $g_{tot} \cdot f$  i g<sub>tot</sub> iz članka 18. stavaka 2. i 3. ovoga propisa smiju se povećati za 0,25. Kao sjeverna orijentacija podrazumijeva se područje kuta između smjera sjever i pravca okomitog na površinu fasade, koji odstupa od smjera sjever do  $22,5^{\circ}$ .

## Provjera difuzije vodene pare

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20), Članku 35.:

(2) Kondenzacija vodene pare unutar građevnog dijela zgrade i njeno isparavanje računaju se u skladu s HRN EN ISO 13788:2002, uzimajući u obzir sljedeće uvjete:

- za stambenu zgradu i nestambenu zgradu javne namjene, u kojima nije uveden sustav klimatizacije, proračun se provodi za temperaturu unutarnjeg zraka  $\theta_i = 20^{\circ}\text{C}$  i projektnu vlažnost zraka u skladu s intenzitetom korištenja prostora ili prema drugačijoj projektnoj temperaturi i vlažnosti zraka definiranoj Algoritmom, ovisno o pretežitoj namjeni prostora cijele zgrade ili toplinske zone zgrade (npr. dječji vrtići, domovi za starije osobe, bolnički stacionari, bazeni, sportske dvorane i dr. izvedeni kao samostalne zgrade ili toplinske zone zgrade iz članka 49. ovoga propisa),
- za zgradu u kojoj je uveden sustav klimatizacije proračun se provodi za projektom predviđenu vrijednost temperature i projektnu vlažnost zraka.

(4) Da kod kondenzacije vodene pare unutar građevnog dijela ne nastane građevinska šteta potrebno je ispuniti sljedeće uvjete:

1. građevni proizvod koji dolazi u dodir s kondenzatom ne smije biti oštećen (npr. uslijed korozije i sl.);
2. nastali kondenzat na jednoj ili više graničnih površina, na svakoj od tih površina, mora potpuno ispariti tijekom ljetnih mjeseci;
3. najveća ukupna količina kondenzata unutar građevnog dijela ne smije biti veća od  $1,0\text{ kg/m}^2$ , odnosno najveći sadržaj vlage u proizvodu sloja u kojem dolazi do kondenzacije vodene pare ne smije biti veći od vrijednosti koja je utvrđena u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod. Ovo se ne primjenjuje na slučaj propisan u podstavku 4. ovoga stavka;
4. ako kondenzat nastaje na graničnoj površini sa slojem proizvoda koji kapilarno ne upija vodu, tada najveća ukupna količina kondenzata unutar građevnog dijela ne smije biti veća od  $0,5\text{ kg/m}^2$ , odnosno najveći sadržaj vlage u proizvodu sloja u kojem dolazi do kondenzacije vodene pare ne smije biti veći od vrijednosti koja je utvrđena u tehničkoj specifikaciji za taj proizvod;
5. ako se radi o drvu nije dopušteno povećanje njegovog sadržaja vlage u  $\text{kg/kg}$  za više od  $0,05\text{ kg/kg}$ , a kod industrijskih proizvoda koji su na bazi drva povećanje sadržaja vlage ne smije biti više od  $0,03\text{ kg/kg}$ . Ovo se ne primjenjuje na jednoslojne i višeslojne ploče od drvene vune.

Nadalje, sukladno Članku 36.:

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJEŠTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

(1) Dijelovi ovojnice grijane zgrade ili hladnjače, koji graniče s vanjskim zrakom ili negrijanim provjetravanim prostorijama (npr. tavan, garaža) moraju se projektirati i izvesti na način da se spriječi nastajanje uvjeta za razvoj gljivica i plijesni, odnosno da se spriječi kondenzacija vodene pare na površinama tih dijelova.

(2) Računski dokaz ispunjenja zahtjeva iz stavka 1. ovoga članka provodi se prema HRN EN ISO 13788:2002

Tablica 20 Izračun frsi - DOM ZDRAVLJA

Mjesec	$\theta_e$ [°C]	$\theta_i$ [°C]	$\phi_i$	$p_i$ [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	$f_{Rsi}$
1.00	0.90	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.65
2.00	3.00	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.61
3.00	7.30	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.49
4.00	12.00	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.25
5.00	17.00	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
6.00	20.50	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
7.00	22.10	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
8.00	21.30	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
9.00	16.10	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.00
10.00	11.40	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.29
11.00	6.60	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.51
12.00	1.40	22.00	0.50	1321.20	1651.51	14.51	0.64

## Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID - VANJSKI ZIDOVI

Tablica 21 Provjera difuzije vodene pare na površini građevnog dijela te dinamičke karakteristike i toplinska zaštita zgrade - Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID

Toplinska zaštita		Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID			Zadovoljava	
Površinska vlažnost		$U [W/m^2K] = 0.19 \leq 0.30$			Zadovoljava	
		$f_{Rsi} = 0.98 > 0.65$				
Dinamičke karakteristike		$312.50 \geq 100 \text{ kg/m}^2$			Zadovoljava	
		$U [W/m^2K] = 0.19 \leq 0.30$				
		Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID				
Redni br.	Materijal	d [cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
0	3.04 Vapneno-gipsana žbuka	2.00	1400.00	0.700	0.03	
1	1.11 Šuplji blokovi od gline	30.00	800.00	0.390	0.77	
2	7.01 Mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	15.00	70.00	0.035	4.29	
3	3.17 Žbuka na bazi akrilata	2.00	1700.00	0.900	0.02	
						RSi = 0.13
						RSe = 0.04

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 26

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

RT = 5.28

**Tablica 22 Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage - Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID**

Na slojevima nema pojave kondenzacije

**Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu**

**Tablica 23 Toplinski gubici kroz vanjsku ovojnicu**

Naziv građevnog dijela	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	HD [W/K]
Z1 - VANJSKI OPEČNI ZID	623.40	0.29	180.50
<b>Ukupno</b>			<b>180.50</b>

**Toplinski gubici kroz vanjske otvore**

**Tablica 24 Toplinski gubici kroz vanjske otvore**

Naziv građevnog dijela	Orijentacija	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	HD [W/K]
PR1 - PROZORI I VRATA	Jl	17.40	0.70	12.18
PR1 - PROZORI I VRATA	JZ	37.70	0.70	26.39
PR1 - PROZORI I VRATA	SI	32.90	0.70	23.03
PR1 - PROZORI I VRATA	SZ	30.00	0.70	21.00
<b>Ukupno</b>				<b>82.60</b>

**Toplinski gubici kroz tlo**

**Tablica 25 Toplinski gubici kroz tlo - DOM ZDRAVLJA**

	Naziv i tip građevnog dijela	Aw [m2]	Uw [W/m2K]	Hg,avg [W/K]
1	Pod na tlu	335.00	0.23	99.21
<b>Ukupno</b>				<b>99.21</b>

**Toplinski gubici kroz negrijane prostorije**

U zoni nema definiranih gubitaka kroz negrijane prostorije.

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 27

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## Toplinski gubici kroz susjedne zone

U promatranjoj zoni nema definiranih gubitaka kroz susjedne zone.

## Koeficijenti transmisijских gubitaka

Tablica 26 Koeficijent transmisijске izmjene topline HTr prema HRN EN ISO 13790

$H_{Tr,avg} = H_D + H_{g,avg} + H_U + H_A$ [W/K]	
H <sub>D</sub> - Koeficijent transmisijске izmjene topline prema vanjskom okolišu [W/K]	263.10
H <sub>g,avg</sub> - Uprosječni koeficijent transmisijске izmjene topline prema tlu [W/K]	99.21
H <sub>U</sub> - Koeficijent transmisijске izmjene topline prema negrijanom prostoru [W/K]	0.00
H <sub>A</sub> - Koeficijent transmisijске izmjene topline prema susjednim zonama [W/K]	0.00
H <sub>Tr</sub> [W/K]	362.32

## Ventilacijski gubici

Tablica 27 Toplinski gubici - DOM ZDRAVLJA

Vrsta ventilacije	Prirodna
Broj izmjena zraka uslijed infiltracije n <sub>inf</sub> [1/h]	0.10
Broj izmjena zraka n <sub>win</sub> [1/h]	0.40
Volumen prostora [m <sup>3</sup> ]	2790.00
Koeficijent gubitaka topline provjetravanjem, H <sub>v</sub> [W/K]	474.30

## Ukupni gubici

Tablica 28 Ukupni koeficijent gubitaka topline - DOM ZDRAVLJA

Ukupni koeficijent gubitaka topline (stvarni klimatski podaci) [W/K]	836.62
--	--------

## Solarni dobici

Tablica 29 Solarni dobici - DOM ZDRAVLJA

Naziv	Strana svijeta	Dobitak [kWh]
-------	----------------	---------------

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 28

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

PR1 - PROZORI I VRATA	Jl	6826.97
PR1 - PROZORI I VRATA	JZ	14791.78
PR1 - PROZORI I VRATA	SI	7638.05
PR1 - PROZORI I VRATA	SZ	6964.47

## Unutarnji dobici topline

Tablica 30 Podaci za unutarnje dobitke topline - DOM ZDRAVLJA

Ak [m2]	Specifični unutarnji dobitak - qspec [W/m2]	Qint,uk [kWh]
1080.00	6.00	56764.80

## Potrebna energija za grijanje Qh,nd

Tablica 31 Potrebna energija za grijanje po mjesecima - DOM ZDRAVLJA

Mjesec	QH,nd,da y [kWh]	QH,Tr [kWh]	QH,Ve [kWh]	QHeater [kWh]	QSteam [kWh]	Qint [kWh]	Qsol [kWh]	Qgn [kWh]
1	205.71	4979.03	7448.69	0.00	0.00	4821.12	1238.14	6059.26
2	148.98	4110.62	6058.52	0.00	0.00	4354.56	1668.85	6023.41
3	62.04	3673.07	5187.32	0.00	0.00	4821.12	2897.55	7718.67
4	13.89	2627.61	3414.96	0.00	0.00	4665.60	3514.86	8180.46
5	0.00	1696.19	1764.40	0.00	0.00	4821.12	4683.37	9504.49
6	0.00	950.39	510.82	0.00	0.00	4665.60	4907.21	9572.81
7	0.00	655.17	-38.23	0.00	0.00	4821.12	5007.48	9828.60
8	0.00	819.84	247.02	0.00	0.00	4821.12	4324.74	9145.86
9	0.00	1820.56	2017.67	0.00	0.00	4665.60	3326.42	7992.02
10	24.86	2837.48	3740.52	0.00	0.00	4821.12	2437.00	7258.12
11	100.38	3691.85	5257.62	0.00	0.00	4665.60	1300.82	5966.42
12	207.06	4877.94	7273.72	0.00	0.00	4821.12	914.84	5735.96

Mjesec	aH [-]	yH [-]	yH,lim [-]	fH,m [-]	LH,m [d/mj]	ηH,gn [-]	QH,nd,mj [kWh]
1	9.85	0.49	1.10	1.00	31.00	1.00	6377.07
2	9.85	0.59	1.10	1.00	28.00	1.00	4171.47
3	9.85	0.87	1.10	0.98	30.00	0.96	1861.32
4	9.85	1.35	1.10	0.00	0.00	0.73	0.00
5	9.85	2.75	1.10	0.00	0.00	0.36	0.00
6	9.85	6.55	1.10	0.00	0.00	0.15	0.00
7	9.85	15.93	1.10	0.00	0.00	0.06	0.00
8	9.85	8.57	1.10	0.00	0.00	0.12	0.00
9	9.85	2.08	1.10	0.00	0.00	0.48	0.00
10	9.85	1.10	1.10	0.50	15.00	0.86	372.87
11	9.85	0.67	1.10	1.00	30.00	0.99	3011.42
12	9.85	0.47	1.10	1.00	31.00	1.00	6418.98

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 29

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

22213.12

Tablica 32 Potrebna energija za hlađenje po mjesecima - DOM ZDRAVLJA

Mjesec	QC,nd,day [kWh]	QC,Tr [kWh]	QC,Ve [kWh]	Qcool [kWh]	Qint [kWh]	Qsol [kWh]	Qgn [kWh]
1	0.00	4979.03	7448.69	0.00	4821.12	1238.14	6059.26
2	0.00	4110.62	6058.52	0.00	4354.56	1668.85	6023.41
3	23.12	3673.07	5187.32	0.00	4821.12	2897.55	7718.67
4	82.06	2627.61	3414.96	0.00	4665.60	3514.86	8180.46
5	190.62	1696.19	1764.40	0.00	4821.12	4683.37	9504.49
6	265.41	950.39	510.82	0.00	4665.60	4907.21	9572.81
7	292.05	655.17	-38.23	0.00	4821.12	5007.48	9828.60
8	256.07	819.84	247.02	0.00	4821.12	4324.74	9145.86
9	135.19	1820.56	2017.67	0.00	4665.60	3326.42	7992.02
10	44.60	2837.48	3740.52	0.00	4821.12	2437.00	7258.12
11	0.00	3691.85	5257.62	0.00	4665.60	1300.82	5966.42
12	0.00	4877.94	7273.72	0.00	4821.12	914.84	5735.96

Mjesec	aC [-]	γC [-]	γC,lim [-]	fC,m [-]	LC,m [d/mj]	ηC,gn [-]	QC,nd,mj [kWh]
1	9.85	2.05	1.10	0.00	0.00	0.49	0.00
2	9.85	1.69	1.10	0.00	0.00	0.59	0.00
3	9.85	1.15	1.10	0.39	12.00	0.83	277.44
4	9.85	0.74	1.10	1.00	30.00	0.99	2461.80
5	9.85	0.36	1.10	1.00	31.00	1.00	5909.32
6	9.85	0.15	1.10	1.00	30.00	1.00	7962.36
7	9.85	0.06	1.10	1.00	31.00	1.00	9053.61
8	9.85	0.12	1.10	1.00	31.00	1.00	7938.22
9	9.85	0.48	1.10	1.00	30.00	1.00	4055.69
10	9.85	0.91	1.10	0.83	26.00	0.95	1159.49
11	9.85	1.50	1.10	0.00	0.00	0.66	0.00
12	9.85	2.12	1.10	0.00	0.00	0.47	0.00

38817.93

## Rezultati proračuna

Tablica 33 Rezultati proračuna - DOM ZDRAVLJA

Godišnja potrebna toplina za grijanje QH,nd [kWh/a]	22213.12
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine Q"H,nd [kWh/m2a]	20.57 (max=21.16)
Godišnja potrebna toplina za hlađenje QC,nd [kWh/a]	38817.93
Godišnja potrebna toplina za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine Q"C,nd [kWh/m2a]	35.94 (max=50.00)
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade H'tr,adj [W/m2K]	0.33 (max=0.88)

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 30

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Energetski razred (prema QH,nd)\*  
\*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

A

## Ukupni rezultati izračuna i provjera uvjeta

### Prikaz izračuna elektrotehničkih sustava

Tablica 34 Izračun LENI - DOM ZDRAVLJA

Prostorija	DOM ZDRAVLJA
Ak - korisna površina [m2]	1080.00
Tip prostora	Bolnica
Opremljenost	***
PN [W/m2]	35.00
Pem [W/m2]	0.00
Ppc [W/m2]	0.00
tn [h]	2000.00
td [h]	3000.00
CTE	Bez CTE
Fc [-]	1.00
Upravljanje	Ručno
Fo [-]	0.90
Upravljanje	Ručno
Fd [-]	1.00
LENI [kWh/m2]	157.50
Potrošnja [kWh/god]	170100.00

### Prikaz izračuna strojarskih sustava

Tablica 35 Ulazni podaci za podsustav predaje grijanja (sobni sustav) - DIZALICA TOPLINE

#### Opći podaci

Visina prostorije [m]	3.00
Prekidni rad	Da
fhydr [-]	1.03
ηctr [-]	1.00
ηstr [-]	1.00
ηemb [-]	1.00
ηem [-]	0.00

Tablica 36 Ulazni podaci za pomoćnu energiju podsustava predaje grijanja (sobni sustav) - DIZALICA TOPLINE

#### Pomoćna energija

Φem [kW]	0.00
----------	------

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 31

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

nfan [-]	0.00
npmp [-]	0.00
Pctr [W]	0.00
Ppmp [W]	0.00
Pfan [W]	0.00

**Tablica 37 Ulazni podaci za podsustav razvoda grijanja (sobni sustav) - DIZALICA TOPLINE**

Φem [kW]	0.00
Sustav grijanja	Jednocijevni
LL [m]	0.00
Lw [m]	0.00
hlev [m]	3.00
nlev [-]	3.00

**Tablica 38 Karakteristike ogrjevnog medija podsustava razvoda grijanja (sobni sustav) - DIZALICA TOPLINE**

Θs,des [°C]	0.00
Θr,des [°C]	0.0
Θi [°C]	22.00
Tip ogrjevnog tijela	Radijator
Tip regulacije	Regulacija prema unutrašnjoj temperaturi uz pomoć termostatskih ventila, sa sobnim termostatom
Tip razvoda (klasa)	Niskotemperaturni razvod
Vrsta regulacije kotla	Regulacija s konstantnom temperaturom ogrjevnog medija

**Tablica 39 Ulazni podaci za pomoćnu energiju podsustava razvoda grijanja (sobni sustav) - DIZALICA TOPLINE**

Ukupan broj ogrjevnih tijela u grani	0
Balansiranost mreže	Balansirana mreža
Položaj regulatora i tip regulacije	Standardni generator, regulacija prema vanjskoj temperaturi
Tip generatora topline	Generator sa sadržajem vode > 0,3 Lit/kW
Pel,pmp [W]	0.00
Regulacija pumpe	Pumpa nije regulirana (konstantna brzina vrtnje)
Smještaj komponenata	Komponente smještene u grijanoj zoni

**Tablica 40 Ulazni podaci za podsustav razvoda grijanja (GVik) - DIZALICA TOPLINE**

AAHU [m2]	0.00
UAHU [W/m2K]	2.00
Izolirano	Da
Θint [°C]	0.00
Θint,AAHU [°C]	0.00
Lp [m]	0.00
ki [-]	1.00
kj [-]	1.00



INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

kk [-]

1.00

Tablica 41 Prikaz izračuna tehničkih sustava - DOM ZDRAVLJA

Ime sustava	Energent	Razred SAUZ (GVik i PTV)	Razred SAUZ (električna energija)	Qgen, in, uk [kWh]	Waux, uk [kWh]	Edel [kWh]	Eprim [kWh]	CO2 [kg]
DIZALICA TOPLINE	Električna energija	C (1.00)	C (1.00)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rasvjeta (ukupno)	Električna energija	-	-	170100.00	0.00	170100.00	274541.40	39803.40
<b>Ukupno</b>		-	-	<b>170100.00</b>	<b>0.00</b>	<b>170100.00</b>	<b>274541.40</b>	<b>39803.40</b>

Tablica 42 Izračun udjela OIE - DOM ZDRAVLJA

Eren = Esol,renew + EPV + EHW,hp,renew,in [kWh]	0.00
Esol,renew [kWh]	0.00
EPV [kWh]	0.00
EHW,hp,renew,in [kWh]	0.00
Eren1 = Qgen,HW,in,renew [kWh]	0.00
EL [kWh]	170100.00
Edel [kWh]	0.00
rren_teh = ((Eren + Eren1) / (Eren + Edel + EL)) * 100 [%]	0.00
rren_termo = ((Eren + Eren1) / (Eren + Edel)) * 100 [%]	0.00

Tablica 43 Udjeli OIE - DOM ZDRAVLJA

Eren [kWh]	Eren1 [kWh]	Edel [kWh]	EL [kWh]	rren_teh [%]	rren_termo [%]
0.00	0.00	0.00	170100.00	0.00	0.00

Tablica 44 NZEB uvjeti - DOM ZDRAVLJA

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
n50	1/h	0.00	3.00	Da
Q"H,nd	kWh/m2	20.57	21.16	Da
Q"C,nd	kWh/m2	35.94	50.00	Da
E"prim	kWh/m2	244.21	250.00	Da
Udio OIE	%	100.00	30.00	<u>Da</u>

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

**Tablica 45 Energetski razredi - DOM ZDRAVLJA**

Energetski razred prema QH,nd\*

A

Energetski razred prema Eprim\*

A

\*Energetski razred je izračunat prema referentnim klimatskim podacima

## Uvjeti na primarnu energiju

**Tablica 8. – Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade (nZEB) grijane i/ili hladene na temperaturu 18 °C ili više**

ZAHTJEVI ZA NOVE ZGRADE	$Q_{H,nd}^n$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]						$E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	
	nZEB						nZEB	
VRSTA ZGRADE	kontinent, $\theta_{mm} \leq 3$ °C			primorje, $\theta_{mm} > 3$ °C			kont $\theta_{mm} \leq 3$ °C	prim $\theta_{mm} > 3$ °C
	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$		
Višestambena	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	80	50
Obiteljska kuća	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$17,16 + 38,42 \cdot f_0$	57,50	45	35
Uredska	16,94	$8,82 + 40,58 \cdot f_0$	51,43	16,19	$11,21 + 24,89 \cdot f_0$	37,34	35	25
Obrazovna	11,98	$3,86 + 40,58 \cdot f_0$	46,48	9,95	$4,97 + 24,91 \cdot f_0$	31,13	55	55
Bolnica	18,72	$10,61 + 40,58 \cdot f_0$	53,21	46,44	$41,46 + 24,89 \cdot f_0$	67,60	250	250
Hotel i restoran	35,48	$27,37 + 40,58 \cdot f_0$	69,98	11,50	$6,52 + 24,89 \cdot f_0$	32,65	90	70
Sportska dvorana	96,39	$88,28 + 40,58 \cdot f_0$	130,89	37,64	$32,66 + 24,91 \cdot f_0$	58,82	210	150
Trgovina	48,91	$40,79 + 40,58 \cdot f_0$	83,40	13,90	$8,92 + 24,91 \cdot f_0$	35,08	170	150
Ostale nestambene	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	/	/

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## DOM ZDRAVLJA (pretežita namjena)

Tablica 46 Pretežita namjena ulazni podaci - DOM ZDRAVLJA

Zone	DOM ZDRAVLJA
Dominantna zona	DOM ZDRAVLJA
Pretežita namjena	Nestambeni dio
Vrsta prostora	Bolnice i zgrade za rehabilitaciju
Status prostora	Nova
Kompleksnost termotehničkog sustava	Složeni
Unutarnja projektna temperatura (sez. grijanja) [°C]	22.00
Unutarnja projektna temperatura (sez. hlađenja) [°C]	22.00
tkor [h/dan]	24
tv,meh [h/dan]	24
td [h/dan]	24
dus,tj [dan/tj.]	7
Način grijanja	Centralno
Način pripreme PTV-a	Centralno
Način hlađenja	Centralno
Ak [m2]	1080.00
Ak (korigirano) [m2]	1080.00
Brutto površina poda [m2]	1120.00
QW [kWh]	0.00
LENI [kWh]	170100.00
Razred učinkovitosti za energiju za grijanje, hlađenje i pripremu potrošne tople vode	A
Razred učinkovitosti za električnu energiju	A

Tablica 47 Pretežita namjena izračunati podaci - DOM ZDRAVLJA

f0 [-]	0.26
Htr,adj [W/K]	0.33
QH,nd [kWh]	22213.12
Q"H,nd [kWh/m2]	20.57
QC,nd [kWh]	38817.93
Q"C,nd [kWh/m2]	35.94
Edel [kWh]	170100.00
E"del [kWh/m2]	157.50
Eprim [kWh]	274541.40
E"prim [kWh/m2]	254.21
Emisija CO2 [kgCO2]	39803.40
Emisija CO2,spec [kgCO2/m2]	36.86
rren,teh [%]	0.00
rren,termo [%]	0.00

Tablica 48 NZEB uvjeti - DOM ZDRAVLJA

Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena	Zadovoljava
-------	----------	-----------------------	------------	-------------

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 35

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

				vrijednost	
n50 (DOM ZDRAVLJA)	1/h	0.00	3.00		Da
Q"H,nd	kWh/m2	20.57	21.16		Da
Q"C,nd	kWh/m2	35.94	50.00		Da
E"prim	kWh/m2	244.21	250.00		Da
Udio OIE	%	100.00	30.00		Da

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 36

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Obrazac 1, list 1/5

### ISKAZNICA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE

prema poglavlju VI. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18 °C ili više

1. INVESTITOR	SISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, ANTUNA I STJEPANA RADIĆA 36, SISAK
2. OZNAKA PROJEKTA	JH-03/22
3. OPIS ZGRADE	
Nova zgrada ili rekonstrukcija/značajna obnova	Nova
Naziv zgrade ili dijela zgrade	DOM ZDRAVLJA - DOM ZDRAVLJA PETRINJA
Vrsta zgrade	Bolnice i zgrade za rehabilitaciju
Namjena zgrade	Nestambeni dio
k.č.br. / k.o.	K.č.br.: , K.o.: ,
Adresa / lokacija zgrade (ulica i kućni broj, poštanski broj, mjesto, nadmorska visina)	Mjesto: , Adresa: , N.v.: 98.00
Mjesec i godina izrade projekta	07.2022. godine
Oplošje grijanog dijela zgrade $A$ (m <sup>2</sup> )	1111.58
Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ (m <sup>3</sup> )	4298.24
Faktor oblika zgrade $f_o$ (m <sup>-1</sup> )	0.26
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$ (m <sup>2</sup> )	1080.00
Način grijanja (lokalno, etažno, centralno, mješovito)	Centralno
Prosječna unutarnja projektna temperatura grijanja °C	22.00

PROJEKTANT:  
VRSTA PROJEKTA:

JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 37

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Prosječna unutarnja projektna temperatura hlađenja °C	22.00
Meteorološka postaja s nadmorskom visinom	Sisak (98.0 m n.v.)
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,min} (^{\circ}C)$	0.90
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,max} (^{\circ}C)$	22.10

Obrazac 1, list 2/5

4. POTREBNA TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE ZGRADE		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	22213.12	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	najveća dopuštena	izračunata
	21.16	20.57
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	38817.93	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	najveća dopuštena	izračunata
	50.00	35.94
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H'_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	najveći dopušteni	izračunati
	0.88	0.33
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) u pogledu svojstava građevnih dijelova zgrade – za podatke iz poglavlja 4.	JURICA HAJDAROVIĆ	

PROJEKTANT:  
VRSTA PROJEKTA:

JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 38

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Obrazac 1, list 3/5

5. ELEKTRIČNA ENERGIJA I SAUZ	
Godišnja potrebna električna energija za rasvjetu $E_L$ [kWh/a]	170100.00
Godišnja proizvedena električna energija iz OIE na lokaciji zgrade $E_{EL, RES}$ [kWh/a]	170100.00
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) u pogledu svojstava elektrotehničkog sustava – za podatke iz poglavlja 5.	NENAD NOVAK

5A. SUSTAV AUTOMATIZACIJE I UPRAVLJANJA ZGRADOM (SAUZ)	
Razred učinkovitosti SAUZ	
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na sustav automatizacije i upravljanja zgradom (kvalificirani elektronički potpis) – za podatke iz poglavlja 5A.	

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 39

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Obrazac 1, list 4/5

6. ENERGIJA ZA TERMOTEHNIČKE SUSTAVE		
Godišnja isporučena energija za rad termotehničkih sustava $E_{HW,del}$ [kWh/a]	20501.59	
Godišnja primarna energija za rad termotehničkih sustava $E_{HW,prim}$ [kWh/a]	20501.59	
7. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE		
POTREBNO ZA OSTVARENJE UVJETA	OSTVARENO %	ISPUNJENO (DA/NE)
Za nove zgrade najmanje 30 %, a kod rekonstrukcije /značajne obnove 10 % godišnje isporučene energije za rad tehničkih sustava u zgradi podmireno energijom iz obnovljivih izvora energije	100.00	DA
Za nove zgrade kad je najmanje 60 % godišnje isporučene energije za rad tehničkih sustava podmireno iz učinkovitog sustava centraliziranog grijanja (i hlađenja), a kod rekonstrukcije/značajne obnove postojećih zgrada uključuje učinkoviti sustav centraliziranog grijanja (i hlađenja)		
Godišnja proizvedena toplinska energija iz OIE na lokaciji zgrade $E_{HW, RES}$ [kWh/a]	20501.59	
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) u pogledu svojstava termotehničkih sustava – za podatke iz poglavlja 6. i 7.	IVICA BARBIR	

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 40



INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA  
JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Obrazac 1, list 5/5

8. ENERGETSKO SVOJSTVO ZGRADE		
Godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/a]	170100.00	
Godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/a]	274541.40	
Godišnja primarna energija po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	250.00	244.21
Upisati "nZEB" ako energetska svojstva zgrade ( $E_{prim}$ ) i udio obnovljivih izvora energije zadovoljavaju zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije	NZEB	
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) – za podatke iz poglavlja 1., 2., 3. i 8.	JURICA HAJDAROVIĆ	
Glavni projektant zgrade (kvalificirani elektronički potpis)	JURICA HAJDAROVIĆ	
Datum i mjesto	23.07.2022	

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 41

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Do donošenja nacionalnih faktora pretvorbe preporuča se koristi SE:

Tablica 1.

Faktor primarne energije fp za razne primarne izvore energije (DIN 4701-10)  
Nositelj energije Faktor primarne energije

Goriva Loživo ulje 1,1  
Prirodni plin 1,1  
Ukapljeni naftni plin 1,1  
Kameni i mrki ugljen 1,2  
Drvo 0,2  
Blokovsko/daljinsko grijanje iz  
kogeneracije  
Fosilna goriva 0,7  
Obnovljiva goriva 0,0  
Blokovsko/daljinsko grijanje iz  
toplane  
Fosilna goriva 1,3  
Obnovljiva goriva 0,1  
Električna energija

## **B. MJERE U PODRUČJU TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADA**

Integracija elemenata za korištenje obnovljivih izvora energije (OIE) u  
konstruktivne elemente zgrade

Dio sustava za korištenje OIE je potrebno smjestiti na vidljivom mjestu, u neposrednoj  
blizini zgrade ili na samom pročelju. Tako oni postaju elementi oblikovanja pročelja i ukupnog  
izgleda zgrade. Elementi za korištenje obnovljivih izvora energije trebaju se na zgradu uklopiti na  
skladan način uz pažljivo usklađivanje boja, materijala i oblika te inovativnost u primjeni.  
Omogućuju proizvodnju energije, ostvarivanje ekonomskih i ekoloških ušteda i dinamičko  
oblikovanje pročelja.

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 42

## FOTONAPONSKI MODULI

Za smještaj fotonaponskih modula prednost ima južna orijentacija i nagib pod određenim kutom, ali moguća je postava na istočno i zapadno pročelje te na vertikalne i horizontalne plohe uz manju učinkovitost proizvodnje energije, vodeći računa o mogućem zasjenjenju. Inovativna primjena fotonapona na fasadi smanjuje toplinsko opterećenje zgrade i potrebu za korištenjem klimatizacije. Mogućnosti primjene fotonaponskih modula su:

- horizontalne ili vertikalne lamele kao dio sustava za zaštitu od Sunca – fiksni ili pokretni (tehnologija tankog filma ili neprovidni moduli u svim izvedbama) 73
- elementi koji se postavljaju po principima krovnih pokrova – fotonaponske šindre, crjepovi ili krovne ploče (tehnologija tankog filma)
- na krovu – učvršćeni na krovnu konstrukciju, kao neovisna potkonstrukcija ili kao nadstrešnica
  - na pročelju – ispred čvrstog dijela fasade (neprovidni moduli), kao dio ostakljenja ili dvostruke ventilirane fasade (transparentni moduli)
  - neposredno uz zgradu (fotonaponska stabla)

Horizontalne lamele mogu biti postavljene fiksno, pod optimalnim kutom ili mogu biti pokretne tako da tokom dana i godišnjeg doba uvijek budu postavljene u optimalnom nagibu zaučinkovitu proizvodnju energije. Na južnom pročelju je najčešća postava fiksnih lamela dok se na istočnom i zapadnom preporuča postava pokretnih kako bi se ostvario zadovoljavajući stupanj korištenja Sunčevog zračenja. Kod pokretnih lamela su toplinski dobici 10 posto veći u odnosu na fiksne. Lamele se mogu pokretati i prema želji korisnika na način da se npr. lamela u visini pogleda može pomicati neovisno kako bi se osigurao bolji pogled ili prirodno osvijetljenje. Horizontalne lamele omogućuju zaštitu od Sunca do 85 posto, a za sprečavanje blještanja potrebna je jednostavna naprava za zasjenjenje s unutrašnje strane (venecijaner, zastor). Raspored lamela bitno utječe na distribuciju prirodnog osvijetljenja u prostoru tako da je u nekim slučajevima moguća

postava preko cijelog pročelja (zahtjev za difuznim osvijetljenjem) ili djelomično (kod radnih prostora).

Fotonaponska šindra odgovara dimenzijama klasične šindre i postavlja se s preklapom na daščanu oplatu s hidroizolacijom.

Fotonaponski crijepovi po dimenzijama odgovaraju klasičnim elementima, postavljaju se na klasičnu krovnu potkonstrukciju, s preklapom crijeпова u smjeru paralelnom sa strehom.

Fotonaponske krovne ploče se postavljaju na klasičnu krovnu potkonstrukciju.

Moguća je primjena fotonaponskih modula u konstrukcijama koje zamjenjuju uobičajene građevinske materijale vanjske ovojnice na fasadi, krovu ili krovnim prozorima odnosno koji su integrirani u samu ovojnicu. Ovakve konstrukcije se koriste na novim, ali i postojećim zgradama.

Na ovaj način smanjuje se početna investicija u fotonaponski sustav jer je veći dio troškova uključen u troškove vanjske ovojnice. Također, primjena fotonaponskih modula kao integralnog dijela vanjske ovojnice omogućuje bolje oblikovno rješenje.

Mogući izgled fotonaponskih modula je:

- neprovidni – klasična izvedba koja se najčešće primjenjuje kao samostalna konstrukcija ili preko kompaktnih površina vanjske ovojnice. Potrebno je osigurati vlastitu potkonstrukciju.
- transparentni – kao dio ovojnice zgrade na transparentnim krovnim (nadstrešnice, atriji, nadsvjetla, krovni prozori) i zidnim površinama kada je potrebno osigurati visoki stupanj transmisije svjetlosti. Prednja i stražnja strana modula su providne. Moduli su dio nosive konstrukcije pročelja i moraju osigurati zaštitu od atmosferskih utjecaja.
- U različitim bojama – nijanse plave, smeđe, žute i zelene boje.

Uvijek treba osigurati da slojevi krova ispod fotonapona ispunjavaju sve bitne uvjete za građevinu. Fotonaponski sustav smještava se na ravni krov kao neovisna konstrukcija ili na nadstrešnica za tehnička postrojenja. Takve konstrukcije predstavljaju drugu ovojnicu zgrade koja smanjuje utjecaje okoliša i omogućuju korištenje pasivnih principa (npr. hlađenje zgrade). Tehnologija danas omogućuje primjenu fotonapona na samoj ovojnici zgrade kao dio ostakljenja pri čemu je potrebno ostvariti zadovoljavajući koeficijent prolaza topline ( $U$ ,  $W/m^2K$ ), solarni faktor ( $g_{\perp}$ , %) i koeficijent zasjenjenja ( $F_c$  %). Čelije se mogu postaviti u rasterima različite gustoće i tako ostvariti različit stupanj propuštanja svjetlosti. Takvi polutransparentni sustavi karakteristični su za velike staklene površine, ali je potrebno rješavanje utjecaja bliještanja i velikih toplinskih dobitaka. Ventilirane fasade ili fasade s dvije ovojnice pogodne su za primjenu fotonaponskih modula s monokristalnim i polikristalnim sunčanim ćelijama budući da njihova učinkovitosti ovisi od porasta temperature za razliku ćelija od amorfnog silicija koje se mogu ugrađivati i u klasične kompaktne fasade. Fotonaponski moduli koji se postavljaju kao neovisna konstrukcija na zgradi ili neposredno uz zgradu mogu ostvariti veću učinkovitosti jer se mogu postaviti pod optimalnim kutom u odnosu na Sunčevo zračenje. Također se ostvaruje odgovarajuće hlađenje sa stražnje strane modula. Osim oblikovnog uklapanja potrebno je predvidjeti i riješiti tehnička pitanja poput: izvedba potkonstrukcije, osiguravanja optimalnih uvjeta za proizvodnju energije, povezivanja s otočnim sustavom ili mrežom, međusobnog povezivanja modula, održavanja i reguliranja odnosa vlasnika i korisnika sustava.

## SUNČANI SUSTAVI ZA GRIJANJE I PTV

Toplinski kolektori se mogu integrirati u samu vanjsku ovojnicu (krov ili fasadu) i tada moraju zadovoljiti sve funkcionalne i tehničke zahtjeve koji su bitni za građevinske konstrukcije. Također se mogu montirati na vlastitu potkonstrukciju ispred građevinskih konstrukcija u klasičnoj izvedbi. Mogućnosti primjene su:

- na krovu – učvršćeni na konstrukciju krova, s neovisnom potkonstrukcijom konstrukcija ili kao nadstrešnica
- na pročelju – neovisna konstrukcija ili u sklopu ventilirane fasade, kao strehe
- neposredno uz zgradu

Toplinski kolektori ne moraju biti dio pročelja niti vidljiv element oblikovanja, ali kada oblikuju završni izgled vanjske ovojnice bitno njihovo skladno uklapanje i primjena inovativnog dizajna uz postavu elemenata na način koji osigurava optimalnu razinu proizvodnje topline. Izgled toplinskih kolektora se bolje uklapa u suvremena rješenja vanjske ovojnice dok se na starim zgradama preporuča primjena kolektori manjih dimenzija (veličine crijeva). U pogledu funkcionalno-oblikovnih zahtjeva primjena toplinskih kolektora u odnosu na fotonapon ima veća ograničenja s obzirom da su elementi većih dimenzija, nije moguće ostvariti transparentnost, a postava je tehnički zahtjevnija. Na tržištu postoje proizvodi koji u jednom elementu sadrže fotonaponske module i toplinske kolektore što olakšava povezivanje, oblikovanje i uklapanje na vanjsku ovojnicu.

## C. MJERE U PODRUČJU SLOŽENIH TERMOTEHNIČKIH SUSTAVA

### 1. Kotlovnice

U nove zgrade koje udovoljavaju zahtjevima TPRUETZZ mogu se ugrađivati svi kotlovi koji imaju oznaku sukladnosti prema Pravilniku o zahtjevima za stupnjeve djelovanja novih toplovodnih kotlova na tekuće i plinovito gorivo, („Narodne novine“ br. 135/05), odnosno kotlovi koji nose oznaku sukladnosti na osnovi usklađenih europskih normi.

Niskotemperaturni kotlovi imaju bolji stupanj djelovanja, gledano kroz godinu, od

standardnih kotlova jer ne traže uporabu miješajućeg ventila na instalaciji i mogu raditi s temperaturom povratne vode do min. 35°C. Kondenzacijski kotlovi imaju još bolji stupanj djelovanja jer iskorištavaju latentnu toplinu vodene pare u dimnim plinovima. Za postavljanje kondenzacijskog kotla potrebna je sanacija dimnjaka. Smještaj kotlovnice je moguć u samoj zgradi (podrum, razzemlje, krov) ili u samostalnom objektu. Ovisno o vrsti goriva i kapacitetu definiraju se potrebni prostori kotlovnice. Na krov zgrade postavljaju se uglavnom plinske kotlovnice. Projekt kotlovnice potrebno je izraditi u skladu s važećim propisima, za određeni tip kotlovnice, koji se odnose na izgradnju i uporabu. Kotlovnice na kruta goriva zahtijevaju veće površine i prostore za skladištenje goriva, posebice je potrebno osigurati prostor između prednje strane kotla i zida jednak najmanje dužini kotla. Kod kotlova loženih uljem ili plinom potrebni su manji razmaci. Kotlove treba postaviti tako da je održavanje i rukovanje moguće sa svih strana.

Prednosti kotlovnice smještene na krovu objekta:

- Nema klasičnog dimnjaka
- Ušteda prostora u podrumu ili razzemlju
- Kotao nije opterećen statičkim tlakom vode u sustavu
- Nema sigurnosnog i povratnog voda kroz objekt
- Temperatura dimnih plinova može biti niža

Nedostaci:

- Dodatno opterećenje krova
- Potrebna bolja zaštita od buke
- Moguće poteškoće kod popravaka i manipulacije

## 2. Sustavi grijanja

Za izbor sustava grijanja mjerodavan je niz faktora poput:

- Vrste zgrade (stambena, poslovna, proizvodna itd.)
- Vrste goriva koje je odabrano
- Vremena korištenja objekta
- Higijenskih i drugih zahtjeva

Za svaki projekt potrebno je detaljno razmotriti tehnički, ekonomski i higijenski optimalno rješenje. Za jednu zgradu može se predvidjeti više sustava grijanja; lokalno, centralno toplovodno i centralno toplozračno ili pak etažno ili grijanje zračećim panelima. Moguće su i njihove kombinacije unutar jednog objekta.

Etažna grijanja primjenjuju se za stambene jedinice unutar zgrade a sastoji se od kotla na različite vrste goriva, cijevnog razvoda i ogrjevnih tijela s pripadajućom regulacijom. Centralno grijanje može biti toplovodno ili zračno. Koristi se za zgrade koje traže stalno, jednako, higijensko i pouzdano grijanje (stambene zgrade, škole, bolnice, ustanove i slično). Izvedba sustava grijanja mora biti u skladu s važećim tehničkim propisima i pravilima struke.

## 3. Klimatizacija

Sustavi za klimatizaciju imaju zadatak održavati temperaturu i vlažnost zraka u traženim granicama. U njima se odvijaju procesi grijanja, hlađenja, ovlaživanja i sušenja zraka a što se ostvaruje putem sustava regulacije. Klimatizacijska postrojenja obavljaju i funkciju ventilacije te se u njima može odvijati i rekuperacija topline. Koriste se u dva područja; za ostvarivanje ugodnosti u prostorima gdje borave ljudi i za ostvarivanja specifičnih uvjeta u proizvodnim prostorima tokom cijele godine. Posebno se predviđaju za javne prostore, kina, kazališta, dvorane i slično. U odnosu na druge sustave omogućavaju znatne uštede energije ugradnjom dizalica topline i rekuperacije.

Klimatizacijski sustavi izvode se kao:

- Jednokanalna klimatizacija s konstantnim protokom zraka (jednozonska ili višezonska)
- Jednokanalna klimatizacija s promjenljivim protokom zraka
- Dvokanalna klimatizacija s konstantnim i promjenljivim protokom zraka
- Klimatizacija u kombinaciji s razvodom vode za grijanje ili hlađenje (dvocijevni, trocijevni ili četverocijevni sustavi) 77

#### 4. Ventilacija, grijanje i hlađenje zraka

Ventilacijom se osigurava potreban broj izmjena zraka u prostoru. Ovisno o periodu godine zrak za provjetravanje mora se zagrijati ili ohladiti. Filtracija zraka dio je procesa pripreme zraka. Rekuperacijom se postižu znatne uštede.

Tablica 7. Pregled karakteristika alternativnih rješenja u energetskoj opskrbi zgrada (prema The Illustrated Guide to Renewable Technologies, BSRIA 2008)

Vrsta	Svojstva	Funkcionalnost	Cijena	Pouzdanost	Održavanje	Redukcija CO <sub>2</sub> *	Ocjena
Biomasa	Koristi organski materijal, dobiva se toplina ili bioplin	Visoka. Zadržava veliko spremište	Srednja. Viša od konvenc. kotla	Visoka u ogrjevnom radu. Anaerobno vrenje i rasplinjavanje izaziva potškoća	Lako	Visoka	++++
Sunčani sustav za grijanje i PTV	Korištenje Sunčevog zračenja za grijanje PTV ili prostorija	Srednja. Pouzdani uređaji. Velik izbor kolektora	Srednja	Visoka. Malo pokretnih dijelova. Pumpe i ventilatori pouzdani.	Lako.	Visoka. Pumpe mogu biti pogone fotonaoponskim sustavom	++
Fotonaoponski modul	Prevara Sunčevog zračenja u istosmjernu el. energiju	Srednja. Široke mogućnosti ugradnje. Za izmjeničnu struju potreban pretvarač.	Visoka. Otključa se pad nabavnih cijena.	Srednja. Pretvarači mogu izazivati potškoće.	Lako. Potrebni specijalisti.	Visoka	++
Vjetar	Pretvorba energije vjetra u el. energiju	Srednja. Bolja u otvorenim prostorima.	Niska. Ovisi o raspoloživosti vjetra. Snaga obično mnogo niža od nastavane	Srednja. Promjenjiva raspoloživost vjeka. Snaga vjeka smanjuje vjek.	Srednje. Potrebno redovito održavanje.	/	+++
Kogeneracija (Trigeneracija)	Proizvodnja električne i topline (i rashladne) energije iz fosilnih ili obnovljivih goriva	Visoka. Učinkovita pri konstantnom opterećenju	Srednja. Potrebno potpuno iskoristenje otpadne topline	Srednja. Pouzdana tehnologija	Srednje. Potrebno planirano i redovito održavanje	Srednja. Bolja pri uporabi biomase	++++
Dizalica topline	Podiže temperaturu topline iz okoline. Koristi se za grijanje i PTV.	Visoka. Može ostvariti i rashladni učinak	Srednja. Pogonska energija ovisna o razlici temperatura okoline i grijanja	Visoka. Pouzdani uređaji.	Nisko.	Srednja. Ovisna o vrsti pogona i razlici temperatura.	+++
Apsorpcijsko hlađenje	Bez mehaničkog kompresora. Koristi vanjski izvor topline	Visoka. Raspoloživa toplina služi hlađenju u klimatizaciji	Srednja. Veća nego za konvenc. dizalicu topline, ali koristi otpadnu toplinu	Visoka. Malo pokretnih dijelova	Lako	Srednja do visoka	++++
Gorivne čelije	Elektrokemijska pretvorba goriva u el. energiju i toplinu	Visoka. Kao kod kogeneracije	Visoka. Mali izbor komercijalnih uređaja. Skupi uređaji.	Srednja. Vijek trajanja još nepoznat iako se očekuje pouzdanost	Srednja. Malo pokretnih dijelova. Čelija ima ograničenu trajnost	Srednja. Ovisi o gorivu i iskoristenju otpadne topline.	++
Površinske vode	Voda iz jezera i mora za hlađenje	Niska. Malo zgrada blizu odgovarajućeg izvora	Niska do srednja. Ovisno o potrebnoj duljini cijevovoda	Srednja do visoka. Potrebno filtriranje.	Lako	Srednja. Ovisno o snazi pumpe.	++++
Izravno korištenje topline okoline	Geotermalna energija, voda iz jezera i mora za hlađenje, toplina plitkih slojeva tla	Niska. Malo zgrada blizu odgovarajućih izvora	Niska do srednja kod zahvata vode i geotermalne energije, visoka kod plitkih slojeva tla	Srednja do visoka. Potrebno filtriranje.	Lako	Srednja do visoka, ovisno o dodatnoj opremi.	++++

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

## **D. ALTERNATIVNI SUSTAVI ZA OPSKRBU ENERGIJOM**

### 1. Biomasa

Biomasa je nefosilizirana organska tvar (biljnog i životinjskog porijekla) iz koje se, na različite načine, može dobiti obnovljiva energija u svim svojim korisnim oblicima (toplinska, kemijska i mehanička). Najjednostavniji način dobivanja energije iz biomase je izravnim izgaranjem drva u neobrađenom ili obrađenom obliku.

Druge mogućnosti su neizravne:

- Proizvodnja bioplina rasplinjavanjem drveta ili anaerobnim vrenjem biljnog materijala
- Proizvodnja biogoriva (bioetanol ili biodiesel)

Utjecaj na okoliš primjene biomase s obzirom na emisije CO<sub>2</sub> je neutralan (gledano na dulji rok, sav CO<sub>2</sub> emitiran uporabom biomase ne može biti veći od količine CO<sub>2</sub> koju je pri nastanku biomasa uzela iz okoliša) i manjom upotrebom energije za uzgoj od dobivene energije biomase (pozitivna neto energetska bilanca).

Biomasa za energetske potrebe se najčešće smatra šumska biomasa (ogrjevno drvo, drvni ostatak pri komercijalnom iskorištavanju šuma ili redovitom održavanju šuma, brzorastuće nasade); poljoprivredna biomasa (energetski usjevi, žetveni ostatak, stajski gnoj, poljoprivredne proizvode ili dijelove istih koji nisu prikladni za prehranu ljudi) i organski dio otpada iz komunalnog otpada, otpada prerađivačke industrije (drvna, prehrambena, tekstila, kožarska, papira...), otpada iz ugostiteljstva i pročišćavanja otpadnih voda i kanalizacije.

Kod primjene biomase u zgradarstvu potrebno je razdvojiti:

- 1) oblike biomase koji se mogu transportirati od mjesta nastanka do mjesta pretvaranja u korisni oblik energije (nosioci energije biomase)
- 2) oblike biomase koji se redovito pretvaraju što bliže mjestu nastanka u nosioca ili korisni

oblik energije za koje je potreban poseban sustav (toplovod, elektroenergetska mreža, plinovod) transporta do korisnika (energetski objekti biomase)

Nosioci energije biomase su obično razni oblici drvene biomase (ogrjevno drvo, briketi, peleti, drvena sječka, blanjevina, piljevina...) i biogoriva (biodizel, bioetanol, biometan). Najšira primjena energije biomase u zgradarstvu se odnosi na dobivanje toplinske energije iz različitih oblika krute biomase za grijanje prostora, pripremu tople vode i/ili kuhanje.

Biogoriva suprvrstveno namijenjena potrebama prometa, a u zgradarstvu se može primijeniti biodizel kao zamjensko gorivo kotlova na lož ulje.

Najveći dio krute biomase predstavlja drvo u različitim oblicima: ogrjevno drvo, drveni ostatak nastao prilikom održavanja i komercijalnog iskorištavanja šuma, drveni ostatak kod održavanja voćnjaka, vinograda i maslinika, parkova i zelenih površina, drveni ostatak iz drvnoprerađivačke industrije (blanjevina, piljevina, kora, otpilci, okrajci), drvena masa nakon čišćenja vodotokova i prometnica (bez zemlje i korijenja).

Kruta biomasa ima različite parametre koji ovise o vrsti sirovine, količini vlage, ogrjevnoj površini te udjelu pepela.

Zato se drvnom biomasom trguje u volumnim (puni kubik, prostorni metar, rasuti metar), a ne masenim jedinicama, odnosno za projektiranje korištenja je potrebno znati njihovu gustoću.

Prosječni volumni odnosi različitih vrsta drvene biomase (u m<sup>3</sup>)

Jedinica mjere	Primjer krute biomase	Puni kubik Prostorni metar	Rasuti metar	
Puni kubik	Prostorno drvo	1	1,43	2,43
Prostorni metar	Cjepanice, metrice, briketi	0,7	1	1,7
Rasuti metar	Blanjevina, piljevina, peleti	0,41	0,59	1

Iako se nosioci energije mogu prodavati na tržištu u različitim oblicima, dostupnost i opravdanost korištenja pojedinog oblika biomase će ovisiti o stadiju razvitka tog segmenta tržišta (globalno tržište) ili blizini njezina izvora (lokalno tržište) pri čemu valja imati na umu da korištenje lokalne biomase uključuje aktivaciju lokalnog gospodarstva (poljoprivreda, šumarstvo, drvnoprerađivačka industrija).

Prilikom planiranja sustava za korištenje krute biomase, raspoloživa biomasa određuje odabir ložišta, a potražnja za grijanjem prostora i potražnja za grijanjem tople vode određuju daljnje smjernice za dimenzioniranje spremnika za toplu vodu, izmjenjivača topline, dimnjaka, skladišta i načina punjenja ložišta (ručno ili automatski). Kod korištenja energije biomase za grijanje prostora i pripremu tople vode često se kombiniraju solarni termalni sustavi za zagrijavanje vode van sezone grijanja.

a. Izravno loženje biomasom

Biomasa se toplina generira u uređajima od najjednostavnijih peći za grijanje prostorija i kuhanje, toplovodnih i vrelovodnih kotlova raznih veličina do velikih, potpuno automatiziranih



kotlova za blokovsko ili daljinsko grijanje velikog kapaciteta. Pri tome jedinice s fluidizacijskim ložištem premašuju učinke od 10 MW. Karakteristike kotla i pratećih uređaja, napose skladišta goriva, bitno ovise o vrsti biomase. Na tržištu postoje i peći s ložištima prilagođenim za sagorijevanje različitih krutih goriva.

Kotlovi loženi biomasom su znatno tromiji u ponašanju od npr. onih loženih plinom. Stoga nisu podesni za nagle promjene opterećenja, iako se regulacijom učinak može sniziti do 30% nazivne snage. U sustavu stoga treba predvidjeti akumulacijski spremnik za polaznu vodu dovoljnog kapaciteta za kompenzaciju oscilacija opterećenja.

Navedene poteškoće moguće je izbjeći pokrivanjem samo baznog opterećenja kotlom na biomasu, a za vršno opterećenje predvidjeti konvencionalni (npr. plinski) kotao. Takav je pristup povoljan i u slučaju sezonske varijacije opterećenja, ali donosi složenu regulaciju dvaju sustava sasvim različitih pogonskih svojstava.

#### b. Rasplinjavanje

Rasplinjavanje je postupak dobivanja gorivog plina u generatorima plina (generatorski plin) nepotpunim izgaranjem drva uz nedovoljni dovod zraka. Sastav plina ovisi o korištenom gorivu, načinu vođenja procesa (temperatura i oksidant). O sastavu ovisi ogrjevna moć plina. Plin dobiven rasplinjavanjem može se koristiti na mjestu nastanka u posebnim toplovodnim kotlovima s ložištima koja se sastoje od generatora plina i komore izgaranja u neposrednom susjedstvu.

