



REŠETAR d.o.o.

projektiranje, nadzor, konzalting, inženjering, energetska certificiranje
33520 Slatina, Cvjetna 1/3, Tel / fax : 033 / 552 – 732

ANALIZA ENERGETSKIH UŠTEDA

INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA VOĆIN, TRG GOSPE VOĆINSKE 2, VOĆIN, OIB: 48802201353
GRADEVINA:	OSNOVNA ŠKOLA VOĆIN - ENERGETSKA OBNOVA
LOKACIJA:	TRG GOSPE VOĆINSKE 2, VOĆIN

GLAVNI PROJEKTANT:	<p>SNJEŽANA STIPEČ, dipl.ing.arh.</p> <p></p>
--------------------	--

PROJEKTANT:	<p>BRANKO REŠETAR, dipl.ing.stroj.</p> <p></p>
Z.O.P.	47/16
T.D.	106/16- UE

PROJEKTANT SURADNIK :	MATEJ REŠETAR, mag.ing.stroj.
-----------------------	-------------------------------

Slatina, 10. 2016.

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj



**EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDOVI**

Na temelju članka 51 Zakona o gradnji (NN 153/13), donosi se :



Europska unija
Zajedno do fondova EU

RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANATA

I kojim se određuju Projektanti na izradi glavnog projekta za :

INVESTITOR: OSNOVNA ŠKOLA VOĆIN, TRG GOSPE VOĆINSKE 2, VOĆIN

GRAĐEVINA: OSNOVNA ŠKOLA VOĆIN –ENERGETSKA OBNOVA

LOKACIJA: TRG GOSPE VOĆINSKE 2, VOĆIN

Z.O.P. 47/16

Te se imenuje :

1. PROJEKTANT ARHITEKTONSKOG PROJEKTA: SNJEŽANA STIPEČ, dipl.ing.arh.
2. PROJEKTANT ELEKTROTEHNIČKOG PROJEKTA: DAVOR KNOCHL, dipl.ing.el.
3. PROJEKTANT STROJARSKOG PROJEKTA: BRANKO REŠETAR, dipl.ing.stroj.
4. PROJEKTANT ELABORATA UŠTEDA ENERGIJE: BRANKO REŠETAR, dipl.ing.stroj.

II Projektant je odgovoran da projekt koji izrađuje ispunjava propisane uvjete, temeljne zahtjeve za građevinu, zahtjeve propisane za energetska svojstva zgrada, da je usklađena sa odredbama Zakona o gradnji.

OBRAZLOŽENJE

Imenovani Projektanti upisani su u Komoru ovlaštenih inženjera, te su ispunili uvjete predviđene Zakonom o gradnji, te je odlučeno kao u izreci ovog Rješenja.

Slatina, 10. 2016.

Direktor :
Snježana Stipeč, dipl.ing.arh.

Branko Rešetar dipl.ing.stroj.
REŠETAR d.o.o.

Slatina, Cvjetna I/3

Temeljem članka 52. stavak 1. Zakona o gradnji (NN 153/13) izdaje se:

IZJAVA PROJEKTANTA

Ovlašteni inženjer : Branko Rešetar dipl.ing.stroj.

Oznaka rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva: UP/I-310-01/04-04/1400

Broj projekta: 106/16-UE

Investitor : Osnovna škola Voćin, Trg Gospe Voćinske 2, Voćin , OIB: 48802201353

Građevina : Osnovna škola – energetska obnova

Lokacija : Voćin, Trg Gospe Voćinske 2

Ovaj projekt usklađen je sa:

Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN BR 76/2007, 90/11)

Ovaj projekt je usklađen s člankom 14. Zakona o zaštiti od požara (NN RH broj 114/03).

Ovaj projekt je usklađen s člankom 93. Zakona o zaštiti na radu (NN RH broj 59/96).

U Slatini, listopad 2016.g.

Projektant:
Branko Rešetar, dipl.ing.str.
ovlašteni inženjer strojarstva

1. POSTOJEĆE STANJE - GRAĐEVINSKO - ARHITEKTONSKI I STROJARSKI

TOPLINSKA ENERGIJA

Sustav grijanja:	Centralno
Grijanje s prekidima ili podešenom nižom temperaturom:	Isprekidano grijanje
Udio vremena s definiranom unutarnjom temperaturom – $f_{H,hr}$ (režim rada termotehničkog sustava za grijanje):	0,45
Omjer dana u tjednu s definiranom unutarnjom temperaturom (za hlađenje) – $f_{C,day}$:	0,71
Vrsta energenta za grijanje:	Ukapljeni naftni plin, loživo ulje
Vrsta i način korištenja obnovljivih izvora energije:	
Udio obnovljive energije u potrebnoj energiji za grijanje [%]:	0,00

Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje (prema HRN EN 13790:2008)

Potrebni podaci	Oznaka	Vrijednost	Mjerna jedinica
Oplošje grijanog dijela zgrade	A	7.478,72	[m ²]
Obujam grijanog dijela zgrade	V _e	18.483,00	[m ³]
Obujam grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11)	V	14.370,36	[m ³]
Faktor oblika zgrade	f ₀	0,40	[m ⁻¹]
Ploština korisne površine	A _K	3.159,69	[m ²]
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računane s vanjskim dimenzijama	A _f	4.463,16	[m ²]

PODACI O ZONAMA**Z1- ŠKOLA****ZADANA ZONA**

Obujam grijanog dijela, V_e (m ³):	8.082,00
Neto obujam, V (m ³):	6.465,60
Ploština korisne površine, A_k (m ²):	1.921,00
Bruto podna površina, A_f (m ²):	2.226,00
Oplošje grijanog dijela, A (m ²):	3.935,77
Faktor oblika, f_o (m ⁻¹):	0,49
Proj. unutar. temp. grijanja, $\Theta_{int,set,H}$ (°C):	20
Proj. unutar. temp. hlađenja, $\Theta_{int,set,C}$	26
Vremenska konstanta, τ (h):	23,11
Toplinski kapacitet, C_m (MJ/K):	578,76
Unutarnji dobitak po jed. površ. A_k (W/m ²):	5

Korištenje zone:

Grijanje sat/dan, dan/tjedan	15	5
Faktor prekidnog grijanja, f_H , hr (-)		0,45
Hlađenje dan/tjedan	-	5
Faktor prekidnog hlađenja, f_C , day (-)		0,71

Dani nekorisćenja zone

mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
dani nekorisćenja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka, H_{tr} (W/K)Direktni toplinski gubici kroz **neprozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef. topl. proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl. gubitak AU (W/K)
Z1-S	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/S	1,40	131,7	197,6
Z1-E	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/E	1,40	153,8	230,7
Z1-N	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/N	1,40	266,7	400,1
Z1-W	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/W	1,40	137,0	205,5
Z2-S	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/S	2,68	49,4	137,3
Z2-N	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/N	2,68	58,7	163,3
Z2-W	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/W	2,68	43,1	119,8
Z2-E	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/E	2,68	42,7	118,6
Z3-S	Z3 - AB STUPOVI- ŠKOLA	90/S	2,38	26,1	64,7
S1	S1 - STROP PREMA TAVANU	0/Hor	1,97	1055,8	2185,6
Ukupno:				1965,1	3823,2

* toplinski gubici su računati sa povećanim koeficijentom prolaska topline za $\Delta U_{TM} = 0,1$ W/(m²·K).Direktni toplinski gubici kroz **prozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef. topl. proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl. gubitak AU (W/K)
O1-N	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/N	2,50	71,1	177,8

O1-W	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/W	2,50	92,3	230,7
O1-E	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/E	2,50	100,8	252,0
O2-S	O2-PVC PROZORI ŠKOLE JUG- BRISOLEI	90/S	2,50	205,6	513,9
O4-W	O4-PVC VJETROBRAN	90/W	2,50	17,3	43,2
Ukupno:				487,0	1217,5

Koeficijent toplinskog gubitka kroz tlo, Hg (W/K)

naziv	visina zid. u tlu z (m)	ploština poda, A (m²)	izloženi opseg,	period. koef., Hpe (W/K)	topl. gubitak, Hg (W/K)
POD PRIZEMLJA ŠKOLE		612,7	132,1	82,5	204,0
POD SUTERENA ŠKOLE	1,1	441,6	70,5	63,6	165,9
Ukupno:		1.054,3	202,7	146,1	369,9

Koeficijent toplinskih gubitaka kroz negrijane prostorije, Hu (W/K)

naziv	neto obujam, V (m³)	br. izmj. zraka,	korekcijski faktor, b (-)	topl. gubitak, Hu (W/K)
NEGRIJANI PODRUM	173,1	0,1	0,70	165,2
Ukupno:		173,1		165,2

Koeficijent toplinskih gubitaka kroz susjedne zone, HA (W/K)

naziv	koef.topl.proh. U (W/m²K)	površina A (m²)	topl.gubitak AU (W/K)
Z11-N	1,40	28,3	42,5
Z11-W	1,40	19,9	29,9
S3	2,02	61,2	129,7
Z8	1,93	50,4	102,2
Ukupno:		159,7	304,2

Koeficijent toplinskog gubitka zbog provjetravanja, Hve (W/K)

naziv	obujam zraka, V (m³)	br. izmj. zraka, n (1/h)	topl. gubitak Hve (W/K)
Faktor prekida ventilacije, fV, hr (-) Zrakopropusnost zgrade, n50 (h-1) Koeficijent zaštićenosti od vjetra, e (-)	Proj. protok zraka zbog meh. provj., Vf (m³/s)	Iskor. sust. za povrat topline., ηv (-)	
Ventilacijski gubitak	6465,6	0,5	1077,6
Ukupno:		6465,6	1077,6

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka:

- direktnih, HD (W/K) 5.040,7
- kroz tlo, Hg (W/K) 369,9
- kroz negrijane prostorije, Hu (W/K) 165,2
- kroz negrijane prostorije - staklenike, Hus 0,0
- kroz susjedne prostorije, HA (W/K) 304,2

Koef. transmisijskih topl. gubitaka, Htr,adj (W/K) 5.880,0

**Koef.ventilacijskih topl. gubitaka, $H_{ve,adj}$
(W/K)**

1.077,6

**Koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka, H
(W/K)**

6.957,6

Toplinski dobici od sunca, Q_{sol} (kWh)

naziv	oznaka		nagib/ orijentacija		površina, A (m²)		1-F _f	F _c	F _{sh}	g	A _{ef} =A*(1-F _f)* F _{sh} *F _c *g*F _w (m²)	
solarni dobici za mjesec, Q_{sol} (kWh)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-N		N/90		71,10		0,80	0,75	0,91	0,80	27,9	
	435	575	978	1281	1607	1661	1661	1452	1048	753	443	326
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-W		W/90		92,26		0,80	0,75	0,89	0,80	35,5	
	1104	1498	2513	3370	3961	4070	4198	3833	3035	2138	1015	650
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-E		E/90		100,80		0,80	0,75	0,89	0,80	38,8	
	1206	1636	2745	3682	4328	4446	4586	4188	3316	2336	1109	711
O2-PVC PROZORI ŠKOLE JUG-BRISOLEI	O2-S		S/90		205,56		0,80	0,40	0,90	0,80	42,6	
	2795	3126	3932	3920	3766	3553	3778	4062	4323	4204	2309	1492
O4-PVC VJETROBRAN	O4-W		W/90		17,28		0,80	1,00	0,89	0,80	8,9	
	276	374	627	841	989	1016	1048	957	758	534	253	162
Ukupni mjes. dob. od sunca, Q_{sol} (kWh)	5816	7209	10795	13094	14651	14746	15271	14492	12480	9965	5129	3341

Unutarnji dobici topline računati sa zadanom vrijednošću, Q_{int} (kWh)

Korisna površina zgrade, A_k (m²) 1.921,0

Unutarnji dobitak po 1m² korisne površine (W/m²) 5,0

Unutarnji topl. dob. računat sa zadanom vrijed., (W) 9.605,0

Potrebna energija za grijanje, $Q_{H,nd}$ (kWh)

Vremenska konstanta: $\tau = C_m/H = 23,11$ (h)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_H = Q_{H,g}/Q_{H,ht} = (Q_{H,int} + Q_{H,sol})/(Q_{H,tr} + Q_{H,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja dobitaka:

$\eta_{H,g} = (1 - \gamma_{Ha})/(1 - \gamma_{Ha} + 1)$ za $\gamma_H > 0$ i $\gamma_H < > 1$

$\eta_{H,g} = a/(a+1)$ za $\gamma_H = 1$

$\eta_{H,g} = 1/\gamma_H$ za $\gamma_H < 0$

Gdje je: $aH = aH_o + \tau/\tau H_o = 1 + 23,11/15 = 2,54$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $aH_{red} = 1 - bH_{red}(\tau H_o/\tau)\gamma_H(1-fH,hr)$ (-), gdje je $bH_{red}=3$

Transmisijski gubici za mjesec: $Q_{tr} = (H_D + H_u + H_{us}) (\Theta_i - \Theta_e) t + Q_g + Q_A$ (kWh)

- kroz tlo, $Q_g = H_g (\Theta_i - \Theta_e) t + H_{pe} \Theta_e \cos(2n(m-\tau-\beta)/12) t$

- kroz susjedne zone (y), $Q_A = H_A (\Theta_i - \Theta_y) t$

gdje je: t - trajanje mjesečnog razdoblja grijanja (h), Θ_e - prosječna godišnja vanjska temperatura (°C), Θ_e - mjesečno odstupanje od prosječne godišnje vanjske temperature (°C), m - broj mjeseca, τ - mjesec sa minimalnom temperaturom (pretpostavlja se 1), β - vremenski pomak (uzimima se 1 ili 2 ovisno o tipu poda), Θ_y - unutarnja temperatura susjedne zone (°C), H_{pe} - vanjski periodički koeficijent prijenosa topline (W/K)

	mjesec	vanj. temp. Θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutrašnji dobici Q_{int} (kWh)	solarni dobici Q_{sol} (kWh)	ukup. dobici $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. dobit. $\eta_{H,gn}$ (-)	faktor umanj. $\alpha_{H,red}$ (-)	potrebna topl. za grijanje $Q_{nd,H}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	80.305	16.355	96.661	7.146	5.816	12.962	0,13	0,995	0,86	71.655
2	veljača	1,3	66.600	13.542	80.142	6.455	7.209	13.664	0,17	0,991	0,82	54.363
3	ožujak	5,7	57.253	11.465	68.718	7.146	10.795	17.941	0,26	0,975	0,72	36.800
4	travanj	10,6	37.514	7.293	44.807	6.916	13.094	20.010	0,45	0,924	0,52	13.644
5	svibanj	15,8	18.662	3.367	22.029	7.146	14.651	21.797	0,99	0,721	0,45	2.816
6	lipanj	19,1	5.281	698	5.980	6.916	14.746	21.662	3,62	0,268	0,45	74
7	srpanj	20,7	-1.201	-561	-1.762	7.146	15.271	22.417	-12,72	0,000	1,00	0
8	kolovoz	20,1	1.051	-80	971	7.146	14.492	21.638	22,29	0,045	0,45	1
9	rujan	15,1	20.337	3.802	24.139	6.916	12.480	19.396	0,80	0,791	0,45	3.928
10	listopad	10,3	40.019	7.777	47.796	7.146	9.965	17.111	0,36	0,952	0,61	19.350
11	studen	5,6	56.293	11.173	67.466	6.916	5.129	12.045	0,18	0,990	0,81	44.858
12	prosinac	0,0	79.246	16.035	95.281	7.146	3.341	10.487	0,11	0,997	0,88	74.759
Ukupno:			461.361	90.865	552.226	84.140	126.989	211.129				322.247

Potrebna energija za hlađenje, $Q_{nd,C}$ (kWh)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_C = Q_{C,gn}/Q_{C,ht} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol})/(Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja gubitaka:

$\eta_{C,ls} = (1 - \gamma_C - a)/(1 - \gamma_C - (a+1))$ za $\gamma_C > 0$ i za $\gamma_C < -1$

$\eta_{C,ls} = a/(a+1)$ za $\gamma_C = 1$

$\eta_{C,ls} = 1$ za $\gamma_C < 0$

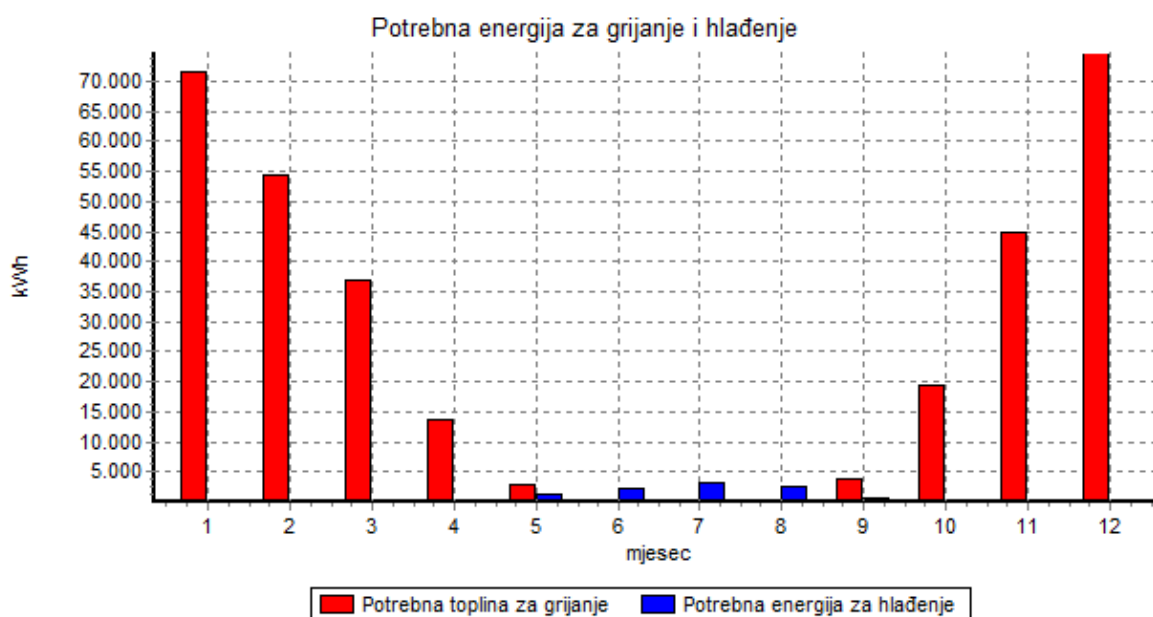
Gdje je: $a_C = a_{C,o} + \tau/\tau_{C,o} = 1 + 23,11/15 = 2,54$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $\alpha_{C,red} = 1 - b_{C,red}(\tau_{C,o}/\tau)\gamma_C(1 - f_{C,day})$ (-), gdje je $b_{C,red} = 3$

	mjesec	vanj. temp. Θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutrašnji dobici Q_{int} (kWh)	solarni dobici Q_{sol} (kWh)	ukup. dobici $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. gubit. $\eta_{C,ls}$ (-)	faktor umanj. $\alpha_{C,red}$ (-)	potrebna en. za hlađenje $Q_{nd,C}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	105.196	21.166	126.362	7.146	5.815	12.961	0,10	0,997	0,94	32
2	veljača	1,3	89.082	17.886	106.968	6.455	7.209	13.664	0,13	0,995	0,93	63
3	ožujak	5,7	82.144	16.275	98.419	7.146	10.794	17.940	0,18	0,989	0,90	175
4	travanj	10,6	61.601	11.948	73.550	6.916	13.094	20.010	0,27	0,973	0,85	453
5	svibanj	15,8	43.553	8.178	51.730	7.146	14.650	21.796	0,42	0,932	0,77	1.130
6	lipanj	19,1	29.369	5.354	34.722	6.916	14.745	21.661	0,62	0,860	0,71	2.163
7	srpanj	20,7	23.690	4.249	27.939	7.146	15.271	22.417	0,80	0,791	0,71	3.340
8	kolovoz	20,1	25.941	4.730	30.671	7.146	14.491	21.637	0,71	0,829	0,71	2.645
9	rujan	15,1	44.424	8.457	52.881	6.916	12.479	19.395	0,37	0,949	0,80	785
10	listopad	10,3	64.909	12.587	77.496	7.146	9.964	17.110	0,22	0,983	0,88	251
11	studen	5,6	80.380	15.828	96.208	6.916	5.129	12.045	0,13	0,995	0,93	53
12	prosinac	0,0	104.137	20.845	124.982	7.146	3.341	10.487	0,08	0,999	0,95	13
Ukupno:			754.425	147.504	901.928	84.140	126.982	211.122				11.105

Potrebna toplotna energija za pripremu PTV, Qw (kWh)

Namjena zone:	ostalo	
Korisna površina:	1920 ()	
Dani/tjedan potrošnje PTV, d (dana):	5	
Potrebna toplotna energija za pripremu PTV, Qw (kWh):	2.762	



$Q_{H,nd} = 322.247 \text{ (kWh)} = 1.160.090 \text{ (MJ)}$

$Q_{C,nd} = 11.105 \text{ (kWh)} = 39.978 \text{ (MJ)}$

$Q''_{H,nd} = 168 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{H,nd,dop} = 30 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

NE zadovoljava!

$Q''_{C,nd} = 6 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{C,nd,dop} = 50 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

ZADOVOLJAVA!

Proračun konačne i primarne energije (kWh/a) te emisije CO2 (t/kWh)

Grijanje:	
Godišnja potrebna energija za grijanje, QH,nd (kWh/a)	322.247
Energent:	Ekstralako loživo ul
Ukupna efikasnost sustava grijanja, η_H	0,8483
Godišnja konačna energija za grijanje, QH (kWh/a)	379.874
Faktor primarne energije	1,138
Godišnja primarna energija za grijanje, Eprim(kWh/a)	432.297
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,30
Emisija CO2 (kg)	129.516,06

Hlađenje:	
Godišnja potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh/a)	11.105
Energent:	Električna energija
Ukupna efikasnost sustava hlađenja, η_C	1,0000
Godišnja konačna energija za hlađenje, QC (kWh/a)	11.105
Faktor primarne energije	0,798
Godišnja primarna energija za hlađenje, Eprim(kWh/a)	8.862
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,23
Emisija CO2 (kg)	2.080,74

PTV:	
Godišnja potrebna en. za pripremu PTV, QW,nd (kWh/a)	2.762
Energent:	Ekstralako loživo ul
Ukupna efikasnost sustava za pripremu PTV, η_W	0,8924
Godišnja konačna energija za pripremu PTV, QW (kWh/a)	3.095
Faktor primarne energije	1,138
Godišnja primarna en. za pripremu PTV, Eprim(kWh/a)	3.522
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,30
Emisija CO2 (kg)	1.055,27

Rasvjeta:	
Godišnja potrebna energija za rasvjetu, QEL,nd (kWh/a)	57.630
Faktor primarne energije	0,798
Godišnja primarna energija za rasvjetu, Eprim(kWh/a)	45.989
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,23
Emisija CO2 (kg)	10.798,16

Ukup. god. konačna en., QH+QC+QW+Wt (kWh/a)	451.704,09
Ukupna godišnja primarna energija (kWh/a)	490.669,36
Ukupna godišnja Emisija CO2 (kg)	143.450,23

PODACI O ZONAMA**Z2-DVORANA**

Obujam grijanog dijela, Ve (m ³):	10.170,00
Neto obujam, V (m ³):	7.729,20
Ploština korisne površine, Ak (m ²):	1.187,00
Bruto podna površina, Af (m ²):	2.176,00
Oplošje grijanog dijela, A (m ²):	3.636,19
Faktor oblika, fo (m ⁻¹):	0,36
Proj. unutar. temp. grijanja, $\Theta_{int,set,H}$ (°C):	20
Proj. unutar. temp. hlađenja, $\Theta_{int,set,C}$	26
Vremenska konstanta, τ (h):	35,21
Toplinski kapacitet, Cm (MJ/K):	565,76
Unutarnji dobitak po jed. površ. Ak (W/m ²):	5

Korištenje zone:

Grijanje sat/dan, dan/tjedan	16	7
Faktor prekidanog grijanja, fH,hr (-)		0,67
Hlađenje dan/tjedan	-	7
Faktor prekidanog hlađenja, fC,day (-)		1,00

Dani nekorištenja zone

mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
dani nekorištenja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Koeficijent transmisijских toplinskih gubitaka, Htr (W/K)Direktni toplinski gubici kroz **neprozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma AiUi$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef.topl.proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl.gubitak AU (W/K)
Z5-S	Z5 - AB ELEMENTI-DVORANA	90/S	0,35	36,5	16,4
Z5-N	Z5 - AB ELEMENTI-DVORANA	90/N	0,35	27,3	12,3
Z5-W	Z5 - AB ELEMENTI-DVORANA	90/W	0,35	14,6	6,6
Z5-E	Z5 - AB ELEMENTI-DVORANA	90/E	0,35	24,5	11,0
Z6-E	Z6 - AB STUPOVI-DVORANA	90/E	0,33	42,6	18,3
Z6-W	Z6 - AB STUPOVI-DVORANA	90/W	0,33	41,7	17,9
Z6-N	Z6 - AB STUPOVI-DVORANA	90/N	0,33	15,8	6,8
Z4-S	Z4 - ZID OD BLOK OPEKE- DVORANA	90/S	0,30	176,8	70,7
Z4-N	Z4 - ZID OD BLOK OPEKE- DVORANA	90/N	0,30	207,8	83,1
Z4-W	Z4 - ZID OD BLOK OPEKE- DVORANA	90/W	0,30	213,6	85,4
Z4-E	Z4 - ZID OD BLOK OPEKE- DVORANA	90/E	0,30	248,8	99,5
K1-E	K1 - KROV DVORANE	15/E	0,25	544,0	190,4
K1-W	K1 - KROV DVORANE	15/W	0,25	569,9	199,5
K2-E	K2 - KROV ANEKSA	15/E	0,28	23,3	8,9
K2-S	K2 - KROV ANEKSA	15/S	0,28	23,3	8,9
S4	S4 - STROP ANEKSA DVORANE PREMA TAVANU	0/Hor	0,25	20,7	7,2
Ukupno:				2231,1	842,9

* toplinski gubici su računati sa povećanim koeficijentom prolaska topline za $\Delta U_{TM} = 0,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Direktni toplinski gubici kroz **prozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orientacija	koef.topl.proh. U (W/m²K)	površina A (m²)	topl.gubitak AU (W/K)
O3-W	O3 - PROZORI DVORANE	90/W	1,80	58,8	105,8
O3-E	O3 - PROZORI DVORANE	90/E	1,80	58,8	105,8
O3-N	O3 - PROZORI DVORANE	90/N	1,80	11,9	21,4
O3-S	O3 - PROZORI DVORANE	90/S	1,80	42,3	76,1
Ukupno:				171,8	309,2

Koeficijent toplinskog gubitka kroz tlo, H_g (W/K)

naziv	visina zid. u tlu z (m)	ploština poda, A (m²)	izloženi opseg,	period. koef., H _{pe} (W/K)	topl. gubitak, H _g (W/K)
POD DVORANE		923,3	115,4	27,8	114,9
POD SVLAČIONICA		190,9	50,1	13,3	35,8
Ukupno:		1.114,2	165,5	41,1	150,6

Koeficijent toplinskih gubitaka kroz susjedne zone, H_A (W/K)

naziv	koef.topl.proh. U (W/m²K)	površina A (m²)	topl.gubitak AU (W/K)
Z8	1,93	50,4	102,2
Ukupno:		50,4	102,2

Koeficijent toplinskog gubitka zbog provjetravanja, H_{ve} (W/K)

naziv			obujam zraka, V (m³)	br. izmj. zraka, n (1/h)	topl. gubitak Hve (W/K)
Faktor prekida ventilacije, fV,hr (-)	Zrakopropusnost zgrade, n50 (h-1)	Koeficijent zaštićenosti od vjetra, e (-)	Proj. protok zraka zbog meh. provj., Vf (m3/s)		Iskor. sust. za povrat topline., nv (-)
Ventilacijski gubitak			7729,2	0,5	1288,2
Ventilacijski gubitak			7729,2		1770,4
0,42	1,00	0,10	3,00		
Ukupno:			15458,4		3058,6

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka:

- direktnih, H_D (W/K) 1.152,1
- kroz tlo, H_g (W/K) 150,6
- kroz negrijane prostorije, H_u (W/K) 0,0
- kroz negrijane prostorije - staklenike, H_{us} 0,0
- kroz susjedne prostorije, H_A (W/K) 102,2

Koef. transmisijskih topl. gubitaka, $H_{tr,adj}$ (W/K) 1.405,0

Koef. ventilacijskih topl. gubitaka, $H_{ve,adj}$ (W/K) 3.058,6

**Koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka, H
(W/K)**

4.463,6

Toplinski dobici od sunca, Qsol (kWh)

naziv	oznaka		nagib/ orijentacija		površina, A (m²)		1-Ff	Fc	Fsh	g	Aef=A*(1-Ff)* Fsh*Fc*g*Fw (m²)	
solarni dobici za mjesec, Qsol (kWh)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
O3 - PROZORI DVORANE	O3-W		W/90		58,80		0,70	1,00	0,89	0,80	26,4	
	821	1114	1868	2506	2946	3026	3121	2850	2257	1590	755	484
O3 - PROZORI DVORANE	O3-E		E/90		58,80		0,70	1,00	0,89	0,80	26,4	
	821	1114	1868	2506	2946	3026	3121	2850	2257	1590	755	484
O3 - PROZORI DVORANE	O3-N		N/90		11,90		0,70	1,00	0,91	0,80	5,5	
	85	112	191	250	314	324	324	283	205	147	86	64
O3 - PROZORI DVORANE	O3-S		S/90		42,27		0,70	1,00	0,90	0,80	19,2	
	1257	1406	1768	1763	1694	1598	1699	1827	1944	1891	1039	671
Ukupni mjes. dob. od sunca, Qsol (kWh)	2984	3746	5695	7025	7900	7974	8265	7810	6663	5218	2635	1703

Unutarnji dobici topline računati sa zadanom vrijednošću, Qint (kWh)

Korisna površina zgrade, Ak (m2) 1.187,0
 Unutarnji dobitak po 1m2 korisne površine (W/m2) 5,0
 Unutarnji topl. dob. računat sa zadanom vrijed., (W) 5.935,0

Potrebna energija za grijanje, QH,nd (kWh)

Vremenska konstanta: $\tau = C_m/H = 35,21$ (h)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\eta_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht} = (Q_{H,int} + Q_{H,sol})/(Q_{H,tr} + Q_{H,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja dobitaka:

$\eta_{H,gn} = (1 - \gamma_{Ha})/(1 - \gamma_{Ha} + 1)$ za $\gamma_{H>0}$ i $\gamma_{H<>1}$

$\eta_{H,gn} = a/(a+1)$ za $\gamma_H=1$

$\eta_{H,gn} = 1/\gamma_H$ za $\gamma_H<0$

Gdje je: $a_H = a_{H,o} + \tau/\tau_{H,o} = 1 + 35,21/15 = 3,35$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $a_{H,red} = 1 - b_{H,red}(\tau_{H,o}/\tau)\gamma_H(1-f_{H,hr})$ (-), gdje je $b_{H,red}=3$

Transmisijski gubici za mjesec: $Q_{tr} = (H_D + H_u + H_{us}) (\Theta_i - \Theta_e) t + Q_g + Q_A$ (kWh)

- kroz tlo, $Q_g = H_g (\Theta_i - \Theta_e) t + H_{pe} \Theta_e \cos(2\pi(m-\tau-\beta)/12) t$

- kroz susjedne zone (y), $Q_A = H_A (\Theta_i - \Theta_y) t$

gdje je: t - trajanje mjesečnog razdoblja grijanja (h), Θ_e - prosječna godišnja vanjska temperatura (°C), Θ_e - mjesečno odstupanje od prosječne godišnje vanjske temperature (°C), m - broj mjeseca, τ - mjesec sa minimalnom temperaturom (predpostavlja se 1), β - vremenski pomak (uzimima se 1 ili 2 ovisno o tipu poda), Θ_y - unutarnja temperatura susjedne zone (°C), H_{pe} - vanjski periodički koeficijent prijenosa topline (W/K)

	mjesec	vanj. temp. Θ_e (°C)	transmisijski gubici Qtr (kWh)	ventilacijski gubici Qve (kWh)	ukup. gubici Qls= Qtr+Qve (kWh)	unutarnji dobici Qint (kWh)	solarni dobici Qsol (kWh)	ukup. dobici Qgn =Qint+Qsol (kWh)	omjer dob/gub $\eta_{H,gn}$ s	iskor. dobit. $\eta_{H,gn}$ (-)	faktor umanj. $a_{H,red}$ (-)	potrebna topl. za grijanje Qnd,H (kWh)
1	siječanj	-0,4	18.152	46.422	64.574	4.416	2.984	7.400	0,11	0,999	0,95	54.389

2	veljača	1,3	15.083	38.436	53.518	3.988	3.746	7.734	0,14	0,999	0,94	42.973
3	ožujak	5,7	13.085	32.541	45.626	4.416	5.695	10.111	0,22	0,995	0,91	32.208
4	travanj	10,6	8.731	20.701	29.431	4.273	7.025	11.298	0,38	0,975	0,84	15.409
5	svibanj	15,8	4.575	9.558	14.133	4.416	7.900	12.316	0,87	0,820	0,67	2.690
6	lipanj	19,1	1.575	1.982	3.557	4.273	7.974	12.247	3,44	0,287	0,67	27
7	srpanj	20,7	126	-1.593	-1.466	4.416	8.265	12.681	-8,65	0,000	1,00	0
8	kolovoz	20,1	620	-228	393	4.416	7.810	12.226	31,12	0,032	0,67	0
9	rujan	15,1	4.911	10.791	15.702	4.273	6.663	10.936	0,70	0,886	0,70	4.229
10	listopad	10,3	9.305	22.073	31.378	4.416	5.218	9.634	0,31	0,987	0,87	19.013
11	studen	5,6	12.889	31.712	44.601	4.273	2.635	6.908	0,15	0,998	0,93	35.215
12	prosinac	0,0	17.947	45.512	63.459	4.416	1.703	6.119	0,10	1,000	0,96	54.986
Ukupno:			107.000	257.906	364.906	51.991	67.618	119.609				261.139

Potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_C = Q_{C,gn}/Q_{C,ht} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol})/(Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja gubitaka:

$\eta_{C,ls} = (1 - \gamma_C - a)/(1 - \gamma_C - (a+1))$ za $\gamma_C > 0$ i za $\gamma_C < -1$

$\eta_{C,ls} = a/(a+1)$ za $\gamma_C = 1$

$\eta_{C,ls} = 1$ za $\gamma_C < 0$

Gdje je: $aC = aC_o + \tau/\tau_{C,o} = 1 + 35,21/15 = 3,35$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $\alpha_{C,red} = 1 - b_{C,red}(\tau_{C,o}/\tau)\gamma_C(1-f_{C,day})$ (-), gdje je $b_{C,red}=3$

	mjesec	vanj. temp. θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutrašnji dobici Q_{int} (kWh)	solarni dobici Q_{sol} (kWh)	ukup. dobici $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. gubit. $\eta_{C,ls}$ (-)	faktor umanj. $\alpha_{C,red}$ (-)	potrebna en. za hlađenje $Q_{nd,C}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	23.967	60.076	84.043	4.416	2.984	7.400	0,09	1,000	1,00	4
2	veljača	1,3	20.336	50.768	71.103	3.988	3.746	7.734	0,11	0,999	1,00	5
3	ožujak	5,7	18.900	46.195	65.095	4.416	5.695	10.111	0,16	0,998	1,00	21
4	travanj	10,6	14.359	33.914	48.273	4.273	7.025	11.298	0,23	0,994	1,00	70
5	svibanj	15,8	10.391	23.211	33.602	4.416	7.898	12.314	0,37	0,978	1,00	274
6	lipanj	19,1	7.203	15.195	22.398	4.273	7.974	12.247	0,55	0,935	1,00	793
7	srpanj	20,7	5.942	12.061	18.003	4.416	8.265	12.681	0,70	0,883	1,00	1.483
8	kolovoz	20,1	6.436	13.426	19.862	4.416	7.811	12.227	0,62	0,914	1,00	1.054
9	rujan	15,1	10.539	24.004	34.543	4.273	6.663	10.936	0,32	0,986	1,00	159
10	listopad	10,3	15.121	35.727	50.848	4.416	5.218	9.634	0,19	0,997	1,00	29
11	studen	5,6	18.517	44.925	63.442	4.273	2.635	6.908	0,11	0,999	1,00	6
12	prosinac	0,0	23.762	59.166	82.928	4.416	1.703	6.119	0,07	1,000	1,00	0
Ukupno:			175.473	418.666	594.139	51.991	67.617	119.608				3.897

Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, Qw (kWh)

Namjena zone:	sportski objekti	
Korisna površina:	7 (tuš)	
Dani/tjedan potrošnje PTV, d (dana):	6	
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, Qw (kWh):	11.948	



$Q_{H,nd} = 261.139 \text{ (kWh)} = 940.102 \text{ (MJ)}$

$Q_{C,nd} = 3.897 \text{ (kWh)} = 14.030 \text{ (MJ)}$

$Q'_{H,nd} = 26 \text{ (kWh/m}^3\text{a)}$, $Q'_{H,nd,dop} = 30 \text{ (kWh/m}^3\text{a)}$

ZADOVOLJAVA!

$Q''_{C,nd} = 3 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{C,nd,dop} = 50 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

ZADOVOLJAVA!

Proračun konačne i primarne energije (kWh/a) te emisije CO₂ (t/kWh)

Grijanje:	
Godišnja potrebna energija za grijanje, Q _H ,nd (kWh/a)	261.139
Energent:	Ekstralako loživo ul
Ukupna efikasnost sustava grijanja, η _H	0,8483
Godišnja konačna energija za grijanje, Q _H (kWh/a)	307.839
Faktor primarne energije	1,138
Godišnja primarna energija za grijanje, E _{prim} (kWh/a)	350.320
Emisija CO ₂ (kg/kWh)	0,30
Emisija CO ₂ (kg)	104.955,96

Hlađenje:	
Godišnja potrebna energija za hlađenje, Q _C ,nd (kWh/a)	3.897
Energent:	
Ukupna efikasnost sustava hlađenja, η _C	1,0000
Godišnja konačna energija za hlađenje, Q _C (kWh/a)	3.897
Faktor primarne energije	0
Godišnja primarna energija za hlađenje, E _{prim} (kWh/a)	0
Emisija CO ₂ (kg/kWh)	0,00
Emisija CO ₂ (kg)	0,00

PTV:	
Godišnja potrebna en. za pripremu PTV, Q _W ,nd (kWh/a)	11.948
Energent:	Ekstralako loživo ul
Ukupna efikasnost sustava za pripremu PTV, η _W	0,8924
Godišnja konačna energija za pripremu PTV, Q _W (kWh/a)	13.389
Faktor primarne energije	1,138
Godišnja primarna en. za pripremu PTV, E _{prim} (kWh/a)	15.236
Emisija CO ₂ (kg/kWh)	0,30
Emisija CO ₂ (kg)	4.564,83

Ukup. god. konačna en., Q_H+Q_C+Q_W+W_t (kWh/a)	325.124,58
Ukupna godišnja primarna energija (kWh/a)	365.556,70
Ukupna godišnja Emisija CO₂ (kg)	109.520,79

PODACI O ZONAMA**Z3-STAN**

Obujam grijanog dijela, V_e (m ³):	231,00
Neto obujam, V (m ³):	175,56
Ploština korisne površine, A_k (m ²):	51,69
Bruto podna površina, A_f (m ²):	61,16
Oplošje grijanog dijela, A (m ²):	226,22
Faktor oblika, f_o (m ⁻¹):	0,98
Proj. unutar. temp. grijanja, $\theta_{int,set,H}$ (°C):	20
Proj. unutar. temp. hlađenja, $\theta_{int,set,C}$	26
Vremenska konstanta, τ (h):	9,62
Toplinski kapacitet, C_m (MJ/K):	15,90
Unutarnji dobitak po jed. površ. A_k (W/m ²):	5

Korištenje zone:

Grijanje sat/dan, dan/tjedan	16	7
Faktor prekidnog grijanja, f_H , hr (-)	0,67	
Hlađenje dan/tjedan	-	7
Faktor prekidnog hlađenja, f_C , day (-)	1,00	

Dani nekorisćenja zone

mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
dani nekorisćenja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka, H_{tr} (W/K)Direktni toplinski gubici kroz **neprozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef. topl. proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl. gubitak AU (W/K)
Z1-N	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/N	1,40	25,8	38,7
Z1-E	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/E	1,40	14,4	21,5
Z2-N	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/N	2,68	4,9	13,6
Z2-E	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/E	2,68	3,4	9,6
S1	S1 - STROP PREMA TAVANU	0/Hor	1,97	61,2	126,6
Ukupno:				109,7	210,0

* toplinski gubici su računati sa povećanim koeficijentom prolaska topline za $\Delta U_{TM} = 0,1$ W/(m²·K).Direktni toplinski gubici kroz **prozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef. topl. proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl. gubitak AU (W/K)
O1-N	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/N	2,50	3,8	9,6
O1-E	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/E	2,50	3,4	8,4
Ukupno:				7,2	18,0

Koeficijent toplinskih gubitaka kroz susjedne zone, H_A (W/K)

naziv	koef.topl.proh. U (W/m²K)	površina A (m²)	topl.gubitak AU (W/K)
Z11-N	1,40	28,3	42,5
Z11-W	1,40	19,9	29,9
S3	2,02	61,2	129,7
Ukupno:		109,4	202,0

Koeficijent toplinskog gubitka zbog provjetravanja, Hve (W/K)

naziv			obujam zraka, V (m³)	br. izmj. zraka, n (1/h)	topl. gubitak Hve (W/K)
Faktor prekida ventilacije, fV, hr (-)	Zrakopropusnost zgrade, n50 (h-1)	Koeficijent zaštićenosti od vjetrova, e (-)	Proj. protok zraka zbog meh. provj., Vf (m3/s)	Iskor. sust. za povrat topline., ηv (-)	
Ventilacijski gubitak			175,6	0,5	29,3
Ukupno:			175,6		29,3

Koeficijent transmisivskih toplinskih gubitaka:

- direktnih, HD (W/K) 228,0
- kroz tlo, Hg (W/K) 0,0
- kroz negrijane prostorije, Hu (W/K) 0,0
- kroz negrijane prostorije - staklenike, Hus 0,0
- kroz susjedne prostorije, HA (W/K) 202,0

Koef. transmisivskih topl. gubitaka, Htr,adj 430,0

Koef. ventilacijskih topl. gubitaka, Hve,adj 29,3

Koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka, H (W/K) 459,3

Toplinski dobici od sunca, Qsol (kWh)

naziv	oznaka		nagib/ orijentacija		površina, A (m²)		1-Ff	Fc	Fsh	g	Aef=A*(1-Ff)* Fsh*Fc*g*Fw (m²)	
solarni dobici za mjesec, Qsol (kWh)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-N		N/90		3,83		0,80	0,75	0,91	0,80	1,5	
	23	31	53	69	87	89	89	78	56	41	24	18
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-E		E/90		3,36		0,80	0,75	0,89	0,80	1,3	
	40	55	92	123	144	148	153	140	111	78	37	24
Ukupni mjes. dob. od sunca, Qsol (kWh)	63	86	145	192	231	237	242	218	167	119	61	42

Unutarnji dobici topline računati sa zadanom vrijednošću, Qint (kWh)

Korisna površina zgrade, Ak (m ²)	51,7
Unutarnji dobitak po 1m ² korisne površine (W/m ²)	5,0
Unutarnji topl. dob. računan sa zadatom vrijed., (W)	258,5

Potrebna energija za grijanje, QH,nd (kWh)Vremenska konstanta: $\tau = C_m/H = 9,62$ (h)Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht} = (Q_{H,int} + Q_{H,sol})/(Q_{H,tr} + Q_{H,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja dobitaka:

 $\eta_{H,gn} = (1 - \gamma_H a)/(1 - \gamma_H a + 1)$ za $\gamma_H > 0$ i $\gamma_H < 1$ $\eta_{H,gn} = a/(a+1)$ za $\gamma_H = 1$ $\eta_{H,gn} = 1/\gamma_H$ za $\gamma_H < 0$ Gdje je: $aH = a_{H,o} + \tau/\tau_{H,o} = 1 + 9,62/15 = 1,64$ Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $a_{H,red} = 1 - b_{H,red}(\tau_{H,o}/\tau)\gamma_H(1-f_{H,hr})$ (-), gdje je $b_{H,red}=3$ Transmisijski gubici za mjesec: $Q_{tr} = (H_D + H_u + H_{us}) (\Theta_i - \Theta_e) t + Q_g + Q_A$ (kWh)- kroz tlo, $Q_g = H_g (\Theta_i - \Theta_e) t + H_{pe} \Theta_e \cos(2\pi(m-\tau-\beta)/12) t$ - kroz susjedne zone (y), $Q_A = H_A (\Theta_i - \Theta_y) t$

gdje je: t - trajanje mjesečnog razdoblja grijanja (h), Θ_e - prosječna godišnja vanjska temperatura (°C), Θ_e - mjesečno odstupanje od prosječne godišnje vanjske temperature (°C), m - broj mjeseca, τ - mjesec sa minimalnom temperaturom (predpostavlja se 1), β - vremenski pomak (uzimima se 1 ili 2 ovisno o tipu poda), Θ_y - unutarnja temperatura susjedne zone (°C), H_{pe} - vanjski periodički koeficijent prijenosa topline (W/K)

	mjesec	vanj. temp. Θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutarnji dobitak Q_{int} (kWh)	solarni dobitak Q_{sol} (kWh)	ukup. dobitak $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. dobit. $\eta_{H,gn}$ (-)	faktor umanj. $a_{H,red}$ (-)	potrebna topl. za grijanje $Q_{nd,H}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	3.461	444	3.905	192	63	255	0,07	0,989	0,90	3.280
2	veljača	1,3	2.865	368	3.233	174	86	260	0,08	0,985	0,87	2.604
3	ožujak	5,7	2.426	312	2.737	192	145	337	0,12	0,972	0,81	1.947
4	travanj	10,6	1.543	198	1.741	186	192	378	0,22	0,935	0,67	925
5	svibanj	15,8	712	91	804	192	231	423	0,53	0,798	0,67	311
6	lipanj	19,1	148	19	167	186	237	423	2,54	0,337	0,67	16
7	srpanj	20,7	-119	-15	-134	192	242	434	-3,24	0,000	1,00	0
8	kolovoz	20,1	-17	-2	-19	192	218	410	-21,43	0,000	1,00	0
9	rujan	15,1	804	103	908	186	167	353	0,39	0,859	0,67	403
10	listopad	10,3	1.645	211	1.857	192	119	311	0,17	0,955	0,74	1.152
11	studen	5,6	2.364	304	2.667	186	61	247	0,09	0,982	0,86	2.075
12	prosinac	0,0	3.393	436	3.828	192	42	234	0,06	0,990	0,90	3.253
Ukupno:			19.225	2.469	21.694	2.264	1.803	4.067				15.966

Potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_C = Q_{C,gn}/Q_{C,ht} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol})/(Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja gubitaka:

$\eta_{C,ls} = (1 - \gamma_C - a)/(1 - \gamma_C - (a+1))$ za $\gamma_C > 0$ i za $\gamma_C < > 1$

$\eta_{C,ls} = a/(a+1)$ za $\gamma_C = 1$

$\eta_{C,ls} = 1$ za $\gamma_C < 0$

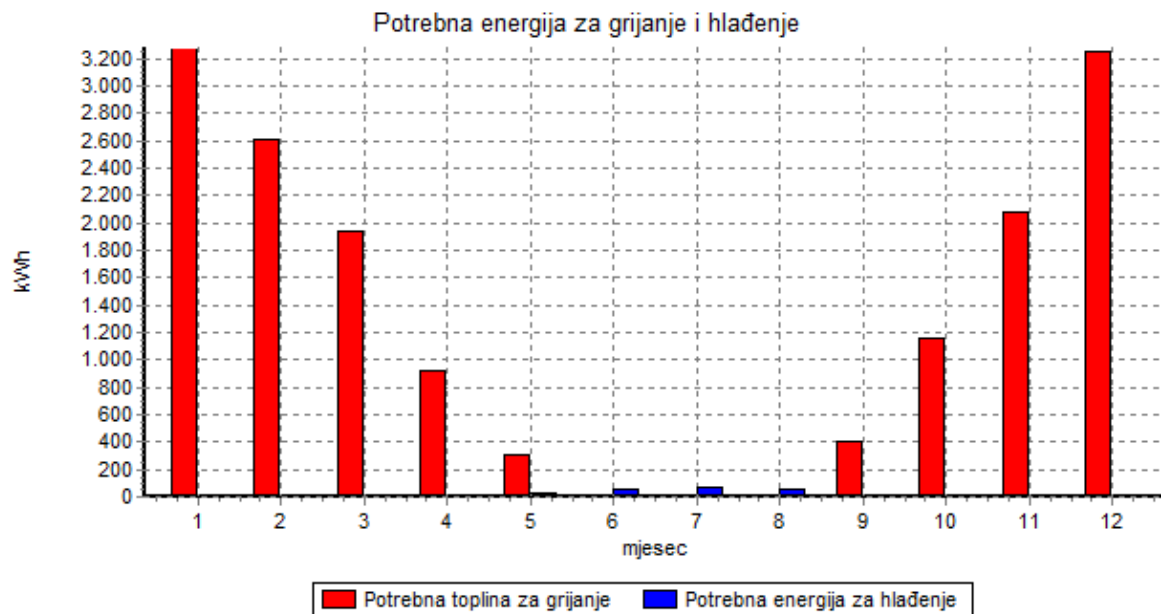
Gdje je: $a_C = a_{C,o} + T/\tau_{C,o} = 1 + 9,62/15 = 1,64$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $a_{C,red} = 1 - b_{C,red}(\tau_{C,o}/\tau)\gamma_C(1-f_{C,day})$ (-), gdje je $b_{C,red}=3$

	mjesec	vanj. temp. θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutrašnji dobitci Q_{int} (kWh)	solarni dobitci Q_{sol} (kWh)	ukup. dobitci $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. gubit. $\eta_{C,ls}$ (-)	faktor umanj. $a_{C,red}$ (-)	potrebna en. za hlađenje $Q_{nd,C}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	4.478	575	5.053	192	63	255	0,05	0,992	1,00	2
2	veljača	1,3	3.784	486	4.270	174	86	260	0,06	0,990	1,00	3
3	ožujak	5,7	3.444	442	3.886	192	145	337	0,09	0,984	1,00	5
4	travanj	10,6	2.528	325	2.853	186	192	378	0,13	0,968	1,00	12
5	svibanj	15,8	1.730	222	1.952	192	231	423	0,22	0,935	1,00	28
6	lipanj	19,1	1.133	145	1.278	186	238	424	0,33	0,885	1,00	49
7	srpanj	20,7	899	115	1.015	192	243	435	0,43	0,841	1,00	69
8	kolovoz	20,1	1.001	129	1.129	192	218	410	0,36	0,870	1,00	53
9	rujan	15,1	1.789	230	2.019	186	167	353	0,17	0,953	1,00	17
10	listopad	10,3	2.663	342	3.005	192	119	311	0,10	0,978	1,00	7
11	studen	5,6	3.349	430	3.779	186	61	247	0,07	0,989	1,00	3
12	prosinac	0,0	4.410	566	4.977	192	42	234	0,05	0,994	1,00	1
Ukupno:			31.209	4.008	35.217	2.264	1.805	4.069				249

Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, Qw (kWh)

Namjena zone:	stambene zgrade do 3 stambene jedinice		
Broj jedinica, f:	51,69 (korisna površina zgrade)		
Dani/tjedan potrošnje PTV, d (dana):	7	Dnevna potrošnja PTV po jedinici, VW,f,day (l/jed./dan): Dnevna potrošnja PTV, VW,day (l/dan): Temperatura PTV, $\theta_{W,del}$ (°C):	16,00 0,00 60,00 13,50
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, QW (kWh):	646		



$Q_{H,nd} = 15.966 \text{ (kWh)} = 57.477 \text{ (MJ)}$

$Q_{C,nd} = 249 \text{ (kWh)} = 896 \text{ (MJ)}$

$Q''_{H,nd} = 309 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{H,nd,dop} = 55 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

NE zadovoljava!

$Q''_{C,nd} = 5 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{C,nd,dop} = 50 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

ZADOVOLJAVA!

Proračun konačne i primarne energije (kWh/a) te emisije CO2 (t/kWh)

Grijanje:	
Godišnja potrebna energija za grijanje, QH,nd (kWh/a)	15.966
Energent:	Ekstralako loživo ul
Ukupna efikasnost sustava grijanja, η_H	0,8483
Godišnja konačna energija za grijanje, QH (kWh/a)	18.821
Faktor primarne energije	1,138
Godišnja primarna energija za grijanje, Eprim(kWh/a)	21.418
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,30
Emisija CO2 (kg)	6.416,87

Hlađenje:	
Godišnja potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh/a)	249
Energent:	
Ukupna efikasnost sustava hlađenja, η_C	1,0000
Godišnja konačna energija za hlađenje, QC (kWh/a)	249
Faktor primarne energije	0
Godišnja primarna energija za hlađenje, Eprim(kWh/a)	0
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,00
Emisija CO2 (kg)	0,00

PTV:	
Godišnja potrebna en. za pripremu PTV, QW,nd (kWh/a)	646
Energent:	Ekstralako loživo ul
Ukupna efikasnost sustava za pripremu PTV, η_W	0,8924
Godišnja konačna energija za pripremu PTV, QW (kWh/a)	724
Faktor primarne energije	1,138
Godišnja primarna en. za pripremu PTV, Eprim(kWh/a)	824
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,30
Emisija CO2 (kg)	246,85

Ukup. god. konačna en., QH+QC+QW+Wt (kWh/a)	19.793,71
Ukupna godišnja primarna energija (kWh/a)	22.242,05
Ukupna godišnja Emisija CO2 (kg)	6.663,72

REZULTATI PRORAČUNA ZA ZGRADU**Specifični transm. toplinski gubitak po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade**

Dozvoljeni koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj,dozv.} = 1,04 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

Izračunati koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj} = 0,95 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

Specifični transmisijski gubitak zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!**Potrebna toplina za grijanje i hlađenje zgrade**

	mjesec	vanj. temp. (°C)	sati (h)	potrebna toplina za grijanje, QH,nd (kWh)	potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh)
1	siječanj	-0,4	744	129.323	38
2	veljača	1,3	672	99.941	71
3	ožujak	5,7	744	70.955	202
4	travanj	10,6	720	29.978	535
5	svibanj	15,8	744	5.817	1.432
6	lipanj	19,1	720	117	3.005
7	srpanj	20,7	744	0	4.892
8	kolovoz	20,1	744	1	3.753
9	rujan	15,1	720	8.560	961
10	listopad	10,3	744	39.514	286
11	studen	5,6	720	82.148	61
12	prosinac	0,0	744	132.999	14
				599.352	15.251

$Q_{H,ls} = 938.826 \text{ (kWh)} = 3.379.774 \text{ (MJ)}$

$Q_{H,int} = 138.394 \text{ (kWh)} = 498.220 \text{ (MJ)}$

$Q_{H,sol} = 196.410 \text{ (kWh)} = 707.076 \text{ (MJ)}$

$Q_{H,gn} = 334.804 \text{ (kWh)} = 1.205.296 \text{ (MJ)}$

$Q_{H,nd} = 599.352 \text{ (kWh)} = 2.157.668 \text{ (MJ)}$

$Q_{C,nd} = 15.251 \text{ (kWh)} = 54.904 \text{ (MJ)}$



Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q_{H,nd}$ (kWh/a)	599.352
Bruto obujam grijanog dijela zgrade, V (m ³)	18.483,00
Korisna površina, neto ploština grijanog dijela zgrade, Ak (m ²)	3.159,69
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q'_{H,nd}$ (kWh/m²a)	189,69
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za ref. klim. pod., $Q_{H,nd,ref}$ (kWh/a)	582.887
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke, $Q'_{H,nd}$	184,48
Dopušt. vrijed. specif. god. potrebne toplinske energije za grijanje, $Q'_{H,nd,dop}$ (kWh/m ² a), prema TPRUETZZ	25,37
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q_{C,nd}$ (kWh/a)	15.251
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za referentne klimatske podatke, $Q_{C,nd,ref}$ (kWh/a)	16.220
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q'_{C,nd}$	4,83
Dopušt. vrijed. specif. god. potrebne topl. energije za hlađenje $Q'_{C,nd,dop}$ (kWh/m ² a), prema TPRUETZZ	50,00
Referentna vrijednost dopuštene godišnje potrebne toplinske energije za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade, $Q'_{H,nd,dop}$ (kWh/m ³ a), prema PEPZEC	30,000

Potrebna toplina za grijanje NE zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Potrebna toplina za hlađenje zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Vrijednosti izračunat godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke $Q'_{H,nd}$ [kWh/(m²·a)] i $Q'_{C,nd}$ [kWh/(m²·a)] (za stambene ili nestambene zgrade) zadovoljavaju i kada su veće od dopuštenih vrijednosti, ukoliko su specifične vrijednosti Edel i Eprim niže za najmanje 20% od dopuštenih vrijednosti prema članku 9. stavak (7) Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj

Specifična godišnja potrebna toplinska energ. za grijanje za referentne klimatske podatke, $Q'_{H,nd}$ (kWh/m ³ a)	31,54
---	-------

Proračun primarne energije (kWh/a) te emisije CO2 (t/kWh)

Grijanje:	
Godišnja potrebna energija za grijanje, QH,nd(kWh/a)	599.352
Godišnja primarna energija za grijanje, Eprim(kWh/a)	804.035
Emisija CO2 (kg)	240.888,89
Hlađenje:	
Godišnja potrebna energija za hlađenje, QC,nd(kWh/a)	15.251
Godišnja primarna energija za hlađenje, Eprim(kWh/a)	8.862
Emisija CO2 (kg)	2.080,74
PTV:	
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, QW (kWh/a)	15.356
Godišnja primarna energija za pripremu PTV, Eprim(kWh/a)	19.583
Emisija CO2 (kg)	5.866,95
Rasvjeta:	
Potrebna energija za rasvjetu, Wt(kWh/a)	57.630
Godišnja primarna energija za rasvjetu, Eprim(kWh/a)	45.989
Emisija CO2 (kg)	10.798,16
Ukupna godišnja potrebna energija, Σ End (kWh/a)	687.590
Ukupna godišnja isporučena energija, Edel (kWh/a)	796.622
Ukupna godišnja primarna energija, Eprim (kWh/a)	878.468
Ukupna godišnja Emisija CO2 (kg)	259.635
Pretežita namjena zgrade prema toplinskoj zoni najveće površine AK (m ²) :	
NSZ2 - Školske i fakultetske zgrade, vrtići i druge odgojne i obrazovne ustanove	
Ukupna površina svih topl. zona zgrade, AK (m2)	3.159,69
Spec. god. isporučena en., Edel/Ak (kWh/m2a)	252,12
Spec. god. isporučena en., Edel,dop/Ak (kWh/m2a)	60,00
Edel NE ZADOVOLJAVA zahtjeve tehničkog propisa!	
Spec. god. primarna en., Eprim/Ak (kWh/m2a)	278,02
Spec. god. primarna en., Eprim,dop/Ak (kWh/m2a)	90,00
Eprim NE ZADOVOLJAVA zahtjeve tehničkog propisa!	

Rezultati proračuna

Rezultati proračuna potrebne potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje prema poglavlju VII. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18°C ili više

Oplošje grijanog dijela zgrade	$A = 7.478,72 \text{ [m}^2\text{]}$
Obujam grijanog dijela zgrade	$V_e = 18.483,00 \text{ [m}^3\text{]}$
Faktor oblika zgrade	$f_o = 0,40 \text{ [m}^{-1}\text{]}$
Ploština korisne površine	$A_k = 3.159,69 \text{ [m}^2\text{]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje	$Q_{H,nd} = 599.352,0 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade (za nestambene zgrade)	$Q'_{H,nd} = 32,427 \text{ [kWh/m}^3\text{ a]}$
Ukupni godišnji gubici topline	$Q_l = 938.826 \text{ [kWh]}$
Godišnji iskoristivi unutarnji dobici topline	$Q_i = 138.394 \text{ [kWh]}$
Godišnji iskoristivi solarni dobici topline	$Q_s = 196.410 \text{ [kWh]}$
Ukupni godišnji iskoristivi dobici topline	$Q_g = 334.804 \text{ [kWh]}$

1.1. PRORAČUN POTROŠNJE I CIJENE ENERGENATA I EMISIJE CO₂

Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata temeljem godišnje potrebne topline za grijanje.

Parametri proračuna	Formule	Vrijednosti	Jedinice
Korisna toplina za grijanje ($Q_{H,nd}$)		599.352,0	kWh/a
Konačna toplina za grijanje ($Q_{H,del}$)	$Q_{H,del} = Q_{H,nd} / \eta$	706.533,066	kWh
Odabrani energent		Loživo ulje	prm
Iskoristivost energenta (I)		84,83	%
Ogrijevna vrijednost (Ov)		11,86	kWh/kg
Godišnja potrošnja energenta (Pe) kg	$Pe = Q_{H,del} / Ov$	59.572,77	kg
Godišnja potrošnja energenta (Pl) l	$Pl = Pe / \rho$	69.270,66	lit
Cijena energenta (C)		4,20	kn/lit
Ukupna cijena za grijanje (Uc)	$Uc = Pe \cdot C$	290.936,77	kn

Proračun godišnje emisije CO₂

Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

Parametri proračuna	Formule	Vrijednosti	Jedinice
Konačna toplina za grijanje ($Q_{H,del}$)		706.533,066	kWh
Emisija CO ₂ po jedinici topline (E)		0,3	kg/kWh
Godišnja emisija CO ₂ (Ge)	$Ge = Q_{H,del} \cdot E$	211.959,92	kg

GORIVO	Jedinica mjere	Energetska vrijednost (kWh/j.mj.)	Korisnost η kotla (%)	Cijena kn/j.mj.	Cijena kn/kWh	Cijena* kWh/ η (kn)
Prirodni plin klasični kotao	kWh	1	0,92	0,29	0,29	0,32
Prirodni plin kondenzacijski kotao	kWh	1	0,97	0,29	0,29	0,30
UNP (LPG) (plin u spremnicima)	kg	12,82	0,92	5,81	0,45	0,49
Električna energija	kWh	1	0,99	VT 1,06 NT 0,53	70/30% 0,90	0,90
Ekstra lako ulje (Lož ulje)	L	9,96	0,92	4,20	0,42	0,46
Posušeno drvo <20% vlage	m ³	1.800	0,70	398,00	0,22	0,31
Pelet (BIODOM27)	kg	5	0,92	1,50	0,30	0,33

Značajke loživog ulja

Najčešće se koristi ekstra lako lož ulje (LUEL), čiji su sastav i karakteristike sljedeći prema masenom udjelu:

C 86%

H 13%

O + N 0,5%

S 0,2%

Vrelište / Područje vrenja 180 - 300 C

Točka paljenja / Plamište 550 C

Temperatura samozapaljenja 250 – 460 C

Granice eksplozivnosti 0,6 – 6,5% v/v

Gustoća (150 C), najviše 820 - 860 kg/m³

Točka tečenja, najviše 0 do -120 C

Viskoznost (200 C) 1,8 – 6,0 mm² /s

Viskoznost (400 C) 1,3 – 3,8 mm² /s

Količina sumpora, najviše 0,2%

Gornja ogrjevna moć 45400 kJ/kg (12,611 kWh/kg)

Donja ogrjevna moć 42700 kJ/kg (11,861 kWh/kg)

Cijena (maloprodajna s PDV-om) s kojom su provedene kalkulacije u ovom radnom listu iznosi 4,2 kn/l,

GRAĐEVINSKI:

Planirani zahvati na predmetnom objektu—izolacija vanjskog zida, stropa iznad grijanog prostora tj. stropa prema tavanu, zid prema podrumu, strop iznad podruma, te zamjena neadekvatne vanjske stolarije i vrata na objektu škole.

STROJARSKI:

Planirani zahvati na predmetnom objektu—

Za potrebe investitora potrebno je izraditi projekt rekonstrukcije postojeće kotlovnice na lož ulje ugradnjom zidnih plinskih generatora topline koji bi se snabdjevali ukapljenim naftnim plinom (UNP) iz dva spremnika plina volumena 2000 kg odnosno 5 m³. Projektom je potrebno riješiti smještaj spremnika i pripadajuće opreme sa plinskom instalacijom do kotlovnice odnosno plinskih trošila i do školske kuhinje za potrebe pripreme tople hrane. Za potrebe potrošne tople vode a u cilju uštede energije i smanjenja emisije CO₂ treba predvidjeti ugradnju solarnih spremnika sa solarnim kolektorima. U cilju uštede energije u školskoj sportskoj dvorani predvidjeti ventilaciju sa rekuperacijom. U objektu škole predvidjeti zamjenu postojećih radijatorskih ventila plinskim ventilima s termostatskim glavama.

Proračun je izveden prema fizici zgrade prije rekonstrukcije i prema namjeni objekta.

ELEKTROTEHNIČKI:

Planirani zahvati na predmetnom objektu—

Projektom je predviđena zamjena rasvjetnih tijela koja nisu energetska učinkovita, na način da se postigne minimalno 50 % -tna ušteda potrošnje energije i rekonstrukcija instalacija u školskoj zgradi kako bi se postigli sigurnosni zahtjevi.

Predviđa se ugradnja rasvjetnih tijela sa LED armaturama.

Izgled i proračun planirane rasvjete može se vidjeti u svjetlo tehničkom proračunu.

Faktori primarne energije i emisija CO₂

Energent		Faktor primarne energije				Emisija tCO ₂ /TJ (kgCO ₂ /GJ)	Emisija kgCO ₂ /MWh
		Ukupno	Obnovljiva komponenta	Ne obnovljiva komponenta	Uvozna komponenta		
Kameni ugljen		1,038	0,00003	1,0381	0,00003	95,49	343,78
Mrki ugljen		1,054	0,00004	1,0540	0,00004	98,09	353,14
Lignit		1,082	0,0001	1,0814	0,0001	105,13	378,48
Ogrjevno drvo		1,111	1,0001	0,1108	0,0001	8,08	29,09
Drveni briketi		1,180	1,033	0,117	0,030	9,10	32,76
Drveni peleti		1,191	1,036	0,123	0,032	9,56	34,40
Drvena sječka		1,211	1,030	0,154	0,027	11,76	42,35
Drveni ugljen		1,286	1,187	0,100	0,000	7,27	26,17
Sunčeva energija		1,048	1,013	0,024	0,011	1,96	7,04
Geotermalna energija		1,211	1,093	0,080	0,038	6,52	23,48
Prirodni plin		1,097	0,001	1,095	0,001	61,17	220,20
UNP		1,162	0,001	1,160	0,001	72,47	260,88
Petrolej		1,033	0,000	1,033	0,000	73,54	264,73
Ekstralako loživo ulje		1,140	0,001	1,138	0,001	83,21	299,57
Loživo ulje		1,132	0,001	1,130	0,001	86,20	310,31
Električna energija		1,614	0,433	0,798	0,383	65,22	234,81
Daljinska toplina	Hrvatska - prosjek	1,523	0,022	1,494	0,008	100,69	362,49
	CTS ZG+OS (kogeneracija)	1,486	0,010	1,466	0,009	97,59	351,33
	KO - prosjek za HR	1,605	0,004	1,597	0,004	109,57	394,46
	CTS ZG (kogeneracija)	1,481	0,010	1,462	0,009	96,05	345,78
	CTS OS (kogeneracija)	1,498	0,010	1,478	0,009	110,15	396,53
	KO - prosjek za ZG	1,567	0,004	1,559	0,004	107,86	388,31
	KO - prosjek za OS	1,537	0,004	1,529	0,004	93,66	337,18
	KO - prosjek za RI	1,577	0,004	1,569	0,004	106,84	384,62
	KO - prosjek za Sl. Brod	1,393	0,004	1,385	0,004	100,12	360,42
	KO - prosjek za Split	1,548	0,004	1,540	0,004	132,48	476,94
	KO - prosjek za KA	1,442	0,004	1,434	0,004	115,77	416,77
	KO - prosjek za VŽ	1,498	0,004	1,489	0,004	91,27	328,56
	KO - prosjek za Vinkovce	1,451	0,004	1,442	0,004	103,52	372,66
	KO - prosjek za Vukovar	1,371	0,004	1,363	0,004	86,00	309,61
	KO - prosjek za Sisak	2,427	0,004	2,419	0,004	148,13	533,25
	KO - prirodni plin	1,358	0,004	1,350	0,004	82,74	297,88
	KO - loživo ulje	1,452	0,004	1,444	0,004	124,41	447,88
	KO - ekstralako loživo ulj	1,437	0,004	1,429	0,004	118,87	427,94

Za potrebe izračuna energetskog svojstva zgrade koristi se samo neobnovljiva komponenta faktora primarne energije.

Ovi faktori primjenju se od 01. listopada 2014. godine.

2. REKONSTRUIRANO STANJE- GRAĐEVINSKO ARHITEKTONSKI I STROJARSKI

Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje (prema HRN EN 13790:2008)

Potrebni podaci	Oznaka	Vrijednost	Mjerna jedinica
Oplošje grijanog dijela zgrade	A	7510,14	[m ²]
Obujam grijanog dijela zgrade	V _e	18483,0	[m ³]
Obujam grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11)	V	14370,36	[m ³]
Faktor oblika zgrade	f ₀	0,41	[m ⁻¹]
Ploština korisne površine	A _K	3.159,69	[m ²]
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računane s vanjskim dimenzijama	A _f	4463,16	[m ²]

PODACI O ZONAMA

Z1- ŠKOLA

ZADANA ZONA

Obujam grijanog dijela, V _e (m ³):	8.082,00
Neto obujam, V (m ³):	6.465,60
Ploština korisne površine, A _K (m ²):	1.921,00
Bruto podna površina, A _f (m ²):	2.226,00
Oplošje grijanog dijela, A (m ²):	3.967,19
Faktor oblika, f ₀ (m ⁻¹):	0,49
Proj. unutar. temp. grijanja, Θ _{int,set,H} (°C):	20
Proj. unutar. temp. hlađenja, Θ _{int,set,C}	26
Vremenska konstanta, τ (h):	55,31
Toplinski kapacitet, C _m (MJ/K):	578,76
Unutarnji dobitak po jed. površ. A _K (W/m ²):	5

Korištenje zone:

Grijanje sat/dan, dan/tjedan	15	5
Faktor prekidanog grijanja, f _H ,hr (-)		0,45
Hlađenje dan/tjedan	-	5
Faktor prekidanog hlađenja, f _C ,day (-)		0,71

Dani nekorištenja zone

mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
dani nekorištenja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka, Htr (W/K)Direktni toplinski gubici kroz **neprozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma AiUi$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef.topl.proh. U (W/m²K)	površina A (m²)	topl.gubitak AU (W/K)
Z1-E	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/E	0,21	153,8	40,0
Z1-N	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/N	0,21	266,7	69,3
Z1-W	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/W	0,21	137,0	35,6
Z2-S	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/S	0,23	49,4	13,8
Z2-N	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/N	0,23	58,7	16,4
Z2-W	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/W	0,23	43,1	12,1
Z2-E	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/E	0,23	42,7	11,9
Z3-S	Z3 - AB STUPOVI- ŠKOLA	90/S	0,23	26,1	7,3
S1	S1 - STROP PREMA TAVANU	0/Hor	0,20	1055,8	264,0
Z1-S	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/S	0,21	131,7	34,3
Ukupno:				1965,1	504,8

* toplinski gubici su računati sa povećanim koeficijentom prolaska topline za $\Delta U_{TM} = 0,05 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.Direktni toplinski gubici kroz **prozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma AiUi$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef.topl.proh. U (W/m²K)	površina A (m²)	topl.gubitak AU (W/K)
O1-E	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/E	1,40	100,8	141,1
O2-S	O2-PVC PROZORI ŠKOLE JUG- BRISOLEI	90/S	1,40	205,6	287,8
O4-W	O4-PVC VJETROBRAN	90/W	1,40	17,3	24,2

Proračun je napravljen s računalnim programom EnCert-HR 2010

35

O1-N	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/N	1,40	71,1	99,5
O1-W	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/W	1,40	92,3	129,2
Ukupno:				487,0	681,8

Koeficijent toplinskog gubitka kroz tlo, Hg (W/K)

naziv	visina zid. u tlu z (m)	ploština poda, A (m²)	izloženi opseg,	period. koef., Hpe (W/K)	topl. gubitak, Hg (W/K)
POD SUTERENA ŠKOLE	1,1	441,6	70,5	36,6	119,2
POD PRIZEMLJA ŠKOLE		612,7	132,1	75,9	195,0
Ukupno:		1.054,3	202,7	112,5	314,3

Koeficijent toplinskih gubitaka kroz negrijane prostorije, Hu (W/K)

naziv	neto obujam, V (m³)	br. izmj. zraka,	korekcijski faktor, b (-)	topl. gubitak, Hu (W/K)
NEGRIJANI PODRUM	173,1	0,1	0,94	32,2
Ukupno:		173,1		32,2

Koeficijent toplinskih gubitaka kroz susjedne zone, HA (W/K)

naziv	koef. topl. proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl. gubitak AU (W/K)
Z11-N	1,40	28,3	41,0
Z11-W	1,40	19,9	28,9
S3	2,02	61,2	126,6
Z8	1,93	50,4	99,7
Ukupno:		159,7	296,2

Koeficijent toplinskog gubitka zbog provjetravanja, Hve (W/K)

naziv			obujam zraka, V (m³)	br. izmj. zraka, n (1/h)	topl. gubitak Hve (W/K)
Faktor prekida ventilacije, fV, hr (-)	Zrakopropusnost zgrade, n50 (h-1)	Koeficijent zaštićenosti od vjetrova, e (-)	Proj. protok zraka zbog meh. provj., Vf (m3/s)	Iskor. sust. za povrat topline., ηv (-)	
Ventilacijski gubitak			6465,6	0,5	1077,6
Ukupno:			6465,6		1077,6

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka:

- direktnih, HD (W/K) 1.186,6
- kroz tlo, Hg (W/K) 314,3
- kroz negrijane prostorije, Hu (W/K) 32,2
- kroz negrijane prostorije - staklenike, Hus 0,0
- kroz susjedne prostorije, HA (W/K) 296,2

Koef. transmisijskih topl. gubitaka, Htr,adj 1.829,3

Koef. ventilacijskih topl. gubitaka, Hve,adj 1.077,6

Koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka, H (W/K) 2.906,9

Toplinski dobici od sunca, Qsol (kWh)

naziv	oznaka		nagib/ orijentacija		površina, A (m²)		1-Ff	Fc	Fsh	g	Aef=A*(1-Ff)* Fsh*Fc*g*Fw (m²)	
solarni dobici za mjesec, Qsol (kWh)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-E		E/90		100,80		0,80	0,75	0,89	0,60	29,1	
	904	1227	2059	2762	3246	3335	3440	3141	2487	1752	832	533
O2-PVC PROZORI ŠKOLE JUG-BRISOLEI	O2-S		S/90		205,56		0,80	0,40	0,90	0,60	32,0	
	2095	2344	2948	2939	2824	2664	2832	3046	3241	3152	1731	1119
O4-PVC VJETROBRAN	O4-W		W/90		17,28		0,80	1,00	0,89	0,80	8,9	
	276	374	627	841	989	1016	1048	957	758	534	253	162
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-N		N/90		71,10		0,80	0,75	0,91	0,60	21,0	
	326	431	734	961	1205	1246	1246	1089	786	565	332	245
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-W		W/90		92,26		0,80	0,75	0,89	0,60	26,6	
	828	1123	1885	2528	2971	3053	3149	2875	2276	1604	761	488
Ukupni mjes. dob. od sunca, Qsol (kWh)	4429	5499	8253	10031	11235	11314	11715	11108	9548	7607	3909	2547

Unutarnji dobici topline računati sa zadanom vrijednošću, Qint (kWh)

Korisna površina zgrade, Ak (m2) 1.921,0

Unutarnji dobitak po 1m2 korisne površine (W/m2) 5,0

Unutarnji topl. dob. računat sa zadanom vrijed., (W) 9.605,0

Potrebna energija za grijanje, QH,nd (kWh)

Vremenska konstanta: $\tau = C_m/H = 55,31$ (h)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_H = Q_{H,g}/Q_{H,ht} = (Q_{H,int} + Q_{H,sol})/(Q_{H,tr} + Q_{H,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja dobitaka:

$\eta_{H,g} = (1 - \gamma_H a)/(1 - \gamma_H a + 1)$ za $\gamma_H > 0$ i $\gamma_H < 0$

$\eta_{H,g} = a/(a+1)$ za $\gamma_H = 1$

$\eta_{H,g} = 1/\gamma_H$ za $\gamma_H < 0$

Gdje je: $aH = aH_o + \tau/\tau H_o = 1 + 55,31/15 = 4,69$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $\alpha_{H,red} = 1 - b_{H,red}(\tau H_o/\tau)\gamma_H(1-f_{H,hr})$ (-), gdje je $b_{H,red}=3$

Transmisijski gubici za mjesec, $Q_{tr} = (H_D + H_u + H_{us}) (\Theta_i - \Theta_e) t + Q_g + Q_A$ (kWh)

- kroz tlo, $Q_g = H_g (\Theta_i - \Theta_e) t + H_{pe} \Theta_e \cos(2\pi(m-\tau-\beta)/12) t$

- kroz susjedne zone (y), $Q_A = H_A (\Theta_i - \Theta_y) t$

gdje je: t - trajanje mjesečnog razdoblja grijanja (h), Θ_e - prosječna godišnja vanjska temperatura (°C), Θ_e - mjesečno odstupanje od prosječne godišnje vanjske temperature (°C), m - broj mjeseca, τ - mjesec sa minimalnom temperaturom (predpostavlja se 1), β - vremenski pomak (uzimima se 1 ili 2 ovisno o tipu poda), Θ_y - unutarnja temperatura susjedne zone (°C), H_{pe} - vanjski periodički koeficijent prijenosa topline (W/K)

	mjesec	vanj. temp. Θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutarnji dobici Q_{int} (kWh)	solarni dobici Q_{sol} (kWh)	ukup. dobici $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. dobit. $\eta_{H,g}$ (-)	faktor umanj. $\alpha_{H,red}$ (-)	potrebna topl. za grijanje $Q_{nd,H}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	19.684	16.355	36.039	7.146	4.429	11.575	0,32	0,997	0,86	20.957
2	veljača	1,3	16.397	13.542	29.938	6.455	5.499	11.954	0,40	0,992	0,82	14.830
3	ožujak	5,7	14.595	11.465	26.060	7.146	8.253	15.399	0,59	0,963	0,73	8.236
4	travanj	10,6	10.189	7.293	17.482	6.916	10.031	16.947	0,97	0,837	0,56	1.860

5	svibanj	15,8	5.843	3.367	9.210	7.146	11.235	18.381	2,00	0,491	0,45	82
6	lipanj	19,1	2.443	698	3.141	6.916	11.314	18.230	5,80	0,172	0,45	0
7	srpanj	20,7	719	-561	157	7.146	11.715	18.861	119,83	0,008	0,45	0
8	kolovoz	20,1	1.207	-80	1.127	7.146	11.108	18.254	16,20	0,062	0,45	0
9	rujan	15,1	6.002	3.802	9.803	6.916	9.548	16.464	1,68	0,573	0,45	164
10	listopad	10,3	10.872	7.777	18.649	7.146	7.607	14.753	0,79	0,905	0,64	3.406
11	studen	5,6	14.606	11.173	25.778	6.916	3.909	10.825	0,42	0,990	0,81	12.214
12	prosinac	0,0	19.699	16.035	35.733	7.146	2.547	9.693	0,27	0,998	0,88	22.872
Ukupno:			122.254	90.865	213.119	84.140	97.195	181.335				84.622

Potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_C = Q_{C,gn}/Q_{C,ht} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol})/(Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja gubitaka:

$\eta_{C,ls} = (1 - \gamma_C - a)/(1 - \gamma_C - (a+1))$ za $\gamma_C > 0$ i za $\gamma_C < -1$

$\eta_{C,ls} = a/(a+1)$ za $\gamma_C = 1$

$\eta_{C,ls} = 1$ za $\gamma_C < 0$

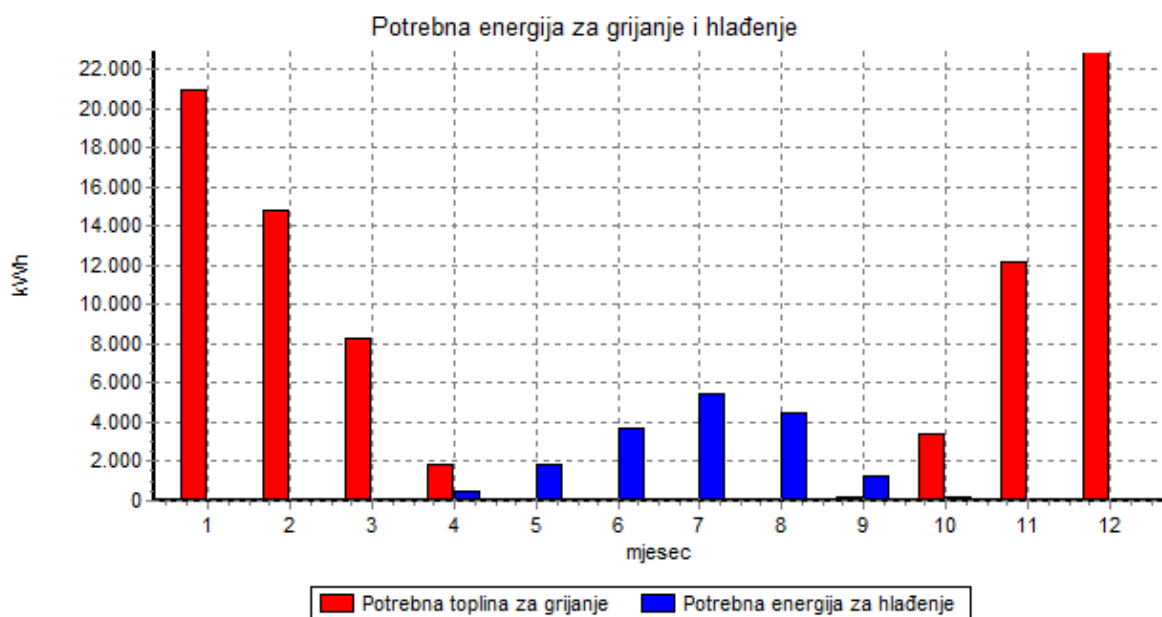
Gdje je: $a_C = a_{C,o} + \tau/\tau_{C,o} = 1 + 55,31/15 = 4,69$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $\alpha_{C,red} = 1 - b_{C,red}(\tau_C/\tau)\gamma_C(1-f_{C,day})$ (-), gdje je $b_{C,red}=3$

	mjesec	vanj. temp. θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutrašnji dobitci Q_{int} (kWh)	solarni dobitci Q_{sol} (kWh)	ukup. dobitci $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. gubit. $\eta_{C,ls}$ (-)	faktor umanj. $\alpha_{C,red}$ (-)	potrebna en. za hlađenje $Q_{nd,C}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	26.528	21.166	47.693	7.146	4.430	11.576	0,24	0,999	0,94	10
2	veljača	1,3	22.578	17.886	40.465	6.455	5.499	11.954	0,30	0,998	0,93	27
3	ožujak	5,7	21.438	16.275	37.714	7.146	8.252	15.398	0,41	0,991	0,91	126
4	travanj	10,6	16.812	11.948	28.760	6.916	10.030	16.946	0,59	0,964	0,86	529
5	svibanj	15,8	12.686	8.178	20.864	7.146	11.235	18.381	0,88	0,872	0,80	1.870
6	lipanj	19,1	9.066	5.354	14.419	6.916	11.313	18.229	1,26	0,716	0,71	3.695
7	srpanj	20,7	7.562	4.249	11.811	7.146	11.715	18.861	1,60	0,598	0,71	5.414
8	kolovoz	20,1	8.050	4.730	12.781	7.146	11.108	18.254	1,43	0,655	0,71	4.503
9	rujan	15,1	12.624	8.457	21.081	6.916	9.548	16.464	0,78	0,909	0,82	1.226
10	listopad	10,3	17.715	12.587	30.303	7.146	7.607	14.753	0,49	0,982	0,89	233
11	studen	5,6	21.229	15.828	37.056	6.916	3.910	10.826	0,29	0,998	0,93	22
12	prosinac	0,0	26.542	20.845	47.387	7.146	2.547	9.693	0,20	1,000	0,95	2
Ukupno:			202.831	147.504	350.334	84.140	97.194	181.334				17.656

Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, Qw (kWh)

Namjena zone:	ostalo	
Korisna površina:	1920 ()	
Dani/tjedan potrošnje PTV, d (dana):	5	
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, QW (kWh):	2.762	



$Q_{H,nd} = 84.622 \text{ (kWh)} = 304.640 \text{ (MJ)}$

$Q_{C,nd} = 17.656 \text{ (kWh)} = 63.562 \text{ (MJ)}$

$Q''_{H,nd} = 44 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{H,nd,dop} = 30 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

$Q''_{C,nd} = 9 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{C,nd,dop} = 50 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

NE zadovoljava!

ZADOVOLJAVA!

Proračun konačne i primarne energije (kWh/a) te emisije CO2 (t/kWh)

Grijanje:	
Godišnja potrebna energija za grijanje, QH,nd (kWh/a)	84.622
Energent:	UNP
Ukupna efikasnost sustava grijanja, η_H	1,0372
Godišnja konačna energija za grijanje, QH (kWh/a)	81.587
Faktor primarne energije	1,16
Godišnja primarna energija za grijanje, Eprim(kWh/a)	94.641
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,26
Emisija CO2 (kg)	24.691,84

Hlađenje:	
Godišnja potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh/a)	17.656
Energent:	
Ukupna efikasnost sustava hlađenja, η_C	1,0000
Godišnja konačna energija za hlađenje, QC (kWh/a)	17.656
Faktor primarne energije	0
Godišnja primarna energija za hlađenje, Eprim(kWh/a)	0
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,00
Emisija CO2 (kg)	0,00

PTV:	
Godišnja potrebna en. za pripremu PTV, QW,nd (kWh/a)	2.762
Energent:	UNP
Ukupna efikasnost sustava za pripremu PTV, η_W	1,0584
Godišnja konačna energija za pripremu PTV, QW (kWh/a)	2.610
Faktor primarne energije	1,16
Godišnja primarna en. za pripremu PTV, Eprim(kWh/a)	3.027
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,26
Emisija CO2 (kg)	789,81

Rasvjeta:	
Godišnja potrebna energija za rasvjetu, QEL,nd (kWh/a)	57.630
Faktor primarne energije	0,798
Godišnja primarna energija za rasvjetu, Eprim(kWh/a)	45.989
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,23
Emisija CO2 (kg)	10.798,16

Ukup. god. konačna en., QH+QC+QW+Wt (kWh/a)	159.482,99
Ukupna godišnja primarna energija (kWh/a)	143.656,99
Ukupna godišnja Emisija CO2 (kg)	36.279,80

PODACI O ZONAMA**Z2-DVORANA**

Obujam grijanog dijela, V_e (m ³):	10.170,00
Neto obujam, V (m ³):	7.729,20
Ploština korisne površine, A_k (m ²):	1.187,00
Bruto podna površina, A_f (m ²):	2.176,00
Oplošje grijanog dijela, A (m ²):	3.636,19
Faktor oblika, f_o (m ⁻¹):	0,36
Proj. unutar. temp. grijanja, $\Theta_{int,set,H}$ (°C):	20
Proj. unutar. temp. hlađenja, $\Theta_{int,set,C}$	26
Vremenska konstanta, τ (h):	52,40
Toplinski kapacitet, C_m (MJ/K):	565,76
Unutarnji dobitak po jed. površ. A_k (W/m ²):	5

Korištenje zone:

Grijanje sat/dan, dan/tjedan	16	7
Faktor prekidanog grijanja, f_H , hr (-)	0,67	
Hlađenje dan/tjedan	-	7
Faktor prekidanog hlađenja, f_C , day (-)	1,00	

Dani nekorisćenja zone

mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
dani nekorisćenja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Koeficijent transmisijских toplinskih gubitaka, H_{tr} (W/K)Direktni toplinski gubici kroz **neprozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef. topl. proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl. gubitak AU (W/K)
Z5-N	Z5 - AB ELEMENTI-DVORANA	90/N	0,35	27,3	10,9
Z5-W	Z5 - AB ELEMENTI-DVORANA	90/W	0,35	14,6	5,9
Z5-E	Z5 - AB ELEMENTI-DVORANA	90/E	0,35	24,5	9,8
Z6-E	Z6 - AB STUPOVI-DVORANA	90/E	0,33	42,6	16,2
Z6-W	Z6 - AB STUPOVI-DVORANA	90/W	0,33	41,7	15,8
Z6-N	Z6 - AB STUPOVI-DVORANA	90/N	0,33	15,8	6,0
K1-E	K1 - KROV DVORANE	15/E	0,25	544,0	163,2
Z4-S	Z4 - ZID OD BLOK OPEKE- DVORANA	90/S	0,30	176,8	61,9
Z4-N	Z4 - ZID OD BLOK OPEKE- DVORANA	90/N	0,30	207,8	72,7
Z4-W	Z4 - ZID OD BLOK OPEKE- DVORANA	90/W	0,30	213,6	74,8
Z4-E	Z4 - ZID OD BLOK OPEKE- DVORANA	90/E	0,30	248,8	87,1
Z5-S	Z5 - AB ELEMENTI-DVORANA	90/S	0,35	36,5	14,6
K1-W	K1 - KROV DVORANE	15/W	0,25	569,9	171,0
K2-E	K2 - KROV ANEKSA	15/E	0,28	23,3	7,7
K2-S	K2 - KROV ANEKSA	15/S	0,28	23,3	7,7

S4	S4 - STROP ANEKSA DVORANE PREMA TAVANU	0/Hor	0,25	20,7	6,2
Ukupno:				2231,1	731,4

* toplinski gubici su računati sa povećanim koeficijentom prolaska topline za $\Delta U_{TM} = 0,05 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Direktni toplinski gubici kroz **prozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef.topl.proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl.gubitak AU (W/K)
O3-E	O3 - PROZORI DVORANE	90/E	1,80	58,8	105,8
O3-N	O3 - PROZORI DVORANE	90/N	1,80	11,9	21,4
O3-S	O3 - PROZORI DVORANE	90/S	1,80	42,3	76,1
O3-W	O3 - PROZORI DVORANE	90/W	1,80	58,8	105,8
Ukupno:				171,8	309,2

Koeficijent toplinskog gubitka kroz tlo, Hg (W/K)

naziv	visina zid. u tlu z (m)	ploština poda, A (m ²)	izloženi opseg.	period. koef., Hpe (W/K)	topl. gubitak, Hg (W/K)
POD SVLAČIONICA		190,9	50,1	13,3	35,8
POD DVORANE		923,3	115,4	27,8	114,9
Ukupno:		1.114,2	165,5	41,1	150,6

Koeficijent toplinskih gubitaka kroz susjedne zone, HA (W/K)

naziv	koef.topl.proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl.gubitak AU (W/K)
Z8	1,93	50,4	99,7
Ukupno:			50,4

Koeficijent toplinskog gubitka zbog provjetravanja, Hve (W/K)

naziv			obujam zraka, V (m³)	br. izmj. zraka, n (1/h)	topl. gubitak Hve (W/K)
Faktor prekida ventilacije, fV, hr (-)	Zrakopropusnost zgrade, n50 (h-1)	Koeficijent zaštićenosti od vjetra, e (-)	Proj. protok zraka zbog meh. provj., Vf (m3/s)	Iskor. sust. za povrat topline., nv (-)	
Ventilacijski gubitak			7729,2	0,5	1288,2
Ventilacijski gubitak			7729,2		420,3
0,42	1,00	0,10	3,00		0,90
Ukupno:			15458,4		1708,5

Koeficijent transmisijских toplinskih gubitaka:

- direktnih, HD (W/K)	1.040,6
- kroz tlo, Hg (W/K)	150,6
- kroz negrijane prostorije, Hu (W/K)	0,0
- kroz negrijane prostorije - staklenike, Hus	0,0
- kroz susjedne prostorije, HA (W/K)	99,7

Koef. transmisijских topl. gubitaka, $H_{tr,adj}$ (W/K) 1.290,9

Koef. ventilacijskih topl. gubitaka, $H_{ve,adj}$ (W/K) 1.708,5

Koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka, H (W/K) 2.999,4

Toplinski dobici od sunca, Q_{sol} (kWh)

naziv	oznaka		nagib/ orijentacija		površina, A (m ²)		1-F _f	F _c	F _{sh}	g	A _{ef} =A*(1-F _f)* F _{sh} *F _c *g*F _w (m ²)	
solarni dobici za mjesec, Q_{sol} (kWh)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
O3 - PROZORI DVORANE	O3-E		E/90		58,80		0,70	1,00	0,89	0,80	26,4	
	821	1114	1868	2506	2946	3026	3121	2850	2257	1590	755	484
O3 - PROZORI DVORANE	O3-N		N/90		11,90		0,70	1,00	0,91	0,80	5,5	
	85	112	191	250	314	324	324	283	205	147	86	64
O3 - PROZORI DVORANE	O3-S		S/90		42,27		0,70	1,00	0,90	0,80	19,2	
	1257	1406	1768	1763	1694	1598	1699	1827	1944	1891	1039	671
O3 - PROZORI DVORANE	O3-W		W/90		58,80		0,70	1,00	0,89	0,80	26,4	
	821	1114	1868	2506	2946	3026	3121	2850	2257	1590	755	484
Ukupni mjes. dob. od sunca, Q_{sol} (kWh)	2984	3746	5695	7025	7900	7974	8265	7810	6663	5218	2635	1703

Unutarnji dobici topline računati sa zadanom vrijednošću, Q_{int} (kWh)

Korisna površina zgrade, A_k (m²) 1.187,0

Unutarnji dobitak po 1m² korisne površine (W/m²) 5,0

Unutarnji topl. dob. računat sa zadanom vrijed., (W) 5.935,0

Potrebna energija za grijanje, $Q_{H,nd}$ (kWh)

Vremenska konstanta: $\tau = C_m/H = 52,40$ (h)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht} = (Q_{H,int} + Q_{H,sol})/(Q_{H,tr} + Q_{H,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja dobitaka:

$\eta_{H,gn} = (1 - \gamma_{Ha})/(1 - \gamma_{Ha} + 1)$ za $\gamma_H > 0$ i $\gamma_H < > 1$

$\eta_{H,gn} = a/(a+1)$ za $\gamma_H = 1$

$\eta_{H,gn} = 1/\gamma_H$ za $\gamma_H < 0$

Gdje je: $a_H = a_{H,o} + \tau/\tau_{H,o} = 1 + 52,40/15 = 4,49$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $a_{H,red} = 1 - b_{H,red}(\tau_{H,o}/\tau)\gamma_H(1-f_{H,hr})$ (-), gdje je $b_{H,red}=3$

Transmisijски gubici za mjesec, $Q_{tr} = (H_D + H_u + H_{us}) (\Theta_i - \Theta_e) t + Q_g + Q_A$ (kWh)

- kroz tlo, $Q_g = H_g (\Theta_i - \Theta_e) t + H_{pe} \Theta_e \cos(2\pi(m-\tau-\beta)/12) t$

- kroz susjedne zone (γ), $Q_A = H_A (\Theta_i - \Theta_\gamma) t$

gdje je: t - trajanje mjesečnog razdoblja grijanja (h), Θ_e - prosječna godišnja vanjska temperatura (°C), Θ_e - mjesečno odstupanje od prosječne godišnje vanjske temperature (°C), m - broj mjeseca, τ - mjesec sa minimalnom temperaturom (predpostavlja se 1), β - vremenski pomak (uzimima se 1 ili 2 ovisno o tipu poda), Θ_y - unutarnja temperatura susjedne zone (°C), H_{pe} - vanjski periodički koeficijent prijenosa topline (W/K)

	mjesec	vanj. temp. Θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutrašnji dobici Q_{int} (kWh)	solarni dobici Q_{sol} (kWh)	ukup. dobici $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. dobit. $\eta_{H,gn}$ (-)	faktor umanjan. $\alpha_{H,red}$ (-)	potrebna topl. za grijanje $Q_{nd,H}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	16.459	25.931	42.390	4.416	2.984	7.400	0,17	1,000	0,95	33.243
2	veljača	1,3	13.681	21.470	35.151	3.988	3.746	7.734	0,22	0,999	0,94	25.696
3	ožujak	5,7	11.898	18.177	30.075	4.416	5.695	10.111	0,34	0,995	0,90	18.089
4	travanj	10,6	7.976	11.563	19.539	4.273	7.025	11.298	0,58	0,962	0,83	7.234
5	svibanj	15,8	4.227	5.339	9.565	4.416	7.900	12.316	1,29	0,702	0,67	610
6	lipanj	19,1	1.503	1.107	2.610	4.273	7.974	12.247	4,69	0,213	0,67	2

7	srpanj	20,7	185	-890	-705	4.416	8.265	12.681	-17,98	0,000	1,00	0
8	kolovoz	20,1	629	-127	502	4.416	7.810	12.226	24,37	0,041	0,67	0
9	rujan	15,1	4.517	6.028	10.545	4.273	6.663	10.936	1,04	0,803	0,70	1.242
10	listopad	10,3	8.500	12.330	20.830	4.416	5.218	9.634	0,46	0,983	0,87	9.857
11	studen	5,6	11.733	17.714	29.446	4.273	2.635	6.908	0,23	0,999	0,93	21.031
12	prosinac	0,0	16.287	25.422	41.709	4.416	1.703	6.119	0,15	1,000	0,96	34.097
Ukupno:			97.593	144.063	241.656	51.991	67.618	119.609				151.100

Potrebna energija za hlađenje, $Q_{C,nd}$ (kWh)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_C = Q_{C,gn}/Q_{C,ht} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol})/(Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja gubitaka:

$\eta_{C,ls} = (1 - \gamma_C - a)/(1 - \gamma_C - (a+1))$ za $\gamma_C > 0$ i za $\gamma_C < > 1$

$\eta_{C,ls} = a/(a+1)$ za $\gamma_C = 1$

$\eta_{C,ls} = 1$ za $\gamma_C < 0$

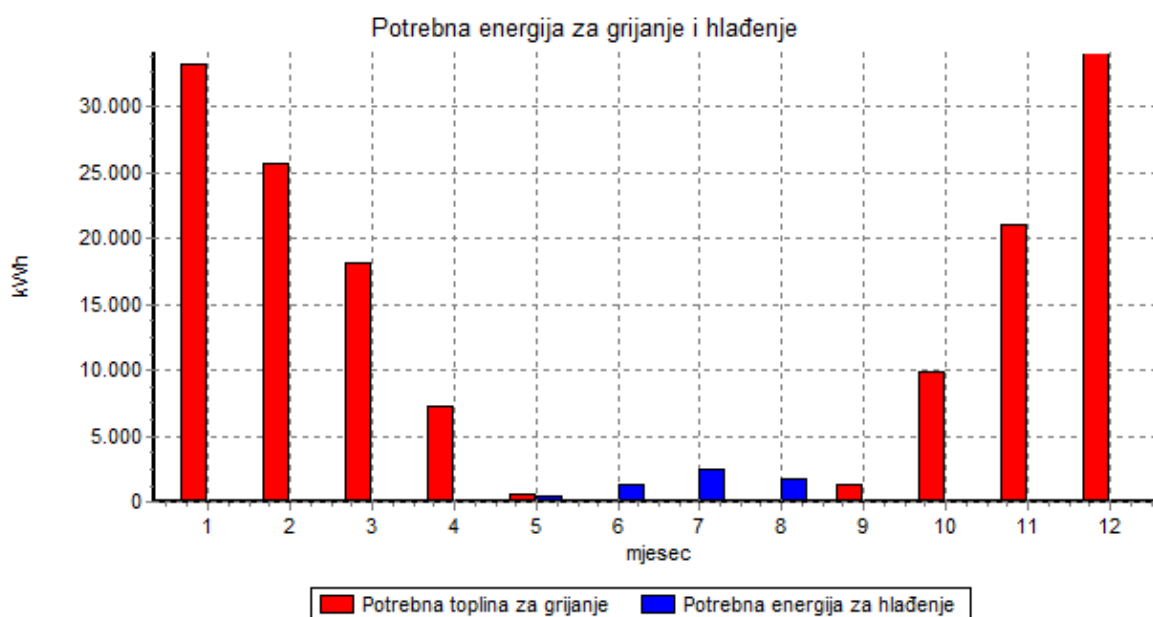
Gdje je: $a_C = a_{C,o} + \tau/\tau_{C,o} = 1 + 52,40/15 = 4,49$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $\alpha_{C,red} = 1 - b_{C,red}(\tau_{C,o}/\tau)\gamma_C(1 - f_{C,day})$ (-), gdje je $b_{C,red} = 3$

	mjesec	vanj. temp. Θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutrašnji dobici Q_{int} (kWh)	solarni dobici Q_{sol} (kWh)	ukup. dobici $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. gubit. $\eta_{C,ls}$ (-)	faktor umanjan. $\alpha_{C,red}$ (-)	potrebna en. za hlađenje $Q_{nd,C}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	21.776	33.558	55.334	4.416	2.984	7.400	0,13	1,000	1,00	2
2	veljača	1,3	18.484	28.358	46.842	3.988	3.746	7.734	0,17	1,000	1,00	1
3	ožujak	5,7	17.215	25.804	43.019	4.416	5.695	10.111	0,24	0,999	1,00	14
4	travanj	10,6	13.122	18.944	32.066	4.273	7.025	11.298	0,35	0,994	1,00	69
5	svibanj	15,8	9.544	12.965	22.510	4.416	7.898	12.314	0,55	0,969	1,00	386
6	lipanj	19,1	6.649	8.488	15.137	4.273	7.974	12.247	0,81	0,893	1,00	1.313
7	srpanj	20,7	5.502	6.737	12.239	4.416	8.265	12.681	1,04	0,803	1,00	2.497
8	kolovoz	20,1	5.946	7.500	13.446	4.416	7.811	12.227	0,91	0,855	1,00	1.778
9	rujan	15,1	9.663	13.408	23.072	4.273	6.663	10.936	0,47	0,981	1,00	206
10	listopad	10,3	13.818	19.957	33.774	4.416	5.218	9.634	0,29	0,998	1,00	25
11	studen	5,6	16.879	25.094	41.973	4.273	2.635	6.908	0,16	1,000	1,00	0
12	prosinac	0,0	21.604	33.049	54.654	4.416	1.703	6.119	0,11	1,000	1,00	0
Ukupno:			160.203	233.861	394.064	51.991	67.617	119.608				6.288

Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, Qw (kWh)

Namjena zone:	sportski objekti	
Korisna površina:	7 (tuš)	
Dani/tjedan potrošnje PTV, d (dana):	6	
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, QW (kWh):	11.948	



$Q_{H,nd} = 151.100 \text{ (kWh)} = 543.959 \text{ (MJ)}$

$Q_{C,nd} = 6.288 \text{ (kWh)} = 22.637 \text{ (MJ)}$

$Q'_{H,nd} = 15 \text{ (kWh/m}^3\text{a)}, \quad Q'_{H,nd,dop} = 30 \text{ (kWh/m}^3\text{a)}$

ZADOVOLJAVA!

$Q''_{C,nd} = 5 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}, \quad Q''_{C,nd,dop} = 50 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

ZADOVOLJAVA!

Proračun konačne i primarne energije (kWh/a) te emisije CO2 (t/kWh)

Grijanje:	
Godišnja potrebna energija za grijanje, QH,nd (kWh/a)	151.100
Energent:	UNP
Ukupna efikasnost sustava grijanja, η_H	1,0372
Godišnja konačna energija za grijanje, QH (kWh/a)	145.680
Faktor primarne energije	1,16
Godišnja primarna energija za grijanje, Eprim(kWh/a)	168.989
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,26
Emisija CO2 (kg)	44.089,32

Hlađenje:	
Godišnja potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh/a)	6.288
Energent:	
Ukupna efikasnost sustava hlađenja, η_C	1,0000
Godišnja konačna energija za hlađenje, QC (kWh/a)	6.288
Faktor primarne energije	0
Godišnja primarna energija za hlađenje, Eprim(kWh/a)	0
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,00
Emisija CO2 (kg)	0,00

PTV:	
Godišnja potrebna en. za pripremu PTV, QW,nd (kWh/a)	11.948
Energent:	Sunčeva energija
Ukupna efikasnost sustava za pripremu PTV, η_W	1,0584
Godišnja konačna energija za pripremu PTV, QW (kWh/a)	11.289
Faktor primarne energije	0,024
Godišnja primarna en. za pripremu PTV, Eprim(kWh/a)	271
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,01
Emisija CO2 (kg)	1,90

Rasvjeta:	
Godišnja potrebna energija za rasvjetu, QEL,nd (kWh/a)	47.124
Faktor primarne energije	0,798
Godišnja primarna energija za rasvjetu, Eprim(kWh/a)	37.605
Emisija CO2 (kg/kWh)	0,23
Emisija CO2 (kg)	8.829,62

Ukup. god. konačna en., QH+QC+QW+Wt (kWh/a)	210.381,34
Ukupna godišnja primarna energija (kWh/a)	206.865,15
Ukupna godišnja Emisija CO2 (kg)	52.920,84

PODACI O ZONAMA**Z3-STAN**

Obujam grijanog dijela, V_e (m ³):	231,00
Neto obujam, V (m ³):	175,56
Ploština korisne površine, A_k (m ²):	51,69
Bruto podna površina, A_f (m ²):	61,16
Oplošje grijanog dijela, A (m ²):	226,22
Faktor oblika, f_o (m ⁻¹):	0,98
Proj. unutar. temp. grijanja, $\theta_{int,set,H}$ (°C):	20
Proj. unutar. temp. hlađenja, $\theta_{int,set,C}$	26
Vremenska konstanta, τ (h):	16,74
Toplinski kapacitet, C_m (MJ/K):	15,90
Unutarnji dobitak po jed. površ. A_k (W/m ²):	5

Korištenje zone:

Grijanje sat/dan, dan/tjedan	16	7
Faktor prekidnog grijanja, f_H , hr (-)		0,67
Hlađenje dan/tjedan	-	7
Faktor prekidnog hlađenja, f_C , day (-)		1,00

Dani nekorištenja zone

mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
dani nekorištenja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka, H_{tr} (W/K)Direktni toplinski gubici kroz **neprozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef. topl. proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl. gubitak AU (W/K)
Z2-N	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/N	0,23	4,9	1,4
Z2-E	Z2 -AB ELEMENTI- ŠKOLA	90/E	0,23	3,4	1,0
S1	S1 - STROP PREMA TAVANU	0/Hor	0,20	61,2	15,3
Z1-N	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/N	0,21	25,8	6,7
Z1-E	Z1-ZID OD PUNE OPEKE- ŠKOLA	90/E	0,21	14,4	3,7
Ukupno:				109,7	28,1

* toplinski gubici su računati sa povećanim koeficijentom prolaska topline za $\Delta U_{TM} = 0,05$ W/(m²·K).Direktni toplinski gubici kroz **prozirne** plohe vanjskih građevnih dijelova, $\Sigma A_i U_i$ (W/K)

oznaka	naziv	nagib/ orijentacija	koef. topl. proh. U (W/m ² K)	površina A (m ²)	topl. gubitak AU (W/K)
O1-N	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/N	1,40	3,8	5,4
O1-E	O1-PVC PROZORI ŠKOLE	90/E	1,40	3,4	4,7
Ukupno:				7,2	10,1

Koeficijent toplinskih gubitaka kroz susjedne zone, HA (W/K)

naziv	koef. topl. proh. U (W/m²K)	površina A (m²)	topl. gubitak AU (W/K)
Z11-N	1,40	28,3	41,0
Z11-W	1,40	19,9	28,9
S3	2,02	61,2	126,6
Ukupno:		109,4	196,5

Koeficijent toplinskog gubitka zbog provjetravanja, Hve (W/K)

naziv			obujam zraka, V (m³)	br. izmj. zraka, n (1/h)	topl. gubitak Hve (W/K)
Faktor prekida ventilacije, fV, hr (-)	Zrakopropusnost zgrade, n50 (h-1)	Koeficijent zaštićenosti od vjetra, e (-)	Proj. protok zraka zbog meh. provj., Vf (m3/s)	Iskor. sust. za povrat topline., ηv (-)	
Ventilacijski gubitak			175,6	0,5	29,3
Ukupno:			175,6		29,3

Koeficijent transmisijских toplinskih gubitaka:

- direktnih, HD (W/K)	38,1
- kroz tlo, Hg (W/K)	0,0
- kroz negrijane prostorije, Hu (W/K)	0,0
- kroz negrijane prostorije - staklenike, Hus	0,0
- kroz susjedne prostorije, HA (W/K)	196,5

Koef. transmisijских topl. gubitaka, Htr,adj (W/K) 234,6

Koef. ventilacijskih topl. gubitaka, Hve,adj (W/K) 29,3

Koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka, H (W/K) 263,9

Toplinski dobici od sunca, Qsol (kWh)

naziv	oznaka		nagib/ orientacija		površina, A (m²)		1-Ff	Fc	Fsh	g	Aef=A*(1-Ff)* Fsh*Fc*g*Fw (m²)	
solarni dobici za mjesec, Qsol (kWh)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-N		N/90		3,83		0,80	0,75	0,91	0,60	1,1	
	18	23	40	52	65	67	67	59	42	30	18	13
O1-PVC PROZORI ŠKOLE	O1-E		E/90		3,36		0,80	0,75	0,89	0,60	1,0	

	30	41	69	92	108	111	115	105	83	58	28	18
Ukupni mjes. dob. od sunca, Qsol (kWh)	48	64	109	144	173	178	182	164	125	88	46	31

Unutarnji dobici topline računati sa zadanom vrijednošću, Qint (kWh)

Korisna površina zgrade, Ak (m ²)	51,7
Unutarnji dobitak po 1m ² korisne površine (W/m ²)	5,0
Unutarnji topl. dob. računan sa zadanom vrijed., (W)	258,5

Potrebna energija za grijanje, QH,nd (kWh)

Vremenska konstanta: $\tau = C_m/H = 16,74$ (h)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma_H = Q_{H,g}/Q_{H,t} = (Q_{H,int} + Q_{H,sol})/(Q_{H,tr} + Q_{H,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja dobitaka:

$\eta_{H,g} = (1 - \gamma_{Ha})/(1 - \gamma_{Ha} + 1)$ za $\gamma_H > 0$ i $\gamma_H < > 1$

$\eta_{H,g} = a/(a+1)$ za $\gamma_H = 1$

$\eta_{H,g} = 1/\gamma_H$ za $\gamma_H < 0$

Gdje je: $aH = aH_o + \tau/\tau H_o = 1 + 16,74/15 = 2,12$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $aH_{red} = 1 - bH_{red}(\tau H_o/\tau)\gamma_H(1-fH_{hr})$ (-), gdje je $bH_{red}=3$

Transmisijski gubici za mjesec:, $Q_{tr} = (H_D + H_u + H_{us}) (\Theta_i - \Theta_e) t + Q_g + Q_A$ (kWh)

- kroz tlo, $Q_g = H_g (\Theta_i - \Theta_e) t + H_{pe} \Theta^e \cos(2\pi(m-\tau-\beta)/12) t$

- kroz susjedne zone (y), $Q_A = H_A (\Theta_i - \Theta_y) t$

gdje je: t - trajanje mjesečnog razdoblja grijanja (h), Θ_e - prosječna godišnja vanjska temperatura (°C), Θ^e - mjesečno odstupanje od prosječne godišnje vanjske temperature (°C), m - broj mjeseca, τ - mjesec sa minimalnom temperaturom (pretpostavlja se 1), β - vremenski pomak (uzimima se 1 ili 2 ovisno o tipu poda), Θ_y - unutarnja temperatura susjedne zone (°C), H_{pe} - vanjski periodički koeficijent prijenosa topline (W/K)

	mjesec	vanj. temp. Θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutarnji dobici Q_{int} (kWh)	solarni dobici Q_{sol} (kWh)	ukup. dobici $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. dobit. $\eta_{H,g}$ (-)	faktor umanj. aH_{red} (-)	potrebna topl. za grijanje $Q_{nd,H}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	579	444	1.023	192	48	240	0,23	0,964	0,79	625
2	veljača	1,3	479	368	847	174	64	238	0,28	0,950	0,75	465
3	ožujak	5,7	406	312	717	192	109	301	0,42	0,901	0,67	297
4	travanj	10,6	258	198	456	186	144	330	0,72	0,781	0,67	132
5	svibanj	15,8	119	91	211	192	173	365	1,73	0,484	0,67	23
6	lipanj	19,1	25	19	44	186	178	364	8,33	0,119	0,67	0
7	srpanj	20,7	-20	-15	-35	192	182	374	-10,66	0,000	1,00	0
8	kolovoz	20,1	-3	-2	-5	192	164	356	-71,04	0,000	1,00	0
9	rujan	15,1	135	103	238	186	125	311	1,31	0,585	0,67	37
10	listopad	10,3	275	211	487	192	88	280	0,58	0,839	0,67	168
11	studen	5,6	395	304	699	186	46	232	0,33	0,933	0,70	339
12	prosinac	0,0	567	436	1.003	192	31	223	0,22	0,967	0,80	630
Ukupno:			3.215	2.469	5.684	2.264	1.352	3.616				2.716

Potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh)

Omjer između dobitaka i gubitaka topline: $\gamma C = Q_{C,gn}/Q_{C,ht} = (Q_{C,int} + Q_{C,sol})/(Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$ (-)

Stupanj iskorištenja gubitaka:

$\eta_{C,ls} = (1 - \gamma C - a)/(1 - \gamma C - (a+1))$ za $\gamma C > 0$ i za $\gamma C < > 1$

$\eta_{C,ls} = a/(a+1)$ za $\gamma C = 1$

$\eta_{C,ls} = 1$ za $\gamma C < 0$

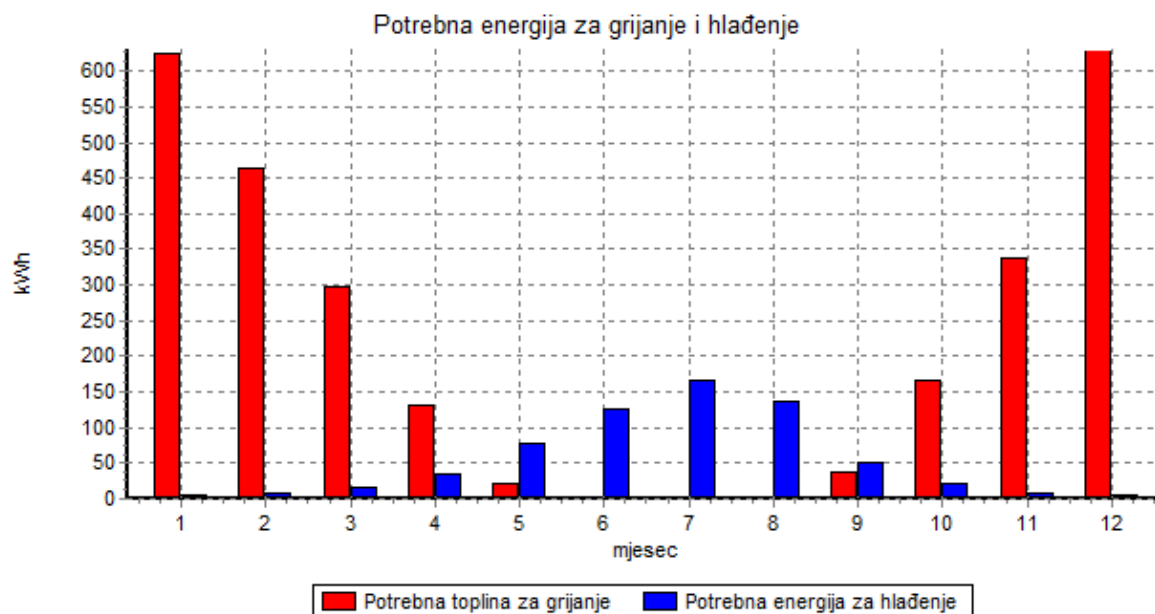
Gdje je: $aC = a_{C,o} + \tau/\tau_{C,o} = 1 + 16,74/15 = 2,12$

Faktor smanjenja zbog prekidnog grijanja: $\alpha_{C,red} = 1 - b_{C,red}(\tau_{C,o}/\tau)\gamma C(1-f_{C,day})$ (-), gdje je $b_{C,red}=3$

	mjesec	vanj. temp. θ_e (°C)	transmisijski gubici Q_{tr} (kWh)	ventilacijski gubici Q_{ve} (kWh)	ukup. gubici $Q_{ls} = Q_{tr} + Q_{ve}$ (kWh)	unutrašnji dobici Q_{int} (kWh)	solarni dobitci Q_{sol} (kWh)	ukup. dobitci $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ (kWh)	omjer dob/gub $\gamma = Q_{gn}/Q_{ls}$	iskor. gubit. $\eta_{C,ls}$ (-)	faktor umanj. $\alpha_{C,red}$ (-)	potrebna en. za hlađenje $Q_{nd,C}$ (kWh)
1	siječanj	-0,4	749	575	1.324	192	48	240	0,18	0,978	1,00	5
2	veljača	1,3	633	486	1.119	174	64	238	0,21	0,970	1,00	7
3	ožujak	5,7	576	442	1.018	192	109	301	0,30	0,945	1,00	17
4	travanj	10,6	423	325	747	186	144	330	0,44	0,892	1,00	36
5	svibanj	15,8	289	222	512	192	173	365	0,71	0,784	1,00	79
6	lipanj	19,1	189	145	335	186	178	364	1,09	0,650	1,00	127
7	srpanj	20,7	150	115	266	192	182	374	1,41	0,558	1,00	165
8	kolovoz	20,1	167	129	296	192	164	356	1,20	0,614	1,00	137
9	rujan	15,1	299	230	529	186	125	311	0,59	0,834	1,00	52
10	listopad	10,3	445	342	787	192	88	280	0,36	0,925	1,00	21
11	studen	5,6	560	430	990	186	46	232	0,23	0,964	1,00	8
12	prosinac	0,0	738	566	1.304	192	31	223	0,17	0,980	1,00	4
Ukupno:			5.220	4.008	9.228	2.264	1.352	3.616				659

Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, Q_w (kWh)

Namjena zone:	stambene zgrade do 3 stambene jedinice		
Broj jedinica, f:	51,69 (korisna površina zgrade)		
Dani/tjedan potrošnje PTV, d (dana):	7	Dnevna potrošnja PTV po jedinici, VW, f, day (l/jed./dan):	16,00
		Dnevna potrošnja PTV, VW, day (l/dan):	0,00
		Temperatura PTV, $\theta_{W,del}$ (°C):	60,00
			13,50
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, Q_W (kWh):	646		



$Q_{H,nd} = 2.716 \text{ (kWh)} = 9.779 \text{ (MJ)}$

$Q_{C,nd} = 659 \text{ (kWh)} = 2.372 \text{ (MJ)}$

$Q''_{H,nd} = 53 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{H,nd,dop} = 55 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

ZADOVOLJAVA!

$Q''_{C,nd} = 13 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$, $Q''_{C,nd,dop} = 50 \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$

ZADOVOLJAVA!

Proračun konačne i primarne energije (kWh/a) te emisije CO₂ (t/kWh)

Grijanje:	
Godišnja potrebna energija za grijanje, Q _{H,nd} (kWh/a)	2.716
Energent:	UNP
Ukupna efikasnost sustava grijanja, η _H	1,0372
Godišnja konačna energija za grijanje, Q _H (kWh/a)	2.619
Faktor primarne energije	1,16
Godišnja primarna energija za grijanje, E _{prim} (kWh/a)	3.038
Emisija CO ₂ (kg/kWh)	0,26
Emisija CO ₂ (kg)	792,61

Hlađenje:	
Godišnja potrebna energija za hlađenje, Q _{C,nd} (kWh/a)	659
Energent:	
Ukupna efikasnost sustava hlađenja, η _C	1,0000
Godišnja konačna energija za hlađenje, Q _C (kWh/a)	659
Faktor primarne energije	0
Godišnja primarna energija za hlađenje, E _{prim} (kWh/a)	0
Emisija CO ₂ (kg/kWh)	0,00
Emisija CO ₂ (kg)	0,00

PTV:	
Godišnja potrebna en. za pripremu PTV, Q _{W,nd} (kWh/a)	646
Energent:	UNP
Ukupna efikasnost sustava za pripremu PTV, η _W	1,0584
Godišnja konačna energija za pripremu PTV, Q _W (kWh/a)	610
Faktor primarne energije	1,16
Godišnja primarna en. za pripremu PTV, E _{prim} (kWh/a)	708
Emisija CO ₂ (kg/kWh)	0,26
Emisija CO ₂ (kg)	184,76

Ukup. god. konačna en., Q_H+Q_C+Q_W+W_t (kWh/a)	3.888,32
Ukupna godišnja primarna energija (kWh/a)	3.746,13
Ukupna godišnja Emisija CO₂ (kg)	977,37

REZULTATI PRORAČUNA ZA ZGRADU**Specifični transm. toplinski gubitak po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade**

Dozvoljeni koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj,dozv.} = 1,04 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

Izračunati koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj} = 0,37 \text{ (W/m}^2\text{K)}$

Specifični transmisijski gubitak zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!**Potrebna toplina za grijanje i hlađenje zgrade**

	mjesec	vanj. temp. (°C)	sati (h)	potrebna toplina za grijanje, QH,nd (kWh)	potrebna energija za hlađenje, QC,nd (kWh)
1	siječanj	-0,4	744	54.825	17
2	veljača	1,3	672	40.990	35
3	ožujak	5,7	744	26.623	157
4	travanj	10,6	720	9.227	633
5	svibanj	15,8	744	714	2.334
6	lipanj	19,1	720	2	5.135
7	srpanj	20,7	744	0	8.076
8	kolovoz	20,1	744	0	6.418
9	rujan	15,1	720	1.444	1.483
10	listopad	10,3	744	13.430	279
11	studenj	5,6	720	33.583	30
12	prosinac	0,0	744	57.599	7
				238.438	24.603

$Q_{H,ls} = 460.460 \text{ (kWh)} = 1.657.654 \text{ (MJ)}$

$Q_{H,int} = 138.394 \text{ (kWh)} = 498.220 \text{ (MJ)}$

$Q_{H,sol} = 166.165 \text{ (kWh)} = 598.194 \text{ (MJ)}$

$Q_{H,gn} = 304.559 \text{ (kWh)} = 1.096.414 \text{ (MJ)}$

$Q_{H,nd} = 238.438 \text{ (kWh)} = 858.378 \text{ (MJ)}$

$Q_{C,nd} = 24.603 \text{ (kWh)} = 88.572 \text{ (MJ)}$



Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q_{H,nd}$ (kWh/a)	238.438
Bruto obujam grijanog dijela zgrade, V (m ³)	18.483,00
Korisna površina, neto ploština grijanog dijela zgrade, A_k (m ²)	3.159,69
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke, $Q_{H,nd}$ (kWh/m²a)	75,46
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za ref. klim. pod., $Q_{H,nd,ref}$ (kWh/a)	234.458
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke, $Q_{H,nd}$	74,20
Dopušt. vrijed. specif. god. potrebne toplinske energije za grijanje, $Q_{H,nd,dop}$ (kWh/m ² a), prema TPRUETZZ	25,45
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q_{C,nd}$ (kWh/a)	24.603
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za referentne klimatske podatke, $Q_{C,nd,ref}$ (kWh/a)	26.050
Specifična godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje za stvarne klimatske podatke, $Q_{C,nd}$	7,79
Dopušt. vrijed. specif. god. potrebne topl. energije za hlađenje $Q_{C,nd,dop}$ (kWh/m ² a), prema TPRUETZZ	50,00
Referentna vrijednost dopuštene godišnje potrebne toplinske energije za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade, $Q_{H,nd,dop}$ (kWh/m ³ a), prema PEPZEC	30,000

Potrebna toplina za grijanje NE zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Potrebna toplina za hlađenje zadovoljava zahtjeve tehničkog propisa!

Vrijednosti izračunat godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke $Q_{H,nd}$ [kWh/(m²·a)] i $Q_{C,nd}$ [kWh/(m²·a)] (za stambene ili nestambene zgrade) zadovoljavaju i kada su veće od dopuštenih vrijednosti, ukoliko su specifične vrijednosti Edel i Eprim niže za najmanje 20% od dopuštenih vrijednosti prema članku 9. stavak (7) Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj

Specifična godišnja potrebna toplinska energ. za grijanje za referentne klimatske podatke, $Q_{H,nd}$ (kWh/m ³ a)	12,69
--	-------

Proračun primarne energije (kWh/a) te emisije CO2 (t/kWh)

Grijanje:	
Godišnja potrebna energija za grijanje, $Q_{H,nd}$ (kWh/a)	238.438
Godišnja primarna energija za grijanje, E_{prim} (kWh/a)	266.668
Emisija CO2 (kg)	69.573,77
Hlađenje:	
Godišnja potrebna energija za hlađenje, $Q_{C,nd}$ (kWh/a)	24.603
Godišnja primarna energija za hlađenje, E_{prim} (kWh/a)	0
Emisija CO2 (kg)	0,00
PTV:	
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV, Q_W (kWh/a)	15.356
Godišnja primarna energija za pripremu PTV, E_{prim} (kWh/a)	4.006
Emisija CO2 (kg)	976,46
Rasvjeta:	
Potrebna energija za rasvjetu, W_t (kWh/a)	104.754
Godišnja primarna energija za rasvjetu, E_{prim} (kWh/a)	83.594
Emisija CO2 (kg)	19.627,78
Ukupna godišnja potrebna energija, Σ End (kWh/a)	
383.152	
Ukupna godišnja isporučena energija, Edel (kWh/a)	
373.753	
Ukupna godišnja primarna energija, E_{prim} (kWh/a)	
354.268	
Ukupna godišnja Emisija CO2 (kg)	
90.178	
Pretežita namjena zgrade prema toplinskoj zoni najveće površine AK (m ²) :	
NSZ2 - Školske i fakultetske zgrade, vrtići i druge odgojne i obrazovne ustanove	
Ukupna površina svih topl. zona zgrade, AK (m2)	
3.159,69	
Spec. god. isporučena en., Edel/Ak (kWh/m2a)	
118,29	
Spec. god. isporučena en., Edel,dop/Ak (kWh/m2a)	60,00
Edel NE ZADOVOLJAVA zahtjeve tehničkog propisa!	
Spec. god. primarna en., E_{prim}/Ak (kWh/m2a)	
112,12	
Spec. god. primarna en., E_{prim} ,dop/Ak (kWh/m2a)	90,00
E_{prim} NE ZADOVOLJAVA zahtjeve tehničkog propisa!	

Rezultati proračuna

Rezultati proračuna potrebne potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje prema poglavlju VII. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18°C ili više

Oplošje grijanog dijela zgrade	$A = 7.510,14 [m^2]$
Obujam grijanog dijela zgrade	$V_e = 18.483,00 [m^3]$
Faktor oblika zgrade	$f_o = 0,41 [m^{-1}]$
Ploština korisne površine	$A_k = 3.159,69 [m^2]$
Godišnja potrebna toplina za grijanje	$Q_{H,nd} = 238.438,0 [kWh/a]$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade (za nestambene zgrade)	$Q'_{H,nd} = 12,9 [kWh/m^3 a]$
Ukupni godišnji gubici topline	$Q_l = 460.460 (kWh)$
Godišnji iskoristivi unutarnji dobici topline	$Q_i = 138.394 (kWh)$
Godišnji iskoristivi solarni dobici topline	$Q_s = 166.165 (kWh)$
Ukupni godišnji iskoristivi dobici topline	$Q_g = 304.559 (kWh)$

2.1. PRORAČUN POTROŠNJE I CIJENE ENERGENATA I EMISIJE CO₂

Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata temeljem godišnje potrebne topline za grijanje.

Parametri proračuna	Formule	Vrijednosti	Jedinice
Korisna toplina za grijanje ($Q_{H,nd}$)		238.438,0	kWh/a
Konačna toplina za grijanje ($Q_{H,del}$)	$Q_{H,del} = Q_{H,nd} / \eta$	229.886,23	kWh
Odabrani energent		Ukapljeni naftni plin	prm
Iskoristivost energenta (I)		1,0372	%
Ogrijevna vrijednost (Ov)		12,82	kWh/kg
Godišnja potrošnja energenta (Pe)	$Pe = Q_{H,del} / Ov$	17.931,84	kg
Cijena energenta (C)		5,81	kn/m3
Ukupna cijena za grijanje (Uc)	$Uc = Pe \cdot C$	104.183,9	kn

Proračun godišnje emisije CO₂

Rezultati proračuna godišnje emisije CO₂

Parametri proračuna	Formule	Vrijednosti	Jedinice
Konačna toplina za grijanje ($Q_{H,del}$)		229.886,23	kWh
Emisija CO ₂ po jedinici topline (E)		0,261	kg/kWh
Godišnja emisija CO ₂ (Ge)	$Ge = Q_{H,del} \cdot E$	60.000,3	kg

Proračun je izveden prema fizici zgrade prije rekonstrukcije i prema namjeni objekta.

GORIVO	Jedinica mjere	Energetska vrijednost (kWh/j.mj.)	Korisnost η kotla (%)	Cijena kn/j.mj.	Cijena kn/kWh	Cijena* kWh/ η (kn)
Prirodni plin klasični kotao	kWh	1	0,92	0,29	0,29	0,32
Prirodni plin kondenzacijski kotao	kWh	1	0,97	0,29	0,29	0,30
UNP (LPG) (plin u spremnicima)	kg	12,82	0,92	5,81	0,45	0,49
Električna energija	kWh	1	0,99	VT 1,06 NT 0,53	70/30% 0,90	0,90
Ekstra lako ulje (Lož ulje)	L	9,96	0,92	4,20	0,42	0,46
Posušeno drvo <20% vlage	m ³	1.800	0,70	398,00	0,22	0,31
Pelet(BIODO27)	kg	5	0,92	1,50	0,30	0,33

GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI:

- 1) Provodi se toplinsko izoliranje – vanjskog zida (izolacija na vanjske zidove– (14 cm EPS), sa završnom silikatnom/akrilnom žbukom, zbog čega se smanjuju toplinski gubici preko tih ploha.
- 2) Provodi se toplinsko izoliranje toplinske zaštite ravnog stropa koji se nalazi iznad grijanog prostora, tj. stropa prema tavanu ugradnjom izolacije od mineralne vune 18,0 cm.
- 3) Provodi se toplinsko izoliranje toplinske zaštite zida prema podrumu ugradnjom izolacije od mineralne vune 12,0 cm.
- 4) Provodi se toplinsko izoliranje toplinske zaštite stropa iznad podruma ugradnjom izolacije od mineralne vune 12,0 cm.
- 5) Provodi se toplinsko izoliranje toplinske zaštite zida prema tlu ugradnjom izolacije od XPS debljine 10 cm.
- 6) Zamjena neadekvatne vanjske stolarije sa Alu, drvenom ili PVC stolarijom -energetski efikasnijom stolarijom s dvostrukim ili trostrukim ostakljenjem $U_w \leq 1,60 \text{ W/m}^2$.
U proračunu korišten: $U_w = 1,40 \text{ W/m}^2$

STROJARSKI:

Za potrebe investitora izrađen je projekt rekonstrukcije postojeće kotlovnice na lož ulje ugradnjom zidnih plinskih generatora topline koji bi se snabdjevali ukapljenim naftnim plinom (UNP) iz dva spremnika plina volumena 2000 kg odnosno 5 m³. Projektom je riješen smještaj spremnika i pripadajuće opreme sa plinskom instalacijom do kotlovnice odnosno plinskih trošila i do školske kuhinje za potrebe pripreme tople hrane. Za potrebe potrošne tople vode a u cilju uštede energije i smanjenja emisije CO₂ predviđena je i ugradnja solarnih spremnika sa solarnim kolektorima. U cilju uštede energije u školskoj sportskoj dvorani predviđena ventilaciju sa rekuperacijom. U objektu škole predviđena zamjena postojećih radijatorskih ventila plinskim ventilima s termostatskim glavama.

ELEKTROTEHNIČKI:

Projektom je predviđena zamjena rasvjetnih tijela koja nisu energetska učinkovita, na način da se postigne minimalno 50 % -tna ušteda potrošnje energije i rekonstrukcija instalacija u školskoj zgradi kako bi se postigli sigurnosni zahtjevi.

Predviđa se ugradnja rasvjetnih tijela sa LED armaturama.

Izgled i proračun planirane rasvjete može se vidjeti u svjetlo tehničkom proračunu.

NAKON REKONSTRUKCIJE

Izračunate ukupne godišnje potrošnje ukapljenog naftnog plina i toplinske energije nakon rekonstrukcije

$Q_{\text{hnd}} = 238.438,0 \text{ kWh/god.}$ (Potrebna energija za grijanje ($Q_{\text{H,nd}}$))

$Q_{\text{H,del}} = 229.886,23 \text{ kWh/god.}$ Konačna toplina za grijanje ($Q_{\text{H,del}}$)

$V_{\text{uk}} = 17.931,84 \text{ kg/god.}$ –količina ukapljenog naftnog plina u kg

$C = 104.183,9 \text{ kn}$ –cijena potrošnje UNP-a

$EM = 60.000,3 \text{ kg/god.}$ - emisije ugljičnog dioksida nastale korištenjem uređaja na UNP-a

POSTOJEĆE STANJE

Izračunate ukupne godišnje loživog ulja i toplinske energije nakon rekonstrukcije

$Q_{\text{hnd}} = 599.352,0 \text{ kWh/god.}$ (Potrebna energija za grijanje ($Q_{\text{H,nd}}$))

$Q_{\text{H,del}} = 706.533,066 \text{ kWh/god.}$ Konačna toplina za grijanje ($Q_{\text{H,del}}$)

$V_{\text{uk}} = 69.270,66 \text{ lit/god.}$ - količina loživog ulja u lit.

$P_{\text{e}} = 59.572,77 \text{ kg/god.}$ - količina loživog ulja u kg.

$C = 290.936,77 \text{ kn}$ –cijena potrošnje loživog ulja

$EM = 211.959,92 \text{ kg/god.}$ -izračunate su pretpostavljene emisije ugljičnog dioksida nastale korištenjem navedenog postojećeg kotla na loživo ulja

UŠTEDA TOPLINSKE ENERGIJE

$\Delta Q_{\text{hnd}} = 360.914,0 \text{ kWh/god.}$ (Potrebna energija za grijanje ($Q_{\text{H,nd}}$) - 60%

$\Delta Q_{\text{H,del}} = 476.646,836 \text{ kWh/god.}$ (Konačna toplina za grijanje ($Q_{\text{H,del}}$) – 67%

$\Delta EM = 151.959,62 \text{ kg/god.}$ -izračunate su pretpostavljene uštede emisije ugljičnog dioksida nastale korištenjem trošila prije i nakon rekonstrukcije na objektu. – 71 %

Na osnovu proračunu toplinskih gubitaka i postojećim te novoprojektiranim instaliranim trošilima za grijanje.

Prije rekonstrukcije –grijanje na centralni kotao Viessmann Vittoplex 100 na loživo ulje učina grijanja 405 kW sa ukupnim stupnjem djelovanja sustava grijanja $\eta_{\text{u}} = 85 \%$.

Nakon rekonstrukcije –biti će ugrađen sustav zidnih plinskih generatora topline koji bi se snabdjevali ukapljenim naftnim plinom (UNP) iz dva spremnika plina volumena 2000 kg odnosno 5 m³.

Zidni novougrađeni kondenzacijski uređaji postavljeni u kaskadi –Viessmann Vitodens 200 – W sa digitalnom regulacijom Vitotronic 100 pojedinačnog učina grijanja 150 kW . Ukupni toplinski učin kaskade 300 kW pri temp. režimu 50/30 °C. Ukupni stupanj djelovanja sustava grijanja $\eta_{\text{u}} = 103 \%$. Projektom je riješen smještaj spremnika i pripadajuće opreme sa plinskom instalacijom do kotlovnice odnosno plinskih trošila i do školske kuhinje za potrebe pripreme tople hrane. Za potrebe potrošne tople vode a u cilju uštede energije i smanjenja emisije CO₂ predviđena je i ugradnja solarnih spremnika sa solarnim kolektorima. U cilju uštede energije u školskoj sportskoj dvorani predviđena ventilaciju sa rekuperacijom. U objektu škole predviđena zamjena postojećih radijatorskih ventila plinskim ventilima s termostatskim glavama.

Planirani zahvati na predmetnom objektu izolacija vanjskog zida, stropa tj. poda tavana, zida prema tlu, zida i stropa iznad podruma , zamjena neadekvatne vanjske stolarije te zamjena kotla i energenta za grijanje rezultirali su smanjenjem toplinskih gubitaka objekta što je rezultiralo i smanjenjem potrošnje toplinske energije , troška a time višestruko zajedno i smanjenjem emisije ugljičnog dioksida u atmosferu.

Sveukupno građevinski i strojarski radovi s PDV-om iznose: 3.148.370,0 kn

Ostvarene uštede			
Izračunati podatci	Oznaka	Mjerna jedinica	Iznos
Instalirana snaga Toplinska energija	ΔP_{uk}	[kW]	0
Toplinska energija Potrebna energija za grijanje ($Q_{H,nd}$)	ΔQ_{hnd}	[kWh/god.]	360.914,0
Toplinska energija Konačna toplina za grijanje ($Q_{H,del}$)	$\Delta Q_{H,del}$	[kWh/god.]	476.646,836
Ukupna investicija s PDVom	Inv	Građevinski +strojarski[kn]	3.148.370,0
Odnos ukupno planiranih sredstava (vrijednost ukupne investicije s PDV-om) i očekivane godišnje toplinske uštede energije (razlika kWh)	$Inv / \Delta Q_{H,del}$	[kn/kWh]	6,6
CO ₂ emisija onečišćujućih tvari- Plin	ΔCO_2	[t/god]	151,959
Odnos ukupno planiranih sredstava (vrijednost ukupne investicije s PDV-om) i očekivanog godišnjeg smanjenja emisije stakleničkih plinova (razlika t CO ₂)	$Inv / \Delta CO_2$	[kn/tCO ₂]	20718,54

Faktori primarne energije i emisija CO₂

Energent		Faktor primarne energije				Emisija tCO ₂ /TJ (kgCO ₂ /GJ)	Emisija kgCO ₂ /MWh
		Ukupno	Obnovljiva komponenta	Ne obnovljiva komponenta	Uvozna komponenta		
Kameni ugljen		1,038	0,00003	1,0381	0,00003	95,49	343,78
Mrki ugljen		1,054	0,00004	1,0540	0,00004	98,09	353,14
Lignit		1,082	0,0001	1,0814	0,0001	105,13	378,48
Ogrjevno drvo		1,111	1,0001	0,1108	0,0001	8,08	29,09
Drveni briketi		1,180	1,033	0,117	0,030	9,10	32,76
Drveni peleti		1,191	1,036	0,123	0,032	9,56	34,40
Drvena sječka		1,211	1,030	0,154	0,027	11,76	42,35
Drveni ugljen		1,286	1,187	0,100	0,000	7,27	26,17
Sunčeva energija		1,048	1,013	0,024	0,011	1,96	7,04
Geotermalna energija		1,211	1,093	0,080	0,038	6,52	23,48
Prirodni plin		1,097	0,001	1,095	0,001	61,17	220,20
UNP		1,162	0,001	1,160	0,001	72,47	260,88
Petrolej		1,033	0,000	1,033	0,000	73,54	264,73
Ekstralako loživo ulje		1,140	0,001	1,138	0,001	83,21	299,57
Loživo ulje		1,132	0,001	1,130	0,001	86,20	310,31
Električna energija		1,614	0,433	0,798	0,383	65,22	234,81
Daljinska toplina	Hrvatska - prosjek	1,523	0,022	1,494	0,008	100,69	362,49
	CTS ZG+OS (kogeneracija)	1,486	0,010	1,466	0,009	97,59	351,33
	KO - prosjek za HR	1,605	0,004	1,597	0,004	109,57	394,46
	CTS ZG (kogeneracija)	1,481	0,010	1,462	0,009	96,05	345,78
	CTS OS (kogeneracija)	1,498	0,010	1,478	0,009	110,15	396,53
	KO - prosjek za ZG	1,567	0,004	1,559	0,004	107,86	388,31
	KO - prosjek za OS	1,537	0,004	1,529	0,004	93,66	337,18
	KO - prosjek za RI	1,577	0,004	1,569	0,004	106,84	384,62
	KO - prosjek za Sl. Brod	1,393	0,004	1,385	0,004	100,12	360,42
	KO - prosjek za Split	1,548	0,004	1,540	0,004	132,48	476,94
	KO - prosjek za KA	1,442	0,004	1,434	0,004	115,77	416,77
	KO - prosjek za VŽ	1,498	0,004	1,489	0,004	91,27	328,56
	KO - prosjek za Vinkovce	1,451	0,004	1,442	0,004	103,52	372,66
	KO - prosjek za Vukovar	1,371	0,004	1,363	0,004	86,00	309,61
	KO - prosjek za Sisak	2,427	0,004	2,419	0,004	148,13	533,25
	KO - prirodni plin	1,358	0,004	1,350	0,004	82,74	297,88
	KO - loživo ulje	1,452	0,004	1,444	0,004	124,41	447,88
	KO - ekstralako loživo ulj	1,437	0,004	1,429	0,004	118,87	427,94

Za potrebe izračuna energetskog svojstva zgrade koristi se samo neobnovljiva komponenta faktora primarne energije.

Ovi faktori primjenju se od 01. listopada 2014. godine.

3. ELEKTRIČNA ENERGIJA

TEHNOEKONOMSKA ANALIZA ULAGANJA U REKONSTRUKCIJU ELEKTRIČNIH INSTALACIJA

3.1. POSTOJEĆE STANJE- ELEKTRIČNA ENERGIJA

Objekt osnovne škole promatran kao cjelina sastoji se od dva djela:

- Školska zgrada građena pedesetih godina
- Dvorana građena 2011 godine

Svaki dio ima svoj poseban priključak na NN mrežu i posebno mjerenje i samim time i zasebne glavne ormare.

Instalacija školske zgrade polagana je u „bergman“ cijevima, a razdjelnice su rađene keramičkim kučištima sa cjevastim osiguračima sistemom nulovanja, bez zaštitne sklopke i zaštitnog vodiča. Osim instalacije kotlovnice gdje je postavljena nova razdjelnica zajedno sa kotlom prije desetak godina.

Instalacija dvorane građena je prema važećim propisima i normama, prema projektu iz 2006 godine izrađenog od strane PI-ING d.o.o. Instalacija i rasvjeta irađena je po važećim normama.

3.3.1. POSTOJEĆE STANJE INSTALACIJA ŠKOLSKE ZGRADE

Nakon pregleda instalacija u objektu Osnovne škole "Voćin" uočeno je da su instalacije u školskoj zgradi izrazito lošem stanju. Što je vidljivo i na slikama dolje.



Slika 1. Stanje instalacija školske zgrade

Instalacija je stara preko 50 godina , polagana u bergman cijevi ,bez zaštitnog vodiča

Postojeća rasvjeta je riješena žaruljama sa žarnom niti i ukupna instalirana snaga postojeće rasvjete je 31,78 kW što uključuje i kotlovnice i kuhinju što prijašnje analize nisu obuhvatile. Potrošnja u tablici je prikazana na bazi 2000 sati godišnje rada i faktora istodobnosti 1.

Postojeća rasvjeta je u izrazito lošem stanju, bez difuzora, završnih kapa i loših grla od keramike koja su ispucala i dotrajala. Te pripadajuća instalacija koja napaja rasvjetna tjela u izrazito lošem stanju te je nužna kompletna rekonstrukcija.



Slika 2. Izgled postojeće rasvjete školske zgrade prije rekonstrukcije

Tablica 1. Potrošnja rasvjetnih urađaja školske zgrade (postojeće stanje)

Prostorija	Tip rasvjete	Broj jedinica	Snaga jedinice (W)	Ukupna snaga (kW)	Sati rada / godišnje	Godišnja potrošnja (kWh)
Učionice –prizemlje+suteren	Žarulja-žarna nit	85	100	8,5	2000	17000
Hodnici-prizemlje +suteren	Žarulja-žarna nit	60	120	7,2	2000	14400
Sanitarni čvorovi-prizemlje	Žarulja-žarna nit	13	120	1,56	2000	3120

Učionice -kat	Žarulja- žarna nit	48	100	4,8	2000	9600
hodnici-kat	Žarulja- žarna nit	30	120	3,6	2000	7200
Sanitarni čvorovi-kat	Žarulja- žarna nit	16	120	1,92	2000	3840
Ostale prostorije	Žarulja- žarna nit	32	120	3,84	2000	7680
SVEUKUPNO		284		31,42	2000	62840

3.1.2. POSTOJEĆE STANJE INSTALACIJA DVORANE

Instalacija dvorane građena je prema važećim propisima i normama ,prema projekti iz 2006 godine izrađenog od strane PI-ING d.o.o te i dio rasvjete zadovoljava nove norme učinkovitosti, a instalacija je rađena po pravilniku o tehničkim normativima za električne instalacije



Slika 3. Izgled postojeće rasvjete dvorane prije rekonstrukcije

Tablica 2. Potrošnja rasvjetnih uređaja Dvorane (postojeće stanje)

Tip rasvjete prema troškovniku	Broj jedinica	Snaga jedinice (W)	Ukupna snaga (kW)	Sati rada / godišnje	Godišnja potrošnja (kWh)
REFLEKTOR HQ T 250W/N	32	265	8,48	2000	16960
FC SVJETILJKA	18	40	0,72	2000	1440
FC SVJETILJKA	19	80	1,52	2000	3040
DOWN LIGHT	26	21	0,546	2000	1092
SVEUKUPNO	106		11,266		22532

3.2. REKONSTRUIRANO STANJE -ELEKTRIČNA ENERGIJA

Projektom je predviđena zamjena rasvjetnih tijela koja nisu energetske učinkovite, na način da se postigne minimalno 50 % -tna ušteda potrošnje energije i rekonstrukcija instalacija u školskoj zgradi kako bi se postigli sigurnosni zahtjevi.

Predviđa se ugradnja rasvjetnih tijela sa LED armaturama.

Izgled i proračun planirane rasvjete može se vidjeti u svjetlo tehničkom proračunu.

3.2.1. PLANIRANO STANJE INSTALACIJA ŠKOLSKE ZGRADE

Tablica 3. Potrošnja rasvjetnih uređaja školske zgrade (planirano stanje)

Tip rasvjete	Broj jedinica	Snaga jedinice (W)	Ukupna snaga (kW)	Sati rada / godišnje	Godišnja potrošnja (kWh)
LED stropne nadgradne svjetiljke priključne snage 30W svjetlosnog toka 3252lm, efikasnosti 107lm/W, boja svjetla 840, temperatura boje 4000K. Životnog vijeka 50.000h	22	30	0,66	2000	1320
LED stropne nadgradne svjetiljke priključne snage 41W, svjetlosnog toka 4649lm, efikasnosti 112lm/W, boja svjetla 840, temperatura boje 4000K. Životnog vijeka 50.000h L70	88	41	3,608	2000	7216

Svjetiljke za rasvjetu ploče, priključne snage 26W. Kućište od čeličnih limova, bijele boje. Direktna distribucija svjetla. Duljina kućišta 1507mm, bijele završne kape od PS-a. Kompatibilno za LED SubstiTube izvor svjetlosti, svjetlosnog toka 3920lm, boja svjetla 840, temperatura boje 4000K. Životnog vijeka 50.000h L80/B70.	33	26	0,858	2000	1716
Stropno/zidno nadgradno rasvjetno tijelo sa direktnom svjetlosnom distribucijom, priključna snaga 18W . Kut svjetlosnog snopa 110°. Dužina kućišta 1200mm. Kućište od adoniziranog aluminijskog, poklopac i završne kape od opalnog PC-a . LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 2000lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 111lm/W	7	18	0,126	2000	252
Stropno/zidno nadgradno rasvjetno tijelo sa direktnom svjetlosnom distribucijom, priključna snaga 36W . Kut svjetlosnog snopa 110°. Dužina kućišta 1200mm. Kućište od adoniziranog aluminijskog, poklopac i završne kape od opalnog PC-a . LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 4000lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 111lm/W	38	36	1,368	2000	2736
Stropno nadgradno rasvjetno tijelo za vlažne prostore. Priključna snaga 18W ,dimenzije kućišta 1277 x 84 x 102 mm. Kućište od staklenim vlaknima ojačanog poliestera, bez presvlake,svjetlo sive boje, s mogućnošću montaže na ovjes. Poklopac od opalnog PMMA,unutarnje prizmatične strukture. Kopče od nehrđajućeg čelika. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 2600lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 141lm/W, životnog vijeka 50.000h na max =35° C (L80/B50).	4	18	0,072	2000	144
Stropnog nadgradno rasvjetno tijelo za vlažne prostore. Priključna snaga 31W ,dimenzije kućišta 1277 x 84 x 102 mm. Kućište od staklenim vlaknima ojačanog poliestera, bez presvlake,svjetlo sive boje, s mogućnošću montaže na ovjes. Poklopac od opalnog PMMA,unutarnje prizmatične strukture. Kopče od nehrđajućeg čelika. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 4300lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 139lm/W, životnog vijeka 50.000h na max =25° C (L80/B50).	11	31	0,341	2000	682

Stropno nadgradno rasvjetno tijelo za vlažne prostore. Priključna snaga 45W ,dimenzije kućišta 1577 x 84 x 102 mm. Kućište od staklenim vlaknima ojačanog poliestera, bez presvlake,svjetlo sive boje, s mogućnošću montaže na ovjes. Poklopac od opalnog PMMA,unutarnje prizmatične strukture. Kopče od nehrđajućeg čelika. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 5900lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 130lm/W, životnog vijeka 50.000h na max =25° C (L80/B50).	5	45	0,225	2000	450
stropnog/zidnog nadgradnog rasvjetnog tijela sa direktnom svjetlosnom distribucijom, priključna snaga 24W . Kut svjetlosnog snopa 120°. Kućište od aluminijske, poklopac od PMMA-a . LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 1920lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 80lm/W.	34	24	0,816	2000	1632
trotnog nadgradnog/ovjesnog rasvjetnog tijela sa direktnom svjetlosnom distribucijom, priključna snaga 28W . Dimenzije kućišta 1200 x 214 x 76 mm. Kućište od čeličnih limova čisto bijele boje nosač od lijevanog aluminija čisto bijele boje, poklopac od opalnog PMMA sa završnim kapama od PS-a bijele boje. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 3630lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 129lm/W.	11	28	0,309	2000	618,2
trotnog nadgradnog/ovjesnog rasvjetnog tijela sa direktnom svjetlosnom distribucijom, priključna snaga 37W . Dimenzije kućišta 1500 x 214 x 76 mm. Kućište od čeličnih limova čisto bijele boje nosač od lijevanog aluminija čisto bijele boje, poklopac od opalnog PMMA sa završnim kapama od PS-a bijele boje. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 4540lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 124lm/W.	14	37	0,512	2000	1024,8

niskoprofilne stropne nadgradne svjetiljke priključne snage 41W. Potpuno zatvoreno kućište od čelika bijele boje. Dvostruki parabolični reflektor za bolju kontrolu blještanja. UV stabilizirani difuzor od opala, čelični okvir kućišta. Dimenzije kućišta 143x 1210 x 57 mm. LED izvor svjetlosti, svjetlosnog toka 4160lm, efikasnosti 100lm/W, boja svjetla 840, temperatura boje 4000K. Životnog vijeka 50.000h	12	41	0,492	2000	984
idnog sigurnosnog rasvjetnog tijela priključne snage 3,2W, u pripravnim spoju. Sivo kućište od PC-a sa LED status indikatorom ,visoko temperaturne nikal-kadmij baterije 3h. Uočljivost na 30m.	23	3,2	0,074	2000	147,2
zidno nadgradno rasvjetno tijelo sa senzorom pokreta, priključne snage 10W. Dimenzije kućišta 170x90x90mm. Kućište od aluminija, antracitne boje. Zidna montažna kutija i donji dio kućišta od plastike, antracit sive boje (RAL 70016). Poklopac od UV stabiliziranog PC-a. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 360lm, boja svjetla 830 , temperatura boje 3000K, efikasnost svjetiljke 38lm/W. Životnog vijeka 30.000h na max =25° C (L80/B50).	3	9,5	0,029	2000	57
SVEUKUPNO	305		9,49		18979,2

3.2.2. PLANIRANO STANJE INSTALACIJA RASVJETE DVORANE

Tablica 4. Potrošnja rasvjetnih uređaja Dvorane (planirano stanje)

Tip rasvjetne prema troškovniku	Broj jedinica	Snaga jedinice (W)	Ukupna snaga (kW)	Sati rada / godišnje	Godišnja potrošnja (kWh)
Reflektor sa primarnom kontrolom svjetla pomoću leća, poklopac od PC leća, sa direktnom distribucijom svjetla asimetrične karakteristike. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 25.550 lm , efikasnosti 116lm/W, temp. boje 5700K. Kućište od lijevanog aluminija, obloženo, sive boje, montažni nosač od galvaniziranog čelika , sive boje. Kut svjetlosnog snopa: 130° x 20° . Dimenzije kućišta 425x499x62mm. U mehaničkoj zaštiti IP66, izolacijske klase I, otpornosti na udarce IK09. Otpornost na udarni napon: 6kV 1.2 / 50µs. Životni vijek 50.000h (L70/B50).	28	220	6,16	2000	12320
Stropno nadgradno rasvjetno tijelo za vlažne prostore. Prikjučna snaga 45W ,dimenzije kućišta 1577 x 84 x 102 mm. Kućište od staklenim vlaknima ojačanog poliestera, bez presvlake,svjetlo sive boje, s mogućnošću montaže na ovjes. Poklopac od opalnog PMMA,unutarne prizmatične strukture. Kopče od nehrđajućeg čelika. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 5900lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 130lm/W, životnog vijeka 50.000h na max =25° C (L80/B50).	12	45	0,54	2000	1080
Stropnog/zidno nadgradno rasvjetno tijelo sa direktnom svjetlosnom distribucijom, priključna snaga 36W . Kut svjetlosnog snopa 110° . Dužina kućišta 1200mm. Kućište od adoniziranog aluminija, poklopac i završne kape od opalnog PC-a . LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 4000lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 111lm/W.	5	36	0,18	2000	360

Zidno sigurnosno rasvjetno tijelo priključne snage 3,2W, u pripravnim spoju. Sivo kućište od PC-a sa LED status indikatorom ,visoko temperaturne nikal-kadmij baterije 3h. Uočljivost na 30m.	5	3,6	0,018	2000	36
Stropnog nadgradno/ovjesno rasvjetno tijelo sa direktnom svjetlosnom distribucijom, priključna snaga 37W . Dimenzije kućišta 1500 x 214 x 76 mm. Kućište od čeličnih limova čisto bijele boje nosač od lijevanog aluminijski čisto bijele boje, poklopac od opalnog PMMA sa završnim kapama od PS-a bijele boje. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 4540lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 124lm/W.	3	37	0,11	2000	219,6
Stropno/zidno nadgradno rasvjetno tijelo sa direktnom svjetlosnom distribucijom, priključna snaga 24W . Kut svjetlosnog snopa 120°. Kućište od aluminijski, poklopac od PMMA-a . LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 1920lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 80lm/W. Mehanička zaštita IP44, otpornost na udarce IK03. Životni vijek 30000h (L70/B50)	8	24	0,192	2000	384
Stropno nadgradno rasvjetno tijelo za vlažne prostore. Priključna snaga 18W ,dimenzije kućišta 1277 x 84 x 102 mm. Kućište od staklenim vlaknima ojačanog poliestera, bez presvlake,svjetlo sive boje, s mogućnošću montaže na ovjes. Poklopac od opalnog PMMA,unutarne prizmatične strukture. Kopče od nehrđajućeg čelika. LED izvor svjetlosti svjetlosnog toka 2600lm, boja svjetla 840 , temperatura boje 4000K, efikasnost svjetiljke 141lm/W, životnog vijeka 50.000h na max =35° C	4	18	0,074	2000	147,2
SVEUKUPNO	55		7,27		20783,5

3.3. ANALIZA- ELEKTRIČNA ENERGIJA

Za analizu nije razmatrana cijena kilovat sata već samo postotak ušteda sa postojećom rasvjetom i planiranom rasvjetom

Rekonstrukcija prema projektu najvećim dijelom obuhvaća promjenu rasvjetnih tijela pa ćemo prema tome raditi analizu (model) potrošnje električne energije za rasvjetu prije i nakon rekonstrukcije.

Ukupna instalirana snaga rasvjetnih tijela i predspojnih naprava školske zgrade u postojećem stanju je $P_{uk-s} = 31,76$ kW, a u predloženom stanju je $P_{uk-s,plan} = 9,5$ kW. Ukupan broj sati rada rasvjete školske zgrade na godišnjoj razini iznosi $n_h = 2.000$ h/god, jednako u postojećem i planiranom stanju.

Ukupna instalirana snaga rasvjetnih tijela školskih dvorana u postojećem stanju je $P_{uk-d} = 11,2$ kW, a u predloženom stanju je $P_{uk-d,plan} = 7,27$ kW. Ukupan broj sati rada rasvjete školskih dvorana na godišnjoj razini iznosi $n_h = 2.000$ h/god, jednako u postojećem i planiranom stanju.

Tablica 5. MODELIRANA POTROŠNJA PRIJE I NAKON REKONSTRUKCIJE

	Postojeće stanje			Planirano stanje			
	Ukupna snaga (kW)	Sati rada / godišnje	Godišnja potrošnja (kWh)	Ukupna snaga (kW)	Sati rada / godišnje	Godišnja potrošnja (kWh)	Godišnja ušteda energije (kWh)
Školska zgrada	31,42	2000	62840	9,4896	2000	18979,2	43868,8
Dvorana	11,266	2000	22532	7,27	2000	14540	7992
Sveukupno			85372	16,7596		33519,2	51860,8

Ukupna potrošnja prije rekonstrukcije = 85372 kWh godišnje

Ukupna potrošnja nakon rekonstrukcije = 33519,2 kWh godišnje

Ukupna ušteda u školskoj zgradi = 43868,8 kWh godišnje

Ukupna ušteda u dvorani = 7992 kWh godišnje

Sveukupna kupna ušteda dvorana + školska zgrada = 51860,8 kWh godišnje

Iz analize je vidljivo da je na školskoj zgradi ostvarena ušteda **51860,8 kWh godišnje** što je više od 50% ukupnih ušteda

PRORAČUN EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI

CO₂:
postojeće 85372 kWh x 0,33 x 10⁻³ = 28,172 t/god

faktori u proračunima za: CO₂ 0,33 x 10⁻³

CO₂:
Novo 33519,2 kWh x 0,33 x 10⁻³ = 11,061 t/god

USTEDA CO₂: 17,11 t/god

ZAKLJUČAK

Kako je iz analize vidljivo da je promatrana cjelina školske zgrade i dvorane građena u dva dijela i da je zgrada dvorane građena 2011 godine te se promjenom postojećih rasvjetnih tijela nebi polučili zadovoljavajući efekti ušteda .

Analiza također pokazuje da se rekonstrukcijom instalacije školske zgrade postižu velike uštede što je **51,4% ukupnih ušteda uključujući i dvoranu**

Postojeća rasvjeta školske zgrade je izrazito neekonomična i zastarjela. Izvedena je sa žaruljama sa žarnim nitima, najčešće bez armature i sa lošim grlima. Rasvjeta ne zadovoljava minimalne uvjete i zahtjeve za takav tip prostora. Kod projektiranja je uzeto u obzir da se zadovolje norme i zahtjevi za takav tip prostora. Kod proračuna za planirano i postojeće stanje uzeli smo da će rasvjeta raditi 2000 sati godišnje . Nakon rekonstrukcije imamo rasvjetu koja zadovoljava potrebe i zahtjeve prostora te bi stoga boravak i rad učenika bio ugodniji.

Zbog svega navedenog i potencijalne opasnosti koja se može pojaviti s vremenom s obzirom na stanje instalacija školske zgrade višestruko je isplativo i nužno izmijeniti kompletnu instalaciju rasvjete i priključnica .

Instalacije dvorane nije potrebno rekonstruirati jer bi to bili ekonomski neopravdano i tehnički nepotrebno kada se zadane uštede ostvarene rekonstrukcijom instalacije školske zgrade.

Predlažem ulaganje u cjelokupnu rekonstrukciju prema projektu.

4. VODA

4.1. POSTOJEĆE STANJE

Građevina je priključena na mjesni ulični vodovod.

Snabdjevanje zgrade vodom je postojećim priključkom na uličnu vodovodnu mrežu.

Potrošnja vode se plaća prema očitavanju potrošnje vode na vodomjeru koji se nalazi u zasebnom vodomjernom oknu.

4.2. REKONSTRUIRANO STANJE

Na navedenom objektu nema predloženih mjera rekonstrukcije sanitarnog sustava.

Godišnja potrošnja vode sadašnjeg i rekonstruiranog stanja su jednaki tj. prema broju instaliranih sanitarnih predmeta tj. trošila za vodu i namjena objekta su jednaki.

5. TROŠKOVI REKONSTRUKCIJE I UŠTEDA ENERGIJE

Troškovnik planiranih zahvata rekonstrukcije građevinsko-arhitektonskog i elektroenergetskog dijela iznose 3.487,066,25 kn.

REKAPITULACIJA

GRAĐEVINSKO-OBRTNIČKI	1.707.300,00
ELEKTROINSTALACIJE	270.957,00
STROJARSKE INSTALACIJE	811.396,00
UKUPNO RADOVI:	2.789.653,00
PDV (25%):	697.413,25
SVEUKUPNO:	3.487.066,25

Ostvarene uštede				
Izračunati podatci	Oznaka	Mjerna jedinica	Iznos	Ukupno
Instalirana snaga toplinska+ električna energija	ΔP_{uk}	[kW]	105,0+25,926	13,926
Toplinska + električna energija	$\Delta Q_{H,del} + \Delta W_t$	[kWh/god.]	476.646,836+51.860,8	528.507,63
Ukupna investicija s PDVom	Inv	[kn]	3.487.066,25	3.487.066,25
Odnos ukupno planiranih sredstava (vrijednost ukupne investicije s PDV-om) i očekivane godišnje uštede energije (razlika kWh)	$Inv / \Delta Q_{Hnd} + W_t$	[kn/kWh]		6,598
CO ₂ emisija onečišćujućih tvari- Plin+elektr.energija	ΔCO_2	[t/god]	17,11 +151,959	169,069
Odnos ukupno planiranih sredstava (vrijednost ukupne investicije s PDV-om) i očekivanog godišnjeg smanjenja emisije stakleničkih plinova (razlika t CO ₂)	$Inv / \Delta CO_2$	[kn/tCO ₂]		20.625,107

Ovlaštena osoba:
Branko Rešetar, dipl.ing.stroj.

Hrvatska komora inženjera strojarstva
Branko Rešetar
dipl. ing. stroj.
Ovlašten inženjer strojarstva
S 1400