

# Poročilo o energetske pregledu Vojašnice Jerneja Molana

*Mapa 5: Tablica objekta 10254*

Številka dokumenta: EP-2016-01

Ljubljana, Oktober 2016



## Kazalo vsebine

1	SPLOŠNO .....	7
1.1	Prednostna lista ukrepov učinkovite rabe energije .....	9
1.1.1	Ukrepi z vračilno dobo do 5 let.....	9
1.1.2	Ukrepi z vračilno dobo nad 5 let.....	10
1.1.3	Napotki za izvedbo ukrepov in možni viri financiranja.....	11
2	OBJEKT 5: UPRAVNI / NAMESTITVENI OBJEKT .....	12
	(Tablica objekta: 10254) .....	12
2.1	Opis dejavnosti v objektu .....	12
2.2	Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnostjo stavb .....	14
2.3	Skupna poraba energije in stroški .....	16
2.4	Stanje toplotnega ugodja .....	20
2.4.1	Meritve mikroklima .....	20
3	PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE .....	25
3.1	Ogrevalni sistem .....	25
3.2	Sistem za oskrbo s toplo vodo .....	26
3.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo .....	26
3.4	Elektroenergetski sistem in porabniki .....	26
4	PREGLED RABE KORISTNE ENERGIJE .....	29
4.1	Ovoj stavbe .....	29
4.2	Električni aparati .....	33
4.3	Razsvetljava .....	34
4.4	Prezračevanje in klimatizacija .....	34
4.5	Ostalo .....	35
4.6	Delež porabe električne energije .....	35
5	OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV .....	36
5.1	Ovoj stavbe .....	36
5.2	Transmisijske izgube .....	37
5.3	Prezračevanje .....	42
5.4	Razsvetljava .....	45
5.5	Klimatizacija .....	45
5.6	Sanitarna voda .....	45
5.7	Električna energija .....	46
5.8	Avtomatski monitoring in upravljanje .....	46
6	ORGANIZACIJSKI UKREPI .....	49
6.1	Zeleno javno naročanje .....	50
6.2	Osveščanje (uporabnika) .....	51
6.3	Izobraževanje .....	51
6.4	Informiranje .....	51
7	OCENA IZVEDLJIVOSTI UKREPOV .....	53
7.1	Izračun možnih prihrankov energije .....	53
7.2	Potrebna investicijska sredstva in potreben čas za vračilo investiranih sredstev .....	55
7.3	Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na bivalno ugodje .....	57
8	ENOTEN PRIKAZ UKREPOV URE .....	58
8.1	Organizacijski ukrepi .....	58
8.2	Investicijski ukrepi .....	59
9	VIRI .....	64
10	PRILOGE .....	65

## Kazalo slik

SLIKA 1: GRAFIČNI PRIKAZ POVPREČNE RABE ENERGIJE V ČASU 2013 – 2015. VIR: PODATKI NAROČNIKA. ....	7
SLIKA 2: RAČUNSKO OCENJENI DELEŽI PORABE ELEKTRIKE GLEDE NA PORABNIKE. VIR: PODATKI NAROČNIKA. ..	7
SLIKA 3: DELEŽ STROŠKOV GLEDE NA OCENJENO PORABO ENERGIJE V ČASU: 2013 - 2015. VIR: PODATKI NAROČNIKA. ....	8
SLIKA 4: SITUACIJA: VOJAŠNICA JERNEJA MOLANA, CERKJE OB KRKI 4A, CERKLJE OB KRKI. ....	12
SLIKA 5: OBRAVNAVANI OBJEKT 10254. ....	13
SLIKA 6: TLORIS PRITLIČJA OBJEKTA. ....	14
SLIKA 7: TLORIS 1. NADSTROPJA OBJEKTA. ....	15
SLIKA 9: RABA ENERAGENTOV V LETIH 2013 – 2015, VIR: PODATKI NAROČNIKA (RAČUNI DOBAVE ENERAGENTOV). ....	16
SLIKA 10: PORABA ENERGIJE NA ENOTO UPORABNE POVRŠINE V LETIH 2013-2015. VIR: PODATKI NAROČNIKA (RAČUNI DOBAVE ENERAGENTOV). ....	17
SLIKA 11: SKUPNI STROŠKI ENERAGENTOV V LETIH 2013 – 2015. VIR: PODATKI NAROČNIKA (RAČUNI DOBAVE ENERAGENTOV). ....	18
SLIKA 12: OCENJENE EMISIJE NA PODLAGI RABE ENERAGENTOV V LETIH 2013 – 2015. ....	19
SLIKA 13: ANALIZA MERITEV NOTRANJE TEMPERATURE. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA. ....	22
SLIKA 14: ANALIZA MERITEV RELATIVNE VLAŽNOSTI [%] V NOTRANJOSTI OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA. ....	23
SLIKA 15: IZMERJENE VREDNOSTI OSVETLJENOSTI V NOTRANJOSTI OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA. ....	24
SLIKA 16: FOTOGRAFIJA TIPIČNIH GRELNIH TELES NA OBJEKTU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA. ....	26
SLIKA 17: PRIMER FLUORESCENTNIH LUČI V OBJEKTU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA. ....	28
SLIKA 18: PRIKAZ OCENE PORABE ENERGIJE ZA OGREVANJE IN SANITARNO VODO. VIR: PODATKI NAROČNIKA	33
SLIKA 19: RAČUNSKO PRIDOBLENA PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE GLEDE NA NAMEMBNOST V OBJEKTU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	35