Drugi je način korištenja plina u udaljenim potrošačima, pri čemu dolaze do izražaja sve prednosti plina kao goriva. Tipičan primjer je pogon plinskog motora u kogeneracijskom postrojenju. Poteškoće koje se javljaju pri rasplinjavanju svode se na osjetljivost regulacije na poremećaje u privodu goriva i oscilacije njegove kakvoće. Sam plin sadrži leteći pepeo i razne pare nastale isplinjavanjem. Njih je potrebno izdvojiti (taloženjem i kondenzacijom) prije uporabe plina jer mogu izazvati ozbiljne poteškoće u pogonu, naročito motora i turbina.

#### c. Anaerobno vrenje

Anaerobno vrenje (ili anaerobna digestija) je postupak dobivanja bioplina iz organskog dijela biomase bez prisustva zraka. Pri složenom biokemijskom procesu truljenja oslobađa su bioplin koji se sastoji od metana ( $\text{CH}_4$ ) i ugljik dioksida ( $\text{CO}_2$ ) čiji je udio obrnuto proporcionalan. Uspješni procesi generiraju bioplin s udjelom od 60% metana koji predstavlja ogrjevnu vrijednost dobivenog bioplina. Vrenje se odvija u velikim bazenima gdje se biomasa i otpad podvrgavaju djelovanju mikroorganizama koji nizom anaerobnih pretvorbi degradiraju velike organske molekule ugljikovodika te masti i proteina do neprobavljivih ostataka, dok je produkt takve fermentacije gorivi plin i digestat – kruti i tekući ostatak vrenja kojeg je moguće koristiti u poljoprivredi kao organsko gnojivo.

Iako se temelje na principu anaerobnog vrenja, tehnologije za dobivanje bioplina se razlikuju s obzirom na vrstu supstrata tako da razlikujemo biopliniska postrojenja na sirovinu iz poljoprivrede, deponijski plin, otpadni mulj iz pročišćavanja otpadnih voda, namirnice isteklog roka trajanja i organsku frakciju komunalnog otpada

#### d. Skladištenje biomase

Obzirom na relativno nisku energetska vrijednost biomase i manju gustoću u usporedbi s konvencionalnim fosilnim gorivima, ona zahtijeva spremišta, koja su veličinom primjerena intenzitetu potrošnje i kapacitetu potrošača. Spremišta biomase su obično zidane prostorije ili silosi. U njima je potrebno osigurati ventilaciju koja održava ili čak smanjuje vlagu te sprječava kompostiranje i razvoj plijesni i mikroorganizama koji mogu biti opasni po zdravlje. Kompostiranje

se izbjegava i ograničenjem visine nasipa (max. 10 m). Velika spremišta biomase zahtijevaju i redovito prevrtanje. Ukoliko ona dolazi mokra, potrebno je predvidjeti i drenažu dna skladišta. Potrebno je također osigurati odgovarajući pristup skladištu primjeren načinu dovoza i unutarnjeg transporta.

Ovisno o svojstvima i sastavu biomase (trupci, cjepanice, sječka, pelete i sl.) transport se obavlja transporterima razne vrste, što uključuje viljuškare, vijčane transportere, konvejere, pneumatski transport itd.

### Rekapitulacija svojstava biomase:

#### Prednosti:

- Korištenje obnovljivog izvora energije
- Mogućnost kontinuirane proizvodnje energije, što nije slučaj kod sunčeve energije i energije vjetra
- Biomasa je ekonomična alternativa fosilnim gorivima
- Zrela tehnologija

#### Nedostaci (u usporedbi s konvencionalnim sustavima):

- Niži sadržaj energije u usporedbi s fosilnim gorivima
- Energetski sustavi s biomasom mogu imati specifične uvjete gradnje, održavanja i upravljanja obzirom na dobavu, transport i skladištenje sirovine
- Dobava biomase je zahtjevnija od dobave plinovitih i kapljevutih goriva
- Raspoloživost biomase može varirati pa je potrebno analizirati mogućnosti korištenja raznih vrsta.

### ZAKLJUČAK:

**Za predmetnu zgradu ne postoje uvjeti za smještaj veće količine sirovine, te prostor za uređaje.**

### 2. Sunčani sustavi za grijanje i PTV

Sustavi za grijanje vode Sunčevom energijom uobičajeno se koriste za pripremu sanitarne tople vode, a samo ponekad kao dodatno grijanje vode za grijanje prostorija. Također, obzirom na način strujanja radnog fluida, sunčani sustavi se mogu podijeliti na sustave s prisilnom i prirodnom cirkulacijom. Osnovni dijelovi sunčanog toplovodnog sustava su kolektori, akumulacijski spremnik te pumpa i regulacija kod sustava s prisilnom cirkulacijom. Radni fluid tj. nosioc topline preuzima apsorbirano sunčevo zračenje u kolektoru i predaje ga vodi u akumulacijskom spremniku preko izmjenjivača topline koji se sastoji od cijevi savijenih u spiralu radi bolje izmjene topline i zauzimanja manjeg prostora. Kod većih sustava koriste se izmjenjivači smješteni unutar (spiralni) ili izvan spremnika (pločasti). U periodima nedovoljne insolacije ili povećane potrošnje u većini sunčanih sustava voda se dogrijava preko dodatnog izmjenjivača topline kroz koji struji topla voda iz kotla na lož ulje, plin, el. energiju ili biomasu. U ljetnim mjesecima je za dogrijevanje uputno koristiti električni grijač ugrađen direktno u spremnik (koji služi i kao zaštita od smrzavanja zimi), obzirom da sustav centralnog grijanja ne radi, tako da zagrijavanje cijelog kotla i vode u sustavu nije ekonomično. Sunčevi kolektori se najčešće montiraju na krovove kuća, terase ili u vrtove, te ih se kad god je to moguće usmjerava u pravcu juga uz odstupanje do  $\pm 30^\circ$ . Spremnik ne smije biti previše udaljen od kolektora koji ga zagrijava kako bi se što je više moguće smanjili toplinski gubici u spojnim cjevovodima.

Različitim se konstrukcijskim rješenjima nastoji osigurati što veća temperaturna

stratifikacija po visini spremnika, kako bi se što više povećala količina topline koju nosilac topline može predati na izmjenjivaču u donjem dijelu spremnika te snizila izlazna temperatura nosioca topline (manji toplinski gubici u kolektoru), a istovremeno postigla u najkraćem vremenu što viša temperatura vode koja se odvodi iz spremnika. S tim se ciljem u veći spremnik obično ugrađuje i jedan manji za potrošnu toplu vodu ili pak dodatni izmjenjivač. Na taj se način sprječava miješanje hladne potrošne vode sa zagrijanom vodom iz cijelog spremnika i posljedično narušavanje temperaturne stratifikacije u spremniku.

Sustavi namijenjeni zagrijavanju većih količina PTV-a u ljetnim mjesecima (u npr. turističkim apartmanima) obično se sastoje od jednog primarnog dvostrukog spremnika i jednog pomoćnog koji se zasebno griju. Kada temperatura u primarnom spremniku dostigne željenu vrijednost (obično 50°C) tada automatika preko troputnog ventila usmjerava nosilac topline na izmjenjivač pomoćnog spremnika. U takvom sustavu je zagrijavanje vode brže, a učinkovitost veća u odnosu na sustav s jednim spremnikom jednake ukupne zapremine. Tijekom perioda niže insolacije (npr. zimi) radi samo dio sustava s primarnim dvostrukim spremnikom.

Nasuprot sustavima s prisilnom cirkulacijom treba spomenuti i sustave s prirodnom cirkulacijom kod kojih nosilac topline cirkulira uslijed razlike gustoće dijela fluida u spremniku i kolektoru. Prednost im je što nije potrebno ugraditi niti regulaciju niti pumpu, no imaju nižu efikasnost zbog manjih protoka u kolektoru i većih toplinskih gubitaka ukoliko je spremnik 86 montiran izvan objekta. Stoga su takvi sustavi prikladni za pripremu PTV-a u manjim objektima u ljetnim mjesecima.

#### Grijanje prostora

Konstruktivskim rješenjima poput dvostrukog spremnika ili zasebnog izmjenjivača se osigurava nužna odvojenost kruga potrošne tople vode od kruga grijanja, a koje se obično izvodi kao podno ili zidno (može i kao radijatorsko). Obzirom na velike razlike u insolaciji između ljetnih i zimskih mjeseci (oko 5 puta) kod takvih se sustava javljaju problemi viška prikupljene energije u ljetnim mjesecima, koja se onda može koristiti primjerice za zagrijavanje bazena, apsorpcijsko hlađenje prostora ili pak za pokrivanje znatno većih potreba za PTV-om u ljetnim mjesecima, kao što je to slučaj s apartmanima u obiteljskim kućama i hotelima tijekom ljetne sezone.

#### Vrste sunčanih kolektora

Sunčani kolektori se mogu podijeliti na pločaste, vakuumske i neostakljene apsorbere. Na našem su tržištu najviše zastupljeni pločasti kolektori uz manji broj vakuumskih.

#### Pločasti kolektori

se sastoje od tanke (0,3-0,5 mm) metalne apsorberske ploče prosječnih dimenzija (0,8-1)×(1,9-2) m na koju su pričvršćene cijevi kroz koje teče nosilac topline. Sunčevo se zračenje apsorpira u tankom premazu apsorberske ploče (apsorpcija 90-95%). Apsorbirana se toplota potom provodi kroz materijal ploče i cijevi do nosioca topline. Apsorber s cijevima je smješten u izolirano (min. vuna, stiropor, spužva) kućište (metalno ili plastično) i pokriven specijalnim staklom visoke propusnosti (90%) radi smanjenja toplinskih gubitaka od zagrijane apsorberske ploče na okoliš te zaštite od vremenskih utjecaja.

Vakuumske kolektori se sastoje od određenog broja staklenih vakuumiranih cijevi (6-10) u kojima se nalaze metalne (bakrene) cijevi kroz koje protječe nosilac topline (voda, propilen glikol/voda, alkohol, freon i dr.) preuzimajući toplinu od apsorbera koji može biti u obliku ravne trake ili trake obavijene oko same unutrašnje cijevi. Iz staklenih cijevi je izvučen zrak kako bi se smanjili toplinski gubici s apsorbera na okolišni zrak, što povoljno utječe na krivulju efikasnosti vakuumskih kolektora koja je manje strma nego kod pločastih. To znači da u odnosu na pločaste vakuumski kolektori postižu bolju učinkovitost u zimskim mjesecima a u ljetnim omogućuju postizanje većih temperatura. Njihov glavni nedostatak u odnosu na pločaste kolektore je znatno viša cijena koja ne prati povećanje učinkovitosti te gubitak vakuuma tijekom nekoliko godina korištenja a time

i pad učinkovitosti. Također omjer ukupne površine (projicirane površine koju cijeli sklop cijevi zauzima npr. na krovu, a na koju se svodi cijena i efikasnost kolektora) i stvarne/efektivne površine apsorbera je nepovoljniji u odnosu na pločaste kolektore.

Posebnu grupu neostakljenih kolektora čine tzv. apsorberi. Napravljeni su od UV otporne gume ili plastike, a zbog velikih toplinskih gubitaka su prikladni samo za niskotemperaturne aplikacije (24 - 32) °C poput plivačkih bazena. Nasuprot niskoj učinkovitosti i propadnja materijala uslijed direktne izloženosti vremenskim uvjetima i UV zračenju, odlikuju ih niska cijena i jednostavnost ugradnje.

Učinkovitost kolektora je definirana omjerom korisne topline prikupljene kolektorom i intenziteta upadnog sunčevog zračenja na plohu apsorbera kolektora. Na učinkovitost kolektora ponajviše utječu svojstva premaza apsorbera te kvaliteta pričvršćivanja cijevi za apsorbersku ploču (tj. veličina toplinskog otpora provođenju topline prema nosiocu topline u cijevima). Na ovo posljednje treba obratiti pozornost jer mnogi proizvođači u tehničkoj dokumentaciji uz kolektore navode samo karakteristike premaza (apsorpcija 90-95%) i stakla (propusnost 90%) koji su danas manje više standardni. Stoga je pri nabavci kolektora uputno zatražiti i krivulju učinkovitosti rada kolektora koja omogućuje određivanje učinkovitosti kolektora (time i njegovog toplinskog učina) pri proizvoljnim radnim i vremenskim uvjetima (insolaciji, temperaturi zraka i nosioca topline) te usporedbu toplinskih karakteristika raznih modela kolektora. Najbolje karakteristike imaju spojevi ostvareni laserskim zavarivanjem cijevi za ravnu ploču te specijalnim postupcima točkastog lemljenja. Kako se vidi iz dijagrama učinkovitost kolektora pada sa smanjenjem insolacije i temperature zraka, te s povećanjem srednje temperature nosioca topline. Stoga je poželjno osigurati da temperatura u kolektoru ne bude previsoka obzirom na željenu temperaturu vode u spremniku (50°C). Pri tome važnu ulogu ima temperaturna stratifikacija u spremniku, učinkovitost izmjenjivača kolektorskog kruga u spremniku kao i pravilan odabir protoka nosioca topline (tj. pumpe i promjera cjevovoda) te način spajanja i broj kolektora u spoju. 89

## Dimenzioniranje

Kod sunčanih sustava namijenjenih isključivo pripremi PTV odabir broja kolektora i njihovog nagiba te veličine spremnika ponajviše ovisi dnevnoj potrošnji vode u pojedinom dijelu godine, klimatskom području (kontinentalni ili primorski dio), te orijentaciji kolektora u odnosu na strane svijeta. Tipične vrijednosti za obitelj sa 4-5 članova su 5-6 m<sup>2</sup> kolektora u kontinentalnom dijelu i 4 m<sup>2</sup> u primorskom dijelu uz spremnik zapremine 200-300 Lit. Tada je kroz cijelu godinu moguće prikupiti oko 600 kWh/m<sup>2</sup> toplinske energije u kontinentalnom dijelu i oko 1000 kWh/m<sup>2</sup> u primorskom dijelu naše zemlje. Ti se podaci odnose na visokoučinkovite pločaste kolektore (npr. Tinox apsorber) instalirane pod kutem 45° i usmjerene prema jugu, uz pokrivanje svih potreba za energijom u ljetnim mjesecima, te najkraći period povrata investicije (omjer investicije i godišnje uštede na pojedinom energentu) koji u odnosu na grijanje vode plinom iznosi 24 godina u kontinentalnom dijelu i 16 godina u primorskom dijelu, te u odnosu na električno grijanje 8,5 odnosno 5,5 godine. Dakako, kod većih sustava periodi povrata investicije su znatno niži jer u investiciju za sunčani dio sustava ne ulazi cijeli spremnik nego samo povećanje cijene u odnosu na spremnik koji bi se instalirao za klasično grijanje kotlom. Obzirom na vrlo niske vrijednosti insolacije tijekom hladnije polovice godine u našim krajevima, te posebice niske temperature u kontinentalnom dijelu koje dodatno snižavaju učinkovitost kolektora (oko 35% zimi dok u ljeti >55%), uporaba sunčanih sustava za grijanje prostora zahtijeva stručni odabir i dimenzioniranje sustava uz dobru procjenu stvarnih potreba za energijom kako bi tehničko rješenje sustava bilo ekonomski prihvatljivo.

## Rekapitulacija:

#### Prednosti:

- Besplatan izvor toplinske energije
- Niska cijena kolektora u usporedbi s fotonaponskim
- Relativno jednostavna instalacija, regulacija i održavanje

#### Nedostaci:

- Nedostupnost za vrijeme naoblake i noću.
- Slaba izdašnost zimi
- Potreba za akumulacijom topline

#### **ZAKLJUČAK:**

**Za predmetnu zgradu postoje uvjeti izvedbu istih. Za potrošnju tople vode povrat uloženog je za cca 10g, dok se za grijanje ne preporučuje zbog dugotrajnog zimskog preriada bez sunca.**

### 3. Fotonaponski sustavi

Fotonaponski sustav je sustav za generiranje električne energije iz Sunčevog zračenja pomoću fotoelektričnog efekta, transformiranje oblika napona iz istosmjernog u izmjenični, plasiranja energije u električnu mrežu, te eventualne pohrane energije u akumulatorima. Fotonaponski moduli sastoje se od međusobno spojenih sunčanih (solarnih) ćelija u kojima se, prilikom obasjavanja Sunčevim zračenjem generira istosmjerni napon pomoću fotoelektričnog efekta. Sunčane ćelije proizvode se u tehnologijama monokristaličnog, multikristaličnog ili trakastog kristaličnog silicija, te u tehnologiji tankog filma. Ovisno o tehnologiji, učinkovitost pretvorbe Sunčeve energije u električnu kreće se od 4% za tehnologiju amornog silicija do 16% za tehnologije monokristaličnog silicija. Tipičan odnos snage i površine fotonaponskih modula kreće se između 110 i 140 W/m<sup>2</sup> dok je za transparentne fotonaponske module taj odnos manji i iznosi oko 50 W/m<sup>2</sup>. Serijskim i paralelnim spajanjem fotonaponskih modula ostvaruje se fotonaponsko polje željene snage, izlaznog napona i struje.

Autonomni fotonaponski sustavi (otočni sustav) su sustavi koji nisu spojeni na električnu distributivnu mrežu, te zbog toga moraju imati i element za pohranu energije - akumulator.

Prilikom projektiranja ovakvih sustava, u obzir treba uzeti očekivanu dnevnu proizvodnju po godišnjim periodima, očekivani režim rada (cjelogodišnje, sezonski) i učestalost korištenja 91 sustava (svakodnevno, vikend), broj trošila, prosječno vrijeme korištenja i potrošnju i željenu autonomiju sustava.

Kod umreženih fotonaponskih sustava, energija proizvedena u fotonaponskim modulima isporučuje se u javnu električnu mrežu, najčešće po poticajnoj cijena koja je znatno viša od tarifne cijene. Umreženi fotonaponski sustav sastoji se od fotonaponskih modula, DC/AC pretvarača i brojila predane energije.

Toplinski sunčani sustavi u primjeni često imaju prednost pred fotonaponskim sustavima zbog većeg korisnog stupnja djelovanja i manje cijene. Ugradnju fotonaponskih sustava treba razmotriti u prvom redu, ali ne i isključivo, u zemljopisnim područjima sa srednjom godišnjom ukupnom ozračenosti vodoravne plohe većom od 1 MWh/m<sup>2</sup>, u zgradama bez centraliziranog toplinskog sustava (tj. u zgradama u kojima nije moguće koristiti solarne kolektore) i u zgrada koje ispunjavaju tehničke uvjete za razmatranje uporabe solarnih kolektora (orijentacija krova prema jugu, nagib krova, itd.). Potencijalna mjesta za ugradnju su krovovi i fasade zgrada gdje ne postoji mogućnost od zasjenjivanja fotonaponskih modula od nekog drugog objekta (stabala, susjednog objekta itd.). Ovisno o režimu uporabe sustava (cjelogodišnja uporaba, sezonska uporaba) potrebno je odrediti optimalni kut nagiba na horizontalnu plohu. Optimalni mjesečni, sezonski i godišnji kutovi nagiba sunčanih sustava za pojedino područje Republike Hrvatske, kao i podaci o srednjim

godišnjim i mjesečnim ozračenostima vodoravne plohe dani su u Priručniku za energetska korištenje Sunčevog zračenja – „Sunčevo zračenje na području Republike Hrvatske“. Optimalni godišnji kutovi na području Republike Hrvatske kreću se između 25° i 30°, dok se sezonski optimalni kutovi kreću od 50° do 55° za zimsku sezonu (listopad – ožujak), odnosno 10° do 15° za ljetnu sezonu (travanj – rujan). U slučaju ugradnje fotonaponskog modula orijentiranog prema jugu i pod optimalnim kutom, može se očekivati godišnje generiranje između 1 MWh i 1,4 MWh električne energije za ugrađeni 1 kW sustava, dok u slučaju ugradnje modula u okomitom položaju (kod ugradnje u fasadu) između 0,65 MWh i 0,85 MWh električne energije za ugrađeni 1 kW sustava.

U slučaju ugrađivanja fotonaponskih modula u kosi krov, postavljaju se sljedeći uvjeti na potencijalno mjesto ugradnje:

- orijentacija dijela krova na koji se ugrađuju moduli prema jugu, uz dozvoljeno odstupanje od  $\pm 15^\circ$ ,
- nagib krova približno jednak optimalnom kutu nagiba fotonaponskih sustava za određeno geografsko područje i režim uporabe (cjelogodišnja, ljetna sezona, zimska sezona),
- osigurano nezasjenjivanje od okolnih objekata.

U slučaju ugradnje fotonaponskih sustava na ravni krov zgrade, moguće je namještanje orijentacije i nagiba modula bez obzira na orijentaciju zgrade. U tom slučaju, module je potrebno orijentirati prema jugu, te namjestiti nagib modula u ovisnosti o optimalnom kutu za željeni režim rada. Također je potrebno odabrati položaj bez zasjenjivanja od okolnih objekata. Kod ugradnje fotonaponskih modula u fasadu, potrebno je razmotriti sljedeće mogućnosti:

- ugradnja fotonaponskih modula na fasadu,
- ugradnja transparentnih fotonaponskih modula s kojima se ostvaruje tražena svjetlopropusnost,
- ugradnja fotonaponskih modula u brisoleje.

Zbog okomitog postavljanja modula, očekivana proizvodnja električne energije je manja nego kod sustava postavljenih pod optimalnim kutom. Također, radi dnevnog hoda visine Sunca, očekivana godišnja energija je ravnomjerno raspoređena tijekom mjeseci. Kod ugradnje postavljaju se sljedeći uvjeti:

- orijentacija dijela fasade na koji se ugrađuju moduli prema jugu, uz dozvoljeno odstupanje od  $\pm 45^\circ$ ,
- osigurano nezasjenjenje od okolnih objekata,
- osigurana svjetlopropusnost (kod transparentnih fotonaponskih modula).

Za svaki slučaj ugradnje, treba razmotriti:

- priključak na elektroenergetsku mrežu,
- očekivanu godišnju i mjesečnu generiranu energiju,
- vrijeme povrata investicije uz poticajnu cijenu za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora.

Preduvjeti za primjenu fotonaponskih sustava su velika srednja godišnja ukupna dnevna ozračenost ( $> 1 \text{ MWh/m}^2$ , iako nije nužan uvjet), orijentacija objekta prema jugu i nezasjenjenje od okolnih objekata.

## **Rekapitulacija svojstava fotonaponskih sustava**

### Prednosti:

- Izravna pretvorba Sunčeve energije u električnu,
- Nepostojanje pokretnih dijelova i bešuman rad,

- Minimalno održavanje,
- Raznolika mogućnost smještaja i ugradnje u građevinske elemente,
- Dugi životni vijek fotonaponskih modula (garancija oko 20 godina, ovisno o proizvođaču) te mogućnost reciklaže

#### Nedostaci:

- Potrebni dodatni uređaji (DC/AC pretvarač) koji poskupljuju cijenu instalacije i smanjuju pouzdanost
- Za stalni pogon potrebna akumulacija električne energije u svrhu premoštenja razdoblja bez osunčanja
- Slaba energetska učinkovitost
- Visoka cijena po jedinici snage
- Za održavanje pomoćnih uređaja potrebni specijalisti

### ZAKLJUČAK:

**Za predmetnu zgradu koja ne postoje uvjeti za smještaj i akumulaciju el. energije.**

#### 4. Energija vjetra

Suvremeno korištenje energije vjetra služi proizvodnji električne energije pomoću vjetroelektrana. Većinom se postavljaju u otvorenim prirodnim okolišima, a moguća je i njihova montaža na krovu zgrade ili u samu strukturu građevine. Agregat vjetroelektrane čini vjetroturbina i pripadni električni generator koji su većinom u zajedničkom kućištu na zajedničkom vratilu. Dva su temeljna tipa vjetroatregata: s horizontalnim vratilom i s vertikalnim vratilom. Vjetroatregati s horizontalnim vratilom su uobičajeni. Grade se u rasponu snaga od nekoliko vata do nekoliko megavata te su obično postavljeni na vrh stupa potrebne visine. Rotor vjetroturbine je obično s tri lopatice i okrenut u vjetar. Manji uređaji se usmjeravaju pomoću vjetrulje, a veći servomotorima pomoću senzora.

Vjetroatregati s vertikalnim vratilom ne zahtijevaju veliku visinu stupa za montažu jer je turbinsko kolo (manjeg promjera) položeno u horizontalnoj ravnini. Ne zahtijevaju usmjeravanje, ali su slabije učinkovitosti i ne mogu startati bez pomoćne energije.

Učinak vjetroelektrane ovisi o nekoliko faktora:

- Snaga koja se može dobiti od energije vjetra razmjerna je trećoj potenciji brzine vjetra
- Brzina vjetra se povećava s visinom. Podizanjem vjetroturbine na dvostruku visinupovećava se brzina vjetra za oko 10%, a time i snaga za više od 30%.
- Snaga turbine je razmjerna kvadratu promjera rotora turbine.

Minimalna brzina vjetra koja omogućava racionalan rad vjetroelektrane je oko 5 m/s a maksimalnu snagu turbina postiže obično kod brzina između 10 i 16 m/s. Pri većim brzinama se regulacijskim zahvatima snaga održava na konstantnoj vrijednosti kako ne bi došlo do preopterećenja turbine i generatora, a kod određene maksimalne dopuštene brzine vjetra turbina se zaustavlja u svrhu zaštite od oštećenja.

Osnove primjene energije vjetra u urbanim zonama

Predviđanje potencijala energije vjetra i njenog doprinosa pri zadovoljenju energetske potreba u urbanom okolišu korištenjem malih vjetroatregata montiranih na krovove zgrada danas je dio planiranja primjene obnovljivih izvora energije i energetske učinkovitosti u zgradarstvu.

Važni utjecajni parametri takvog planiranja su:

- Oblik krova zgrade na koju se montira mali vjetroagregat (ravni, kosi s različitim nagibom)
- Raspored zgrada u uličnom rasteru
- Oblik terena (zgrade na ravnom ili terenu s određenim nagibom).

Idealna lokacija za instalaciju urbanih vjetroagregata trebala bi biti pozicionirana u području gdje je srednja godišnja brzina vjeta velika, s ravnom ulicom paralelnom s dominantnim smjerom vjeta i dugim nizom zgrada uz vjetar.

Međutim, danas je vrlo malo naputaka o očekivanoj proizvodnji malih vjetroagregata montiranih na krovove urbanog okoliša koji bi dali instalaterima i potrošačima informaciju o njihovom optimalnom pozicioniranju. Kako je nužno izbjeći nerealno dugačko vrijeme povrata investicije zbog niskog faktora opterećenja, izbor lokacije za instalaciju malih vjetroagregata potrebno je pažljivo provesti. Utjecaj oblika zgrade, položaja objekata oko planirane lokacije i stupanj nagiba terena imaju ključnu ulogu za optimizaciju mjesta za postavljanje agregata, procjenu potencijala energije vjeta i proizvodnju električne energije kao i osnovne proračune isplativosti investicije. Za bilo koju lokaciju na kojoj se planira iskorištavanje energije vjeta najvažniji podatak je srednja godišnja brzina vjeta. Ovo je osnovi problem za urbane lokacije jer je poznato kako ih karakteriziraju male brzine vjeta. Urbani vjetar je uz to i vrlo turbulentan, što povećava rizike od kvara i zamora materijala čime se još više povećavaju nesigurnosti procjene proizvodnje ovakvih postrojenja. Svaka realna zgrada se razlikuje, a vertikalni profil vjeta je i funkcija geometrije objekta na kojem se nalazi mali vjetroagregat. Na poremećaje toka strujanja svakako utječu blizina vegetacije, položaj prozora, ograda pa čak i promet u blizini što je ponekad potrebno uzeti u obzir pri planiranju ovakvih malih postrojenja. Obično su ovi utjecaji prekompleksni za računalno modeliranje pa se primjenjuju razna pojednostavljenja.

Unatoč nabrojanim otegotnim okolnostima korištenja, postoji potencijalno veliko tržište za razvoj i primjenu energije vjeta u urbanim zonama. Tipičan vjetroagregat koji se danas primjenjuje montiran je na stup visine 3 m, ima promjer rotora vjetroturbine 1-2 m, nazivnu snagu od 0.5 do 2.5 kW, a cijena se kreće oko 20-ak tisuća kuna zajedno s montažom. Prvi korak pri vrjednovanju neke lokacije za instalaciju vjetroagregata je identifikacija lokalne brzine vjeta. Obično male vjetroturbine ne opravdavaju troškove uložene u konvencionalne mjerne kampanje namijenjene ispitivanju vjetropotencijala. Za ove svrhe preferira se koristiti postojeće podatke iz Atlasa vjeta (nije izrađen za Hrvatsku), ako su dostupni ili podatke s meteoroloških postaja. Atlas vjeta obično ima rezoluciju podataka svakih 1 ili 2 km<sup>2</sup> i ne daje direktnu informaciju pa je najbolje koristiti i podatke s lokalne meteorološke postaje, ako postoji dobra korelacija. Pri korištenju podataka iz Atlasa vjeta treba uzeti u obzir neke pretpostavke koje su u urbanim područjima drugačije, poput hrapavosti površine. Velika srednja godišnja brzina vjeta, kao najvažniji čimbenik nije sama dostatna za karakterizaciju urbane lokacije vjetroagregata dobrom. Prije svega zbog gotovo stohastičkog vertikalnog profila vjeta u urbanim područjima kao i brojnih lokalno specifičnih utjecaja poput relativnog smjera vjeta, tipa objekta i njegove orijentacije, postoji velika nesigurnost održivosti malih vjetroagregata u urbanim područjima. Bolji rezultati proizvodnje električne energije mogu se očekivati u ruralnim područjima i u primjenama na visokim zgradama. Svaka lokacija u urbanom okolišu zahtijeva poseban pristup i pažljivo planiranje mjesta instalacije malih vjetroagregata.

## **Rekapitulacija svojstava korištenja energije vjeta**

### Prednosti:

- Omogućuje proizvodnju električne energije na mjestu potrebe
- Može raditi u spoju na električnu distributivnu mrežu
- Mogu se postavljati u otvorenom prostoru, na zgrade i ugrađivati u strukturu građevine



### Nedostaci:

- Najbolji učinci se postižu izvan gradskih naselja
- Prosječni učinak je obično znatno niži od nazivne snage
- Osjetljivost na nagle promjene intenziteta vjetra; moguća oštećenja
- Buka, vizualni utjecaj i vibracije kod relativno velikih vjetroagregata u odnosu na veličinu zgrade
- Pristup u svrhu održavanja i zamjene pokvarenih dijelova može biti problematičan što je projektom i adekvatnim smještajem vjetroagregata kod novih zgrada moguće izbjeći
- Inicijalni troškovi su visoki obzirom na isporuku električne energije – uvijek su veće jedinice jeftinije i učinkovitije. Razvoj tehnologije danas spušta cijenu na razinu koja je tržišno kompetitivna, a očekuje se i njezino smanjivanje s razvojem primjene i povećanjem učinkovitosti.

### **ZAKLJUČAK:**

**Za predmetnu zgradu postoje uvjeti, no previsoka je cijena ulaganje za potrebe zgrade.**

### 5. Kogeneracija

Kogeneracija je istodobna proizvodnja električne i toplinske energije iz zajedničkog izvora napajanja. Kogeneracijski agregat se sastoji od pogonskog stroja i električnog generatora. Pogonski stroj je napajan nekim gorivom čiju kemijsku energiju pretvara u mehanički rad za pogon generatora i toplinu za grijanje prostorija i/ili potrošne tople vode. Kogeneracijski uređaji imaju znatno unaprijeđenu energetska učinkovitost (80% i više) u usporedbi s klasičnom proizvodnjom električne energije iz fosilnih (ili nuklearnog) goriva (35%). Kogeneracijski uređaji kao pogonski stroj koriste motore s unutarnjim izgaranjem (agregati manjeg ili srednjeg kapaciteta do 5 MW električne snage), a za velike kapacitete (do 50 MW i više) plinske ili parne turbine. Motori s unutarnjim izgaranjem obično su automobilske ili brodski motori modificirani za pogon zemnim plinom ili bioplinom. To mogu biti Otto motori, ali i Diesel motori kakvi međutim trebaju dodatno ubrizgavanje malih količina dizelskog goriva radi paljenja smjese. Motori s unutarnjim izgaranjem proizvode toplinu na dvije temperaturne razine: visokotemperaturnoj na strani ispušnih plinova i niskotemperaturnoj na strani rashladne vode za blok motora i mazivo ulje. Pri pogonu parnim turbinama, para se proizvodi u parnom kotlu te dijelom ekspandira do nekog tlaka u parnoj turbini s oduzimanjem pare (pri tlaku i temperaturi primjerenom 96

visokotemperaturnom potrošaču) a drugi dio ekspandira do kondenzatorskog tlaka koji je još dovoljan za niskotemperaturne potrošače topline. Plinski turbinski agregati daju dovoljno visoke temperature ispušnih plinova za proizvodnju pare koja se može koristiti samo u ogrjevnim svrhe ili za ogrjevnim i radne svrhe. U potonjem slučaju radi se o kombiniranom plinsko-turbinskom procesu gdje se radna para koristi a pogon parne turbine za dodatnu proizvodnju električne energije. Trigeneracija je unaprijeđeni kogeneracijski sustav u kojem se osim električne energije proizvodi i koristi toplinski i rashladni učinak. Karakterističan primjer je kogeneracijski sustav skopčan s apsorpcijskim rashladnim uređajem koji za pogon koristi toplinu pogonskog stroja. Tako je moguće sustav koristiti i u ljetnom razdoblju za potrebe hlađenja ili klimatizacije prostorija. Time se dodatno popravljaju učinkovitost sustava i njegova isplativost jer su produžena razdoblja njegovog punog iskorištenja. Gledano s ekološkog stanovišta, najpovoljnije je za pogon kogeneracijskih i trigeneracijskih sustava koristiti biomasu. To se čini izravnim izgaranjem biogoriva u parnim kotlovima s roštiljskim ili fluidiziranim ložištem odnosno neizravnim načinima, tj. proizvodnjom gorivog plina iz biomase rasplinjavanjem ili anaerobnim vrenjem. U prvom slučaju se u kotlu proizvodi para za pogon parne turbine, a u drugom se plin koristi za pogon pogonskih strojeva – motora s unutarnjim izgaranjem ili plinskih turbina. Pogon motora s unutarnjim izgaranjem plinom iz plinskog generatora može biti povezan s poteškoćama koje

uzrokuju nečistoće iz plina, ponajprije katran, smole, alkalni sastojci i leteći pepeo dok plin dobiven anaerobnim vrenjem može sadržavati abrazivne silicijeve i korozivne sumporne spojeve. Daljnja moguća biogoriva za pogonske motore su biodizel i etanol.

#### Rekapitulacija svojstava kogeneracije

##### Prednosti:

- Istodobna proizvodnja električne i ogrjevnog energije (i rashladnog učinka kod trigeneracije)
- Moguća primjena biogoriva i biomase
- Visoka učinkovitost pod uvjetom da postoji potreba za cjelokupno proizvedenim toplinskim (i/ili rashladnom) učinkom
- Čini opskrbu električnom energijom sigurnom

##### Nedostaci:

- Potrebna predviđiva i relativno stalna potrošnja proizvedenog učinka
- Za optimalnu učinkovitost potrebna puna potrošnja toplinskih učinaka
- Potrebno plansko održavanje
- Za ekonomičnu uporabu potreban pogon od najmanje 4000 do 5000 sati godišnje

#### **ZAKLJUČAK:**

**Za predmetnu zgradu postoje uvjeti, no previsoka je cijena ulaganje za potrebe zgrade.**

#### 6. Daljinsko/blokovsko grijanje

Daljinsko ili blokovsko grijanje može biti toplovodno ili vrelovodno. Prema temperaturi nosioca topline razlikuju se temperaturni režimi grijanja:  $t \leq 100^{\circ}\text{C}$ ;  $100^{\circ}\text{C} < t < 120^{\circ}\text{C}$  i  $t > 120^{\circ}\text{C}$ .

Prema načinu priključivanja ti sustavi mogu biti:

- Direktni, kada nosilac topline prolazi kroz mrežu potrošača u zgradi (ogrjevna tijela)
- Indirektni, kada je nosilac topline daljinskog/blokovskog sustava odijeljen od nosioca topline u zgradi. Mreža potrošača je zatvoreni krug koji se zagrijava putem izmjenjivača topline u toplinskoj podstanici pojedine zgrade ili skupine zgrada. Prema veličini razvodne mreže razlikujemo:
  - Daljinsko grijanje, kod kojeg nosilac topline poprima temperaturu od  $110^{\circ}\text{C}$  do  $180^{\circ}\text{C}$  i distribuira toplinsku energiju na veće područje.
  - Blokovsko grijanje, kod kojeg nosilac topline poprima temperaturu do  $120^{\circ}\text{C}$  i distribuira toplinsku energiju za jednu ili više zgrada u neposrednoj blizini.

Za prihvrat toplinske energije potrebna je kućna toplinska podstanica.

#### **ZAKLJUČAK:**

**Ne postoje uvjeti.**

#### 7. Dizalice topline

### Opće značajke

Dizalice topline (engl. heat pumps) su načelno uređaji koji služe za podizanje temperaturne razine toplinske energije, za što je prema II. glavnom stavku termodinamike potrebno trošiti rad. U širokoj tehničkoj primjeni su uglavnom dvije vrste: dizalica topline s kompresijom radne tvari i apsorpcijska dizalica topline (vidi apsorpcijsko hlađenje). Radna tvar u kompresijskoj dizalici topline isparava i isparivaču uređaja pri niskom tlaku po i niskoj temperaturi o hladeći neki izvor topline (voda, zemlja, zrak ili sl.) te tako preuzima toplinski tok. Zasićena ili malo pregrijana para radne tvari odvodi se u kompresor, gdje se utroškom snage P komprimira na visoki tlak  $p_k$ , kojemu odgovara i visoka temperatura zasićenja radne tvari. S tim stanjem para radne tvari odlazi u kondenzator gdje se ukapljuje predajući toplinski tok nekom mediju (npr. vodi ili zraku za grijanje prostorija). Ukapljena vrela ili pothlađena kapljevina se tada pomoću nekog prigušnog organa (ventila, kapilare, prigušnice) prigušuje na tlak po i vraća u isparivač.

Temeljna bilanca energije kompresijske dizalice topline kazuje da je toplinski tok u kondenzatoru jednak sumi toplinskog toka u isparivaču i toplinskog ekvivalenta kompresoru privedene snage P: što znači da je toplina izvora topline zahvaljujući snazi kompresije P predana na višoj temperaturnoj razini nekom korisniku topline. Energetski pokazatelj dobrote rada dizalice topline je ogrjevni činilac: koji se računa kao omjer predane topline i uložene snage. Dizalica topline je to učinkovitija što je veći. Kako je snaga za pogon dizalice topline razmjerna omjeru tlakova kondenzacije i isparivanja, a ti su tlakovi vezani uz temperature kondenzacije i isparivanja, proizlazi da će biti to bolji što je razlika tih temperatura manja. Stoga pri uporabi dizalice topline treba birati režime ogrjevnih sustava sa što nižom temperaturom (npr. podno grijanje umjesto radijatorskog) a izvor topline pri tome treba imati što višu temperaturu  $J_h$  i izdašnost, kako bi mu promjena temperature na isparivaču bila što manja. Pri umjerenim razlikama temperatura dizalice topline mogu postizavati ogrjevne činioce i veće od 5, što znači da za svaki uloženi kilovat-sat pogonske snage daju više od 5 kilovat-sati toplinske energije. Najpovoljniji način primjene dizalice topline je onaj kada se istodobno u potpunosti koristi rashladni i ogrjevni učinak uređaja. Dizalice topline s kompresijom radne tvari najčešće su opremljene stapnim kompresorima koji za pogon koriste elektromotore (mali i srednji kapaciteti). Za najveće kapacitete koristi se turbinama (plinskim ili parnim) gonjene radialne turbokompresore.

### Korištenje topline okoliša

Izvori topline za dizalice topline su raznoliki. U svrhu grijanja prostora većih kapaciteta najčešće se koristi toplinu podzemlja ugradnjom dubinskih ili površinskih izmjenjivača topline u tlo. Ako je na raspolaganju vodotok dovoljne izdašnosti, jezero ili more vrlo ih je povoljno koristiti kao izvor topline. Manje povoljan je zrak okoline zbog malog toplinskog kapaciteta i poteškoća s izlučivanjem inja na isparivaču pri temperaturama nižim od  $0^{\circ}\text{C}$ . Dizalica topline povoljno se koristi i za povrat otpadne topline iz ventilacijskih i klimatizacijskih sustava. Općenito je poželjno da se kao toplinski spremnik, u svrhu postizanja što više učinkovitosti, koriste raspoloživi okolni izvori kao toplinski spremnici. Pritom se mogu promatrati ove varijante:

#### a. Vanjski zrak kao toplinski spremnik

Toplinski ili rashladni spremnik je vanjski zrak, što je standardna izvedba dizalice topline. COP grijanja ili hlađenja je ovdje najniži, i direktno je ovisan o vanjskoj temperaturi. Uz nove generacije kompresora i integrirane standardne sustave za odmrzavanje, dizalice topline mogu održavati pogon i na ekstremnijim vanjskim temperaturama. I kod korištenja drugih izvora topline, sustav korištenja vanjskog zraka je dobro ostaviti kao zamjensku opciju za rad u kombinaciji ili u slučaju ispada drugog sustava iz bilo kojeg razloga. Konvencionalno, korištenje vanjskog zraka kao toplinskog spremnika za pogon grijanja ili hlađenja je standardna konfiguracija dizalice topline i nepotpada pod korištenje obnovljivih izvora energije, te se u praksi EU članica i ne potiče. No kako je u ovoj konfiguraciji, u uvjetima ekstremnijih vanjskih temperatura, tj. hladnijih mjeseci u periodu grijanja i toplijih mjeseci u periodu hlađenja, teško je postići visoke vrijednosti

koeficijenta COP-a, može se postaviti princip subvencioniranja ukoliko se doista ostvari relativno visoki prosječni godišnji COP, i u režimu grijanja i u režimu hlađenja. Pritom se u izračunu ovog koeficijenta može uzeti u obzir eventualno korištenje otpadne kondenzacijske topline postrojenja (za pripremu sanitarne tople vode i u druge svrhe).

#### b. Korištenje okolnih površinskih voda

Ovaj princip se odnosi na korištenje raspoloživih bliskih vodenih masa kao toplinskih spremnika za potrebe grijanja i hlađenja. To podrazumijeva morsku vodu u obalnom području, rijeke, jezera i druge bliske vode stajačice. Točka zahvata i ispusta vode moraju biti dovoljno udaljene, a izvedba cjevovoda od zahvata do postrojenja mora udovoljavati tehničkim i prostornim zahtjevima. Ovdje se javlja problem filtriranja vode na zahvatu – mikroorganizmi kod morske vode, mulj kod riječne itd., i drugi momenti koji izvedbu čine složenijom. No, praktički neiscrpní resursi topline omogućuju postizanje znatno većih COP koeficijenata, te je ovakve izvedbe korištenja dizalica topline svakako preporučljivo poticati.

#### c. Korištenje bliskih toplinskih izvora

Ovdje se podrazumijeva korištenje obližnje raspoložive otpadne topline, i kombinaciju sa sunčevim toplinskim kolektorima. U načelu, kod korištenja vanjskog zraka kao toplinskog spremnika, uvijek treba razmotriti mogućnost iskorištavanja obližnjih izvora topline koji su inače neiskorišteni. Otpadni zrak iz ventilacije, otpadna toplina iz industrijskih procesa, i drugo, daju mogućnosti bitnog povećanja postignutog COP-a, te primjenu njihovog korištenja treba poticati. Kombinacija s toplinskim sunčanim kolektorima predstavlja pravo korištenje obnovljivog izvora energije za potrebe grijanja, no zbog složenosti i cijene sustava, te manje raspoloživosti izvora topline, treba analizirati isplativost ovog principa.

#### d. Korištenje topline tla

Korištenje topline tla predstavlja najšire područje kombiniranja rada dizalica topline s obnovljivim izvorima energije. Razlikujemo korištenje duboke geotermalne energije, koje je zbog složenosti i cijene zahvata u većini slučajeva neisplativo, osim ako se radi o kombiniranom korištenju geotermalnih voda (balneologija i dr.) Korištenje plitke geotermalne energije je izvedivo u različitim opcijama:

- zahvat poljem plošnih kolektora, koji iskorištavaju većinom sunčevu energiju akumuliranu u zemlji s manjim udjelom geotermalne energije - koriste se površinski slojevi tla čija je temperatura razmjerno konstantna tijekom cijele godine; plošni kolektori sastoje se od horizontalno postavljenih cijevi ispod površine zemlje, kroz koje cirkulira radni medij, cijevi su na dubini od 1,2 -1,5 m i prenose toplinu od tla do dizalice topline;
- zahvat podzemnih voda koje imaju relativno konstantnu prosječnu godišnju temperaturu od +8°C do +12°C, podzemna voda se crpi iz jednog bunara, vodi do dizalice topline i ohlađena vraća u drugi udaljeni bunar;
- zahvat geotermalne topline putem vertikalno položenih sonde koje se polažu na dubinu od 60 do 100 m ili više. Polažu se obično dvije sonde, i kroz jedan krak cijevi ulazi ohlađeni radni medij, a kroz drugi se zagrija vraća u dizalicu topline. Kod svih situacija korištenja dizalica topline s kompresijom radne tvari u svrhu hlađenja, bitno je razmotriti mogućnosti korištenja nastale otpadne topline koja se mora odvoditi. Ukoliko se takva toplina može upotrijebiti za pripremu PTV ili druge svrhe, onda je pravilno ogrjevní/rashladni činilac računati na temelju ukupno dobivene korisne energije, rashladne i toplinske, te na taj način poticati ovakav princip korištenja otpadne topline iz dizalice.

### Rekapitulacija svojstava dizalica topline

INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

#### Prednosti:

- Podiže temperaturnu razinu topline uz relativno mali utrošak mehaničke energije
- Omogućava iskorištavanje toplinskog potencijala niskotemperaturnih izvora topline
- Pouzdani uređaji temeljeni na provjerenoj tehnologiji

#### Nedostaci:

- Za pogon koristi skupocjenu mehaničku energiju
- Energetska učinkovitost pada s porastom raspona dizanja temperaturne razine topline

### **ZAKLJUČAK:**

**Odabrana je dizalica topline – vidi strojarski dio**

#### 8. Apsorpcijske dizalice topline

##### Apsorpcijsko grijanje

Kao izvor topline služi plin, ulje, otpadna toplota ili el. energija. Potrebna temperatura ogrjevnog medija je  $t > 120^{\circ}\text{C}$ . Temperaturna razina korisne topline je  $\sim 70^{\circ}\text{C}$ .

##### Stupanj pretvorbe $\eta$

Stupanj pretvorbe kreće se od 1,1 do 1,3. U usporedbi sa standardnim kotlovima iz apsorpcijskih se uređaja može dobiti cca. 45% više korisne topline. Prednost u odnosu na kompresijsku dizalicu topline je što apsorpcijski uređaj nema pokretnih dijelova, manja je buka, na mijenja im se stupanj pretvorbe pa nisu potrebni bivalentni sustavi. Prilikom usporedbe apsorpcijskih i kompresijskih dizalica topline mora se računati s jednako vrijednim energijama. Električna se energija mora se preko stupnja djelovanja elektrane svesti na primarni energent. Otuda proizlazi da je apsorpcijska dizalica topline isplativija kad je cijena goriva za njezin rad niža za 43% i više od cijene el. Energije. Kada su dizalice topline pokretane motorima s unutarnjim izgaranjem, otvara se mogućnost korištenja topline za hlađenje motora. Od ukupne snage motora približno 33% se troši za pokretanje kompresora dizalice topline, 25% preuzima voda za hlađenje, 25% odlazi s ispušnim plinovima i 17% su gubitci.

Usporedimo li iskorištenje energije za sva tri promatrana tipa dizalice topline slijedi uz faktor pretvorbe dizalice topline  $\epsilon=3$ :

- motor s unutarnjim izgaranjem + dizalica topline:  $\sim 1,5$
- dizalica topline pokretana s el. motorom:  $\sim 1$
- kotlovi na ulje i plin:  $\sim 0,95$

Primjena dizalice topline s motorom s unutarnjim izgaranjem je kod bazena i sportskih centara, zagrijavanje zgrada, robnih kuća, trgovačkih centara.

#### Rekapitulacija svojstava

##### Prednosti:

- manja potrošnja primarne energije
- više temperature za grijanje

PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE ENERGIJOM

List.br. 61

#### Nedostaci

- buka
- viša cijena instalacije i održavanja
- emisije u okoliš

#### ZAKLJUČAK:

Za predmetnu zgradu postoje uvjeti izvedbu istih. Povrat ulaganje je cca 25-30godina.

#### Apsorpcijsko hlađenje

Za razliku od konvencionalnog rashladnog uređaja s kompresijom pare radne tvari, gdje je kompresor gonjen mehaničkom energijom, apsorpcijski rashladni uređaj za pogon troši toplinu, obično vodenu paru a rjeđe vrelu vodu ili neki treći izvor. Energetska učinkovitost mu je relativno niska u usporedbi s klasičnom dizalicom topline, pa je za ekonomičan pogon potrebno da na raspolaganju bude jeftina pogonska topline (otpadna tehnološka para, geotermalna voda ili sl.). U praksi se kao izvor topline koriste i fosilna goriva, prvenstveno plin, no obzirom na nisku učinkovitost svakako se treba usmjeriti na korištenje jeftine pogonske topline. Pritom u obzir dolazi i korištenje biomase. Uređaj ima relativno malo pokretnih dijelova te je stoga održavanje manje zahtjevno i jeftinije nego kod konvencionalnih rashladnih uređaja. Radna tvar apsorpcijskog rashladnog sustava je dvokomponentna smjesa koja sadrži rashladnu i apsorbirajuću komponentu. Suvremeni uređaji u tu svrhu koriste smjese voda-litijev bromid ili amonijak-voda. U prvome je rashladno sredstvo voda, a apsorber litijev bromid. Stoga takvi uređaji niti teorijski ne mogu postizavati temperature isparivanja ispod 0°C, a u praksi je granica oko 5°C. Sustavi punjeni amonijakom kao rashladnim sredstvom i vodom kao apsorberom postižu temperature i do -50°C. Jednostavni apsorpcijski rashladni uređaj (engl. Single effect absorption chiller) se sastoji od četiri bitna aparata: kuhala, kondenzatora, isparivača i apsorbera te optočne pumpe. Toplina ogrjevnog medija (para, vrela voda, ispušni plinovi) Fg koristi se u kuhalu za razdvajanje rashladnog sredstva od apsorbera. Rashladna komponenta smjese je uvijek ona s nižim vrelištem (voda ili amonijak) te ona u više ili manje čistom stanju isparava iz smjese dok apsorber ostaje kapljeviti. Ta se para odvodi u kondenzator gdje se ukapljuje. Toplinu kondenzacije Fk bilo bi povoljno iskoristiti, pa se to izričito preporučuje ukoliko postoji odgovarajuća potreba npr. zagrijavanje sanitarne tople vode. U suprotnom se topline kondenzacije predaje okolini. Ukapljena rashladna komponenta se prigušuje prigušnim ventilom s tlaka kondenzacije na tlak isparivanja. Pri tome jedan dio kapljevine ispari trošeći vlastitu toplinu pa joj je stoga temperatura nakon prigušenja bitno niža od one s kojom je napustila kondenzator. To joj daje sposobnost da u isparivaču preuzima toplinu od hlađenog medija (npr. voda za klimatizaciju), tj. da ostvaruje rashladni učinak. Isparena rashladna tvar ponovo se miješa s apsorberom u apsorberu kamo je apsorber doveden iz kuhala preko prigušnog ventila. Apsorpcija pare rashladne tvari u apsorberu je egzotermna pa je apsorber također potrebno hladiti odvođenjem topline. Nastala smjesa se odvodi natrag u kuhalo gdje vlada tlak kondenzacije, pa je za to potrebna pumpa koja za troši snagu P. Opisani temeljni proces apsorpcijskog rashladnog uređaja moguće je unaprijediti dodavanjem štednih izmjenjivača topline kojima se popravlja energetska učinkovitost sustava. Za postizavanje niskih temperatura hlađenja primjenjuje se dvostupanjski apsorpcijski uređaj. Još bolje karakteristike pokazuje apsorpcijski uređaj sa stupnjevanim procesom kuhanja (engl. Double-effect absorption chiller).

Temeljni pokazatelj energetske učinkovitosti svakog rashladnog sustava je tzv. Rashladni činilac (engleski COP – Coefficient of Performance) jednak omjeru dobivenog rashladnog učinka i uložene pogonske energije, u ovom slučaju ogrjevnog topline i snage za pumpu P. Kod apsorpcijskog rashladnog uređaja on prvenstveno ovisi o temperaturi ogrjevnog medija.

### Jednostavni apsorpcijski rashladni uređaj

**\*\*** Apsorpcijski rashladni uređaj sa stupnjevanim procesom kuhanja. Obzirom na nizak rashladni činilac apsorpcijskog uređaja u usporedbi s konvencionalnim rashladnim uređajima njihova efikasna uporaba je uvjetovana raspoloživošću jeftinog izvora topline. To može biti:

- Geotermalna vrela voda: za povoljan rad apsorpcijskog sustava temperatura bi trebala biti viša od 100°C. Poteškoće može izazivati kemijski sastav vode. Agresivni sastojci zahtijevaju posebne materijale izmjenjivača topline u kuhalu ili posredni sustav grijanja. Sedimenti mogu značajno otežavati rad.
  - Sunčeva energija: problem raspoloživosti, tj. noćno razdoblje i naoblaka isključuju rad. Za pogon apsorpcijskog uređaja u obzir dolazi koncentrirajući kolektor kakav daje zadovoljavajuću razinu temperature, te otvoreni i zatvoreni ciklusi s krutim i tekućim apsorpcijskim medijima.
  - Otpadna toplina industrijskih procesa: protutlačna para iz turbinskih postrojenja predstavlja najpovoljniji oblik ogrjeva, ali i drugi oblici otpadne pare i vrela vode mogu se dobro iskoristiti pod uvjetom da su konstantne izdašnosti i dovoljne temperature.
  - Toplina iz toplinskih mreža: ovaj princip je osobito pogodno koristiti kao izvor u ljetnom periodu, kada je potrošnja topline iz mreže za grijanje vrlo mala, raspoložive količine topline su velike, i potrebe za hlađenjem znatne. Tako se ostvaruje trigeneracijski rad toplana i postiže veća ukupna prosječna efikasnost.
  - Toplina iz kogeneracijskih sustava (trigeneracija):
  - Ispušni plinovi plinske turbine ili motora s unutarnjim izgaranjem koriste se u utilizacijskom kotlu za proizvodnju ogrjevnice pare za pogon apsorpcijskog uređaja. Ukupni energetske učinak se popravlja iskorištenjem preostale topline ispušnih plinova za zagrijavanje sanitarne tople vode ili sl.
  - Rashladna voda za motor s unutarnjim izgaranjem napušta blok motora s temperaturom od oko 90°C. Ona se koristi za grijanje kuhala, ali takav 104 apsorpcijski rashladni uređaj radi sa skromnim rashladnim činilcem (<0,8).
- Posebno modificirani motori mogu raditi i s višim temperaturama vode pa se time poboljšava .

U skladu s općim zakonitostima termodinamike, svaki rashladni sustav, pa tako i apsorpcijski, radit će energetske povoljnije što je manja razlika temperatura visokotemperaturnog dijela (kuhalo, kondenzator) i niskotemperaturnog dijela (isparivač). U tome je smislu potrebno sustav dimenzionirati za najvišu moguću temperaturu hlađenja kako bi i ogrjevni medij niske temperature dao povoljne učinke. Pri tome važnu ulogu ima i temperatura rashladne vode za kondenzator. Što će ona biti niža, bolji će biti rashladni činilac. Pogonsko ponašanje apsorpcijskih rashladnih uređaja je tromo. Vrijeme zaleta i odziv na promjenu opterećenja traju znatno dulje nego kod konvencionalnih rashladnih uređaja pa će biti potrebno izbjegavati učestala ukapčanja i iskapčanja, a preporuča se ugradnja većih akumulatora hladne vode za premošćivanje oscilacija opterećenja. Apsorpcijski rashladni uređaji se preporučuju za pokrivanje osnovnog rashladnog opterećenja, dok se za vršna opterećenja mogu predvidjeti konvencionalni rashladni agregati čija je cijena niža od odgovarajućih apsorpcijskih, a pri ograničenom vremenu rada viša cijena pogona neće doći do izražaja. U sustavima s apsorpcijskim rashladnim uređajima gdje je nužna trajna raspoloživost rashladnog učinka potrebno je predvidjeti rezervni izvor topline za pogon za slučaj nestanka primarnog ogrjevnog medija (npr. onog iz kogeneracije).

### Rekapitulacija svojstava apsorpcijskih rashladnih sustava

#### Prednosti:

- Pogon otpadnom topline
- Punjenje radnim tvarima bez utjecaja na globalno zagrijavanje
- Tih i miran (bez vibracija) rad
- Pouzdan pogon
- Niski troškovi održavanja

#### Nedostaci (u usporedbi s konvencionalnim rashladnim sustavima):

- Niska učinkovitost
- Viša cijena
- Veća otpadna toplota (kondenzator i apsorber)
- Tromost pri startu i regulaciji učinka

#### **ZAKLJUČAK:**

**Za predmetnu zgradu postoje uvjeti izvedbu istih. Povrat ulaganje je cca 25-30godina.**

#### 9. Izravno korištenje topline okoline

Osim u kombinaciji s dizalicama topline, toplota okoline se može izravno koristiti za pokrivanje potreba hlađenja i grijanja. Tu se može promatrati geotermalna energija, toplota površinskih voda i toplota plićih slojeva tla.

##### Geotermalna energija

Izravno korištenje geotermalne energije ostvaruje se konvektivnim prenošenjem topline pomoću fluida, koji je obično topla voda ili smjesa vrele vode i pare, uz nazočnost raznih primjesa (plinovi, soli, minerali i dr.). Toplinska energija geotermalnog ležišta sadržana u geotermalnom fluidu kod nekog tlaka i temperature, koristi se uglavnom izravno za zagrijavanje, a moguća je i pretvorba u električnu energiju.

Geotermalni potencijali se mogu podijeliti u tri skupine – srednje temperaturne rezervoare 100 – 200 °C, niskotemperaturne rezervoare 65 do 100°C i geotermalne izvore temperature vode ispod 65 °C. Geotermalna voda, odnosno njena toplota, danas se većinom koristi direktno, što znači bez pretvorbe u neki drugi oblik energije, a manje za druge svrhe. Izravno korištenje geotermalne energije u svrhu grijanja se najčešće provodi tako da se energija geotermalnog izvora ili direktno ili preko izmjenjivača topline (ovisno o čistoći geotermalnog fluida) dovodi do potrošača topline. Za potrebe dogrijavanja ili potrošnje u vršnim satima koriste se dizalice topline ili kotlovi na klasična goriva. Kod indirektnog sustava grijanja vruća voda u izmjenjivaču topline predaje svoju toplinu drugom cirkulacijskom krugu, u kojem je neki fluid ili gradska voda. Toplina kroz sekundarni krug cijevi dolazi do korisnika. Geotermalna voda, nakon što je predala svoju toplinu odvodi se iz izmjenjivača topline i pomoću utisne pumpe vraća se nazad u ležište kroz utisnu bušotinu.

Direktno korištenje geotermalne energije za grijanje se uvijek sastoji od sustava s tri osnovne komponente :

- proizvodna bušotina - za dovod vruće vode na površinu;
- mehanički sistem - obuhvaća pumpe, toplinske izmjenjivače i kontrolne elemente, da bi se toplota dovela prostoru ili procesu;
- utisna bušotina - za prihvrat ohlađenog geotermalnog fluida.

##### Površinske vode

Voda iz jezera, rijeka i mora može se izravno koristiti za pokrivanje dijela ili cjelokupne potrebe hlađenja prostora pod uvjetom da je na raspolaganju izvor dovoljne izdašnosti i dovoljno niske temperature. To je obično slučaj s vodom iz dubljih slojeva u jezerima i moru i nekim (obično brdskim) vodotokovima. Većinom voda nije dovoljno čista da bi je se koristilo izravno u sobnim konvektorima, nego se koristi indirektni sistem gdje se sekundarni krug hladi površinskom vodom. To je redovit slučaj s morskom vodom. Rashladni učinak površinske vode može se koristiti na nekoliko načina:

- Indirektno hlađenje prostorija konvektorima, fan-coil aparatima, hlađenim stropovima i sl.
- Predohlađivanje povratne vode rashladnog kruga prije ulaska u kompresijski ili apsorpcijski rashladnik
- Hlađenje kondenzatora kompresijskog rashladnika ili kondenzatora i apsorbera apsorpcijskog rashladnika



-Izvor topline za dizalicu topline.

Kada postoji opasnost od rasta algi i razvoja bakterija, potrebno je vodu klorirati i filtrirati, a morska voda izaziva koroziju mnogih metalnih materijala pa se za izmjenjivače topline preporuča titan. Korozija i razvoj flore i faune sprječava se katodnom zaštitom.

Učinkovito hlađenje bez dodatnih rashladnih uređaja moguće je s vodom hladnijom od 10°C, dok se predhlađivanje može provoditi i s temperaturama vode do 13°C.

#### Toplina plićih slojeva tla

Ovdje se uglavnom razmatra ventilacija s podzemnim poljem kolektora. Hlađenje i grijanje stambenih objekata, u prvom redu obiteljskih kuća, može se povezati s provjetravanjem prostora uz korištenje topline tla za hlađenje odnosno predgrijavanje zraka. Uvođenje vanjskog zraka uljetnim mjesecima znači hlađenje prostora, a u zimskim mjesecima doprinos grijanju. S te strane je moguća izvedba sustava provjetravanja s nadzemnim zahvatom vanjskog zraka (cca 1,1 m iznad tla) i provođenje zraka do ulaza u objekt podzemnim kanalom ukopanim na dubini od min. 1,2 metra. Na ovaj način se postiže hlađenje toplog vanjskog zraka izmjenom topline sa zemljom na dubini na kojoj tijekom godine vlada konstantna temperatura 8-12°C. Podzemni kanal bi se trebao izvesti tako da zaprema površinu 2,5-3 puta veću od površine hlađenja. U zimskim mjesecima unos zraka se vrši na jednak način, koristeći opet konstantnu podzemnu temperaturu kod predgrijavanja vanjskog zraka. Poželjno je izvođenje ulaznih i izlaznih cjevovoda povezanih rekuperativnim izmjenjivačem topline u svrhu predgrijavanja ulaznog zraka otpadnim, uz dogrijavanje zraka prema potrebi.

#### Rekapitulacija svojstava izravnog korištenja topline okoline:

##### Prednosti:

- Korištenje široko raspoloživih obnovljivih izvora energije, praktički bez emisija u okoliš
- Smanjuje se potreba za umjetnim grijanjem i hlađenjem
- Integriranost sustava grijanja i hlađenja u okoliš i prirodne cikluse

##### Nedostaci:

- Relativno malo potrošača je odgovarajuće locirano
- Kod geotermalne energije i površinskih voda potrebna je odgovarajuća dubina zahvata
- Cijena cjevovoda i izolacije može učiniti primjenu neekonomičnom
- Potrebni su posebni materijali i oprema instalacije primarnih krugova

#### ZAKLJUČAK:

Za predmetnu zgradu postoje uvjeti izvedbu istih. Povrat ulaganje je cca 25-30 godina.

#### D. MJERE U PODRUČJU POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Električna energija, kao najpogodnija i najraširenija transformacija svih oblika energije za korištenje, ima izrazitu primjenu u zgradarstvu. S obzirom na zahtjeve Direktive 2010/31/EU (EPBD II) te prema PEPZEC bit će prikazane mjere i alternativna rješenja koja bi doprinijela učinkovitijem korištenju električne energije, odnosno racionalnijem elektroenergetskom opterećenju kao i optimizaciji potrošnje i troškova u ovom

segmentu. Nominiranje i struktura mjera biti će izvedena prema matrici kriterija i sa nominalnim vrijednostima, a podjele će biti izvršene na nekoliko razina, s obzirom da su neke mjere i rješenja realno, tehnički i financijski primjenjiva samo uz određene uvjete odnosno za određene tipove zgrada.

#### Podjela prema namjeni zgrade

U osnovnoj podjeli kao i prema kriterijima energetske certifikacije, ističu se dva tipa zgrada, stambene i nestambene.

#### Stambene zgrade

Stambene zgrade, prema svojem profilu imaju jednostavnije definiranu potrošnju električne energije, ali s većim individualnim odabirom rješenja (trošila) što smanjuje mogućnost kontrole i centraliziranih upravljačkih sustava (za razliku od javnih zgrada). Potrošnja električne energije (kao i potencijali ušteda) mogu se prepoznati u slijedećim grupama trošila: rasvjeta, kućanski uređaji, PTV, klimatizacija/ventilacija, sustavi zaštite i vatrodjave, i sl.

#### Rasvjeta

Rasvjeta treba biti napravljena prema projektantskim normama i treba zadovoljavati sve propisane kriterije. Sugerira se korištenje učinkovitih izvora svjetla (sa više od 20-25 lm/W) te korištenje danjeg svjetla. Takvi izvori (npr. fluokompaktne žarulje – A razred EE izvora svjetla u kućanstvima – Pravilnik o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja („Narodne novine“ br. 133/05) osim uštede energije, imaju i nižu angažiranu snagu te dulji životni vijek. Upravljanje radom rasvjete sugerira se u zajedničkim prostorijama, hodnicima, prilaznim zonama, parkiralištima, podrumima i sl. a moguće ju je izvesti sa automatskom regulacijom rada sa vremenskim zatezanjem (releji ili foto-osjetnik) ili složenijim programabilnim modulima.

#### Kućanski uređaji

Kako često predstavljaju najveći udio potrošnje u domaćinstvima, kućanski uređaji bi trebali biti odabrani u skladu sa Pravilnikom o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja (NN 133/05).

#### PTV i grijanje prostora

Potrošna topla voda i grijanje predstavljaju značajan udio u bilanci potrošnje, pogotovo ukoliko se radi o korištenju električne energije kao primarnog energenta. Ukoliko postoji mogućnost – kao alternativno rješenje - sugerira se promjena primarnog energenta (npr. prirodni plin) te ugradnja kvalitetne termostatske regulacije kao i ugradnja štednih armatura, čime bi se štedila i pitka voda – medij/nositelj toplinske energije. Ukoliko se odabire električna energija kao opcija za zagrijavanje prostora (podno grijanje, radijatori, klimatizacija/kaloriferi) potrebno znati da je bitno imati na raspolaganju veliku snagu, te da je nužna kvalitetna termostatska regulacija. Elektrootporna grijača tijela se više ne razmatraju.

#### Klimatizacija

Kod odabira sustava za klimatizaciju zraka u stambenoj zgradi, potrebno je odabrati onaj sa što većim COP i/ili ugrađenim inverterom. Inverter klima uređaj koristi invertorski sklop za izmjenu napajanja iz izmjeničnog u istosmjerno te ponovo u izmjenično napajanje. Prilikom druge pretvorbe, napon i radna frekvencija su promjenljive veličine pomoću kojih se može slobodno birati brzina vrtnje kompresora, a time regulirati izlaznu snagu klima uređaja te su inverter klima uređaji su značajno štedljiviji i tiši u svom radu od klasičnih izvedbi. Također treba odabrati sustav višeg energetskog razreda – definirano Pravilnikom o označavanju energetske učinkovitosti kućanskih uređaja (NN 133/05).

#### Sustavi za upravljanje energijom u stambenim zgradama

Ukoliko se odabere sustav inteligentne centralizirane regulacije i upravljanja za stambenu zgradu, ostvarive su bitne uštede električne energije i troškova (2-3 puta). Takvim sustavima se regulira

rasvjeta (day-light); količina prirodnog svjetla (elektronski regulirani brisoleji); temperatura i tlak vode u sustavu; količina, temperatura, vlažnost i broj izmjene zraka; zaštitni sustavi (vatrodojava i zaštita); rad pojedinih uređaja (centralizirani programabilni nadzor) i sl. Ovakva rješenja još su u primarnim inačicama na našem tržištu, ali iako cijenom (isplativosti) još ne konkuriraju, porastom cijene energije i energenata bit će sve konkurentniji, te će pružati alternativu u izboru rješenja uz povećan standard boravka.

#### Tarifni sustavi

Prema tipu priključka i postojećem sustavu, tarifni modeli za stambene zgrade mogu biti iz grupe kućanstvo (Crni, Narančasti, Bijeli i Plavi), a iznimno ako priključna snaga prelazi 30 kW i iz grupe poduzetništvo (Crveni). Kako kućanstva u pravilu ne plaćaju vršnu angažiranu snagu i prekomjerno preuzetu jalovu energiju – jednokratno plaćaju samo priključnu snagu (prema Odluci o iznosu naknade za priključenje na elektroenergetsku mrežu i za povećanje priključne snage) – mjere se odnose direktno na smanjenje potrošnje. Ukoliko je ugovoren crveni tarifni model – tada je obveza mjesečnog plaćanja vršne angažirane snage kao i prekomjerno preuzete jalove energije prema važećim odredbama HEP ODS-a i sukladno odluci Vlade (navedeno u Tarifnom sustavu za distribuciju električne energije). Mjere za takve slučajeve su opisane u poglavlju nestambene zgrade. Vlada Republike Hrvatske donijela je Odluku o potpori građanima i kućanstvima radi ublažavanja porasta cijena električne energije, u kojem se subvencionira cijena kućanstvima koja troše manje od 3000 kWh godišnje.

#### Nestambene zgrade

Nestambene zgrade su energetske zahtjevnije, ali imaju mogućnost bolje regulacije potrošnje i troškova. Načelno, to su sve uredske i administrativne zgrade, škole, bolnice, hoteli, sportske dvorane, prodajni centri i sl. u kojima je moguće već u prvoj fazi – kod nominiranja osnovnih smjernica i projektantskih podloga – ostvariti bitne uštede. Naime, zbog relativno poznatog ponašanja korisnika, moguće je predvidjeti potrošnju i tako optimizirati potrošnju i troškove. Kako su nestambene zgrade zahtjevnije i kompleksnije od stambenih, potrebno je razdvojiti mjere na tehničke i upravljačke. Pod tehničke mjere bi pripadali zahvati na sustavu rasvjete, klimatizaciji i grijanju, i ostalim elementima potrošnje; a pod upravljačke mjere bi pripadali CNUS (centralni nadzor), banke leda, upravljanje vršnom snagom, potrošnjom i troškovima (VT/NT – jalova energija), tarifni modeli/povlašteni kupac i sl.

#### Rasvjeta

U nestambenim zgradama, rasvjeta može imati vrlo dominantan udio u ukupnoj potrošnji električne energije stoga se sugeriraju rješenja koja trebaju biti napravljena prema projektantskim normama i trebaju zadovoljavati sve propisane kriterije, s jedne strane; te trebaju imati visoku razinu učinkovitosti, s druge strane. Najčešće sugerirana rješenja koja se implementiraju u ovakve zgrade je fluo rasvjeta, gdje treba uzeti u obzir i tip svjetiljke (odnosno predspojne naprave i mogućnost regulacije), te u svakom slučaju obavezno treba koristiti elektronsku predspojnu napravu umjesto elektromagnetske – zbog niza prednosti. Za dekorativnu rasvjetu, kao naprednija alternativa sugerira se korištenje LED rješenja, koja su dugotrajna i imaju zanemarivu potrošnju. Kod potrebe visokog svjetlosnog toka sa dobrim odzivom boja predlaže se korištenje MH tipa rasvjete.

Kod vanjske i prilazne rasvjete, potrebno je razmotriti korištenje VTNa (visokotlačni natrij) izvora svjetla te rjeđe MH (metal-halogen) ili LED, a u potpunosti treba izbaciti živine izvore svjetla. Kod vanjske i unutarnje rasvjete bitno je, osim izvora svjetla, odabrati i kvalitetnu svjetiljku. Kod unutarnje rasvjete, svjetiljka mora zadovoljiti propisane standarde, nominalne svjetlosne parametre te namjenu, a kod vanjske rasvjete se mora, uz spomenuto, odabrati adekvatno tehničko rješenje s obzirom na zaštitu (npr. IP65) i svjetlosno onečišćenje (ravna optika). Upravljanje rasvjetom predstavlja bitni potencijal ušteda u energiji i angažiranoj snazi a moguće je ostvariti lokalno i centralizirano (CNUS) upravljanje rasvjetom. Kod lokalnog upravljanja radi se o jednostavnoj regulaciji i/ili predprogramiranim vremenskim relejima (timeri), a najčešća rješenja su: stubišni automati s vremenskim zatezanjem, luksomati, day-light sustavi, i sl. Složeniji sustavi upravljanja

imaju optimiranje svjetlosnog toka s obzirom na smanjenje vršne snage ili na predprogramirane željene scene (dan/noć/praznik/jutro/radno vrijeme...).

#### Klimatizacija

S obzirom na profil nestambene zgrade i primarni energent – KGHV sustavi su često izrazito dominantni kao potrošači električne energije. ali i kao bitna nazivna opterećenja na lokanom elektroenergetskom priključku. S obzirom na relativnu tromost promjene parametara zraka te toleranciju u uvjetima, veliki sustavi u nestambenim zgradama su izrazito pogodni za regulaciju prema nizu kriterija. Istodobno potrebno je razmotriti rekuperaciju otpadne topline kao i korištenje temperature zraka, zemlje i vodenih površina. Gledano kroz prizmu smanjenja potrošnje, odnosno angažirane snage, uz prethodno navedeno dodatno se ističu dva rješenja banka leda i apsorpcijski rashladni sustav, koji će biti detaljnije opisani, sa naglaskom elektroenergetske parametre.

#### Spremnici latentne topline - Banke leda

Spremnici latentne topline - STL pridonose uštedi energije kao i početnom trošku za angažiranu električnu snagu, posebno u zgradama koje neravnomjerno troše velike količine rashladne energije. Ravnomjernom potrošnjom električne energije tijekom dana spremnici eliminiraju vršna opterećenja potrošnje i na taj se način eliminira potreba za dodatne investicije u objekte (trafostanice i sl.). Također maksimalno se koristi niža obračunska tarifa električne energije. Spremnici latentne topline odnosno akumulacija rashladne energije često se koristi kod klimatizacije ureda, bolnica, banki, kina, sportskih centara i sl. STL sustav sastoji se od spremnika napunjenog kuglama koje su najčešće izrađene iz plastične mase visoke gustoće, a sadrže eutektičku smjesu PCM (Phase Change Material).

Prednosti pohrane rashladne energije u banci leda su reduciranje veličine instaliranih rashladnika i na smanjenje jednog dijela investicije, niska cijena rashladne energije zbog korištenja električne energije u noćnom periodu niže tarife, povećavanje pouzdanosti sustava u pogonu i gotovo zanemarivog održavanja, smanjivanje količine rashladnog medija, i sl.

Nedostaci pohrane rashladne energije u banci leda su te da je potrebno minimalno dva rashladnika kako bi se omogućilo hlađenje prostora i tokom noći, odnosno perioda kada se puni spremnik; nužno je korištenje glikola u sustavu, i to zbog velikih količina, povećani su troškovi jer je i ekološki je relativno nepovoljno zbog mogućih gubitaka zbog havarije ili potrebe zamjene, spremnik je relativno velikih dimenzija i zahtjeva dodatni prostor za smještaj, povećana buka u toku noći zbog punjenja spremnika i sl.

#### Apsorpcijski rashladni uređaj

Princip rada je takav da se sustav za klimatizaciju temelji na toplinskoj, a ne na mehaničkoj energiji. Jedna od primarnih prednosti plinskih apsorpcijskih sustava je smanjenje operativnih troškova izbjegavanjem plaćanja naknada za angažiranu vršnu snagu, uštede u prostoru, korištenje povoljnijeg energenta, oslobađanje el. kapaciteta, i sl. Plinski apsorpcijski rashladnici mogu biti učinkovito instalirani i kao integrirani sustav grijanja hlađenja pojedinog objekta, takoda se dodatne uštede i razdoblja amortizacije investicije mogu sagledavati i u ovom smjeru. Uvođenjem plinskog sustava, izbjegavaju se rastući troškovi električnog hlađenja. Istodobno, hlađenje plinom ima izvrsne pokazatelje glede učinkovitosti u pretvaranja energije iz jednog u drugi oblik. U odnosu na tradicionalne kompresorske sustave, plinski rashladni sustavi imaju

smanjenu potrošnju električne energije (i angažirane snage) za 75-90% od nominalnih kompresorskih vrijednosti. Smanjeni su troškovi korištenja i zimi i ljeti (poglavito ako se ugovori povoljnija ljetna potrošnja plina). S obzirom da imaju smanjeni broj rotacijskih dijelova, održavanje je jeftinije a pouzdanost veća, a također takvi sustavi se montiraju izvan zgrade, te za njih nije potrebna nikakva posebna prostorija, što omogućava maksimalnu iskoristivost prostora u zgradi. Kako nema kompresora, kvaliteta rada je jednaka tijekom cijelog radnog vijeka, jer se uređaj mehanički ne troši. Cijena ovakvih sustava je glavna prepreka pri odabiru apsorpcijskih rashladnika, jer su nerijetko i dvostruko skuplji od istih ili sličnih klasičnih kompresorskih sustava. Relativno niska učinkovitost jednostrukih rashladnika (kod grijanja) učinilo ih je uglavnom nekonkurentnima osim u slučajevima gdje je prisutna situacija da ima dovoljno otpadne topline. Čak i dvostruki sustavi mogu imati problema u komparacijama energy/cost-efficiency.

Ovakav sustav predstavlja alternativu tradicionalnim rješenjima a pogodniji je za veće zgrade koji imaju priključak plina.

#### Tarifni sustavi

Prema tipu priključka i postojećem sustavu, tarifni modeli (pravilnik o Tarifnim sustavima za distribuciju električne energije) za nestambene zgrade najčešće su iz grupe NN poduzetništvo (Crveni, Narančasti, Bijeli, Plavi i Žuti (JR) ), a iznimno SN Bijeli. Ovisno o odabiru modela i priključnoj snazi, tarifne stavke su: mjesečna naknada za mjernu uslugu i opskrbu, potrošnja energije u višem i nižem tarifnom razdoblju, angažirana vršna radna snaga, prekomjernopreuzeta jalova energija ( $\cos \varphi$ ). Također, svi subjekti jednokratno plaćaju priključnu snagu (prema Odluci o iznosu naknade za priključenje na elektroenergetsku mrežu i za povećanje priključne snage) odnosno eventualnu nadokupu snage. Svi navedeni parametri predstavljaju platformu za financijske uštede, stoga se u prvim fazama (projektantskim podlogama) treba uzeti i ovaj kriterij.

#### Povlašteni kupac

U Hrvatskoj danas postoje dvije kategorije kupaca: povlašteni i tarifni kupci, a položaj povlaštenog kupca kupci stječu temeljem Zakona o tržištu električne energije. Zakonom je propisana postupna dinamika otvaranja tržišta: do 1. srpnja 2006. kupci su mogli steći status povlaštenosti ako im je godišnja potrošnja električne energije bila iznad 20 GWh, a od 1. srpnja 2006. ta je granica snižena na 9 GWh. Nadalje, od 1. srpnja 2007. godine i svi poduzetnici stječu položaj povlaštenog kupca, a tržište je potpuno otvoreno od 1. srpnja 2008. godine.

Položaj povlaštenog kupca daje pravo kupcu da prema vlastitom izboru odabere svog opskrbljivača i pregovara o uvjetima isporuke i cijeni električne energije. Za iskoristiti ovu mogućnost potrebno je dobro poznavati vlastitu energetiku u smislu karakteristika potrošnje, tehničkih mogućnosti i troškova te biti u stanju njome upravljati, kako se predviđeni ekonomski benefiti ne bi pretvorili u suficit.

#### Elektromotorni pogoni

S obzirom na profil zgrade, često je izvjestan broj elektromotornih pogona (motora, pumpi, kompresora i sl.) koji mogu imati i nezanemarljivu potrošnju električne energije. Svi elektromotornipogoni moraju biti odabrani i regulirani prema načelu energetske učinkovitosti (npr. frekventnaregulacija, VSD), te ukoliko postoji, mogućnost centralne kontrole/automatike i upravljanja istat treba biti i iskorištena. Sustavi za upravljanje potrošnjom i troškovima u nestambenim zgradama Cjelokupna integrirana rješenja za upravljanje potrošnjom i troškovima te nadzorom (npr. CNUS) imaju široku lepezu mogućnosti ušteda, s obzirom na profil nestambene zgrade. Kako su takve zgrade većih energetske potreba, najzastupljeniji je crveni tarifni model, u kojem se uz potrošnju obračunavaju snaga i jalova energija. CNUS sustavi, prema matrici kriterija i definiranim prioritetima mogu upravljati vršnom snagom, odgovorom potrošnjom, sigurnosnim sustavom, radnim uvjetima, kondicioniranjem zraka, svjetlosnim modovima i sl. Svi sustavi mogu imati i podsustave – smart room – za smanjenje individualne potrošnje u turističkim/hotelskim jedinicama; shopping mode – kriteriji podešeni za uvjete pojačane aktivnosti u prodajnim centrima; sport mode, ..itd. Zajedničko je da se kontrolom i upravljanjem, uz smanjenje troškova, povećava i ugodnost te sigurnost sustava, brže se identificiraju i uklanjaju kvarovi te je smanjen rizik od požara.

Generalno, najveći potencijali ušteda leže u centralnom nadzornom upravljanju (može ali i ne mora biti povezan sa zaštitnim sustavom). Pod tim podsustavima podrazumijevamo sustave upravljanja rasvjetom, kako unutarnjom tako i vanjskom, automatske klimatizacijske sustave, KGHV (reguliranje prema izmjerenoj temperaturi), alarmne sustave, sustave za video nadzor i mnoge druge. Različiti podsustavi neke građevine mogu se tako automatizirati integracijom raznih tehničkih sustava u jednu funkcionalnu jedinicu, sa sučeljem jednostavnim za uporabu. Razvojem tehnologija javljaju se sve moderniji sustavi upravljanja i optimiziranja

potrošnje te nadzora energetske procesa. Takvi sustavi u sebi objedinjuju centralizirano ili decentralizirano upravljanje:

rasvjetom (po tipu i grupama), sustavom za kondicioniranje zraka (grijanje/hlađenje/ odvlaživanje/ventilacija), elementima zaštite od Sunca i sl. Nadzorni sustavi također uključuju i instalacije nadzora zgrade, vatrodojavu, nadzor otvaranja prozora i vrata (mikroprekidači) te povezivanje i dojavu sigurnosnog alarma. Baza sustava je računalni program koji je podešen tako da optimalno vodi sustav, s jedne strane da se postignu normalni radni/životni uvjeti; a sa druge strane da se minimalizira potrošnja i/ili smanji trošak. Sve periferije su spojene direktno u sustav (npr. mikroprekidači na sustavu za otvaranje prozora, smart light sustavi ili pak rasvjeta u garažama i detekcija CO). Po prethodno uvrštenim vrijednostima, sustav se automatski prilagođava svim vanjskim i unutarnjim promjenama kao što su promjena temperature, vlažnosti i količine zraka te razine rasvjetljenosti te promptno reagira na svaku promjenu.

Naravno, ukoliko postoji potreba za lokalno upravljanje, svaka jedinica mora imati svoje regulatorske jedinice. Ovakva rješenja prilagođena su potrebama korisnika koja ekonomično rade za vrijeme čitavog životnog ciklusa objekta i omogućuju korisniku povećanje sigurnosti i komfora svih korisnika objekata, visok stupanj integracije svih upravljačkih sustava, povećanje raspoloživosti svih tehničkih sustava (klima, ventilacija, grijanje, rasvjeta, sigurnosni sustavi, protupožarna zaštita, električno napajanje) i komunikacijsko-informatičkih sustava, optimiranje potrošnje svih oblika energije i produljenje životnog vijeka objekata uz smanjenje troškova održavanja.

#### Kompenziranje jalove energije

S obzirom da se upravljački sustav sastoji od niza sigurnosnih i upravljačkih elemenata, poseban naglasak treba staviti na kompenzacijski sustav. Naime profil određenih trošila ima induktivni karakter, te iako su predviđeni sustavi (npr. rasvjeta) s tog aspekta dovoljno lokalno kompenzirani, preporuča se ugradnja zajedničke kompenzacije (kompenzacijskih baterija) odmah do brojila potrošnje električne energije, kako bi se eliminirali utjecaji neplanskih ili naknadno ugrađenih nekompenziranih grupa trošila. Ovakav sustav često ima brz povrat investicije (do godinu-dvije dana) i zapravo predstavlja standard u modernim projektima elektroinstalacija koji često nije potrebno zasebno isticati.

Koraci u proceduri stjecanja statusa povlaštenog proizvođača u sustavu poticaja za jednostavne građevine

#### Prvi korak: Priprema projekta

Ishođenje Prethodne elektroenergetske suglasnosti i potpisivanje Ugovora o otkupu električne energije.

U svrhu sagledavanje mogućnosti priključka postrojenja na distribucijsku elektroenergetsku mrežu, nositelj projekta treba od operatora distribucijskog sustava zatražiti izdavanje prethodne elektroenergetske suglasnosti (PEES). Uz sam zahtjev potrebno je priložiti idejni projekt i dokaz o pravu gradnje. HEP-ODS na temelju izjave ovlaštenog projektanta da je postrojenja za proizvodnje električne energije jednostavna građevina utvrđuje da se radi o jednostavnoj građevini. Istovremeno s izdavanjem PEES-a HEP-ODS provjerava da li je moguće sklapanje Ugovora o otkupu, odnosno da li je ispunjeno ograničenje ukupne snage (članak 12. točka 5. Tarifnog sustava). U postupku izdavanja PEES-a, HEP-ODS s nositeljem projekta sklapa i Ugovor o priključenju, te projekt upisuje u Registar OIEKPP. Zahtjevom za izdavanjem prethodne elektroenergetske suglasnosti nositelj projekta započinje postupak stjecanja statusa povlaštenog proizvođača. S Ugovorom o priključenju, HEP-ODS dostavlja nositelju projekta na potpis i Ugovor o otkupu električne energije koji nositelj projekta sklapa s HROTE-om. Potpisani Ugovor o otkupu električne energije nositelj projekta dostavlja HROTE-u. Ugovor se sklapa na određeno vrijeme od 14 godina i za vrijeme njegovog trajanja HROTE će otkupljivati električnu energiju po poticajnoj cijeni. Potrebno je naglasiti da ovaj ugovor stupa na snagu nakon izdavanja Dozvole za trajni pogon elektrane s distribucijskom mrežom.

#### Drugi korak: Puštanje u pogon

-----  
INVESTITOR: ŠISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA, STJEPANA I  
ANTUNA RADIĆA 36, SISAK  
GRAĐEVINA: GRADNJA ZAMJENSKE GRAĐEVINE -DOMA  
ZDRAVLJA  
MJESTO GRADNJE: ČAKOVEC  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, dipl.ing.arh.

**URED OVLAŠTENOG ARHITEKTA**  
**JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.**

DATUM: 07.2022.  
BR.TEH.DN: 03/22

Izgradnja postrojenja i aktivacija Ugovora o otkupu Izgradnju postrojenja treba obaviti ovlašteni instalater s odgovarajućim certifikatom. Do donošenja kriterija i mjerila za utvrđivanje sustava kvalitete usluga i radova i potpune uspostave sustava ovlašćivanja i izdavanja certifikata ovlašteni instalater je fizička ili pravna osoba registrirana za obavljanje elektroinstalacijskih radova koja ima zaposlenog najmanje jednog ovlaštenog inženjera elektrotehnike. Paralelno s izgradnjom postrojenja, HEP-ODS gradi priključak postrojenja na elektroenergetsku mrežu. Nakon izgradnje postrojenja, ovlašteni instalater, odnosno izvođač radova treba pregledati instalirano postrojenje i utvrditi da su radovi i instalacije izvedeni prema važećim normama i pravilnicima. Nositelj projekta predaje HEP-ODS-u zahtjev za izdavanje Elektroenergetske suglasnosti (EES) i priključenje, uz koji prilaže glavni projekt postrojenja, dokaz o uplati troškova, tipski plan i program ispitivanja u pokusnom radu, izjavu izvođača o preuzimanju odgovornosti tijekom pokusnog rada, potvrdu o uporabljivosti izvedene električne instalacije, izjavu o završnom pregledu i ispitivanju električne instalacije, te Ugovor o otkupu električne energije. Na temelju predane dokumentacije, HEP- ODS izdaje EES, i sklapa s nositeljem Ugovor o korištenju mreže. Nositelj projekta je dužan sklopiti i Ugovor o opskrbi s tvrtkom ovlaštenom za opskrbu električnom energijom. Prije trajnog priključenja elektrane na mrežu, nositelj projekta je dužan u pokusnom radu dokazati da elektrana ispunjava tražene uvjete za paralelni pogon s distribucijskom elektroenergetskom mrežom. Pokusni rad elektrane provodi voditelj ispitivanja, uz nadzor predstavnika HEP-ODS-a.

Nakon uspješno provedenog ispitivanja, voditelj ispitivanja je dužan dostaviti HEP-ODS-u konačno izvješće, kojim se jednoznačno iskazuje spremnost elektrane za trajni primjereni paralelni pogon s mrežom. Na temelju dostavljenog izvješća HEP-ODS izdaje dozvolu za trajni pogon elektrane s distribucijskom mrežom, čime postrojenje stječe pravo na trajno priključenje elektrane na mrežu, te se aktivira Ugovor o otkupu električne energije sklopljen s HROTE-om.

Izrađivač:

Jurica Hajdarović, mag.inž.arh.

-----  
PROJEKTANT: JURICA HAJDAROVIĆ, mag.inž.arh.  
VRSTA PROJEKTA: ELABORAT ALTERNATIVNIH SUSTAVA OPSKRBE  
ENERGIJOM

List.br. 71