## Kazalo tabel

TABELA 1: UKREPI Z VRAČILNO DOBO DO 5 LET. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	9
TABELA 2: POVZETEK ZA UKREPE Z VRAČILNIM ROKOM DO 5 LET. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	9
TABELA 3: UKREPI Z VRAČILNO DOBO DALJŠO DO 5 LET. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	10
TABELA 4: POVZETEK ZA UKREPE Z VRAČILNIM ROKOM NAD 5 LET. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	10
TABELA 5: POVZETEK VSEH PREDLAGANIH UKREPOV. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	10
TABELA 6: OSNOVNI PODATKI O OBJEKTU. ....	13
TABELA 7: RABA ENERAGENTOV V LETIH 2013-2015. VIR: PODATKI NAROČNIKA (RAČUNI DOBAVE ENERAGENTOV). ....	16
TABELA 8: STROŠKI ENERAGENTOV V LETIH 2013 – 2015. VIR: PODATKI NAROČNIKA (RAČUNI DOBAVE ENERAGENTOV). ....	18
TABELA 9: OCENJENE EMISIJE NA PODLAGI PORABE ENERAGENTOV. VIR: PODATKI NAROČNIKA (RAČUNI DOBAVE ENERAGENTOV). ....	18
TABELA 10: IZMERJENE NAJVIŠJE IN NAJNIŽJE VREDNOSTI TEMPERATURE IN RELATIVNE VLAGE NA DAN 12.8.2016. ....	21
TABELA 11: PRIKAZ OPRAVLJENIH MERITEV TEMPERATURE IN RELATIVNE VLAŽNOSTI V OBJEKTU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA. ....	21
TABELA 12: PREGLED NAPRAV V OBJEKTU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	27
TABELA 14: PREGLED POPISANE RAČUNALNIŠKE OPREME. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	27
TABELA 15: PREGLED POPISANE RAZSVETLJAVE V OBJEKTU Z OCENJENIM ČASOM DELOVANJA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	28
TABELA 16: PODATKI O TOPLOTNI CONI OBJEKTA O OBJEKTU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	29
TABELA 17: TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA – NEPROZORNI ELEMENTI. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	30
TABELA 18: TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA – PROZORNI ELEMENTI. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	30
TABELA 19: IZKAZ TRENUTNEGA STANJA OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	30
TABELA 20: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČE SEVERNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	31
TABELA 21: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČE JUŽNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	31
TABELA 22: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČE ZAHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	32
TABELA 23: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČE VZHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	32
TABELA 24: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČEGA STROPA PROTI NEOGREVANEMU PODSTREŠJU OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	32
TABELA 25: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČIH TAL OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	32
TABELA 26: OCENA POVPREČNE PORABE ENERGIJE ZA OGREVANJE IN SANITARNO VODO. ....	33
TABELA 27: RAČUNSKA OCENA PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE LUČI. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	33
TABELA 28: RAČUNSKA OCENA PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE LUČI. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	34
TABELA 30: PREGLED PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE GLEDE NA NAMEMBNOST. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA. ....	35

TABELA 31: RAČUNSKO OVREDNOTENJE SREDNJE TOPLOTNE PREHODNOSTI IN SPECIFIČNO LETNO POTREBO PO TOPLOTI ZA OGREVANJE PRED UVEDENIMI UKREPI TER PO NJIH. VIR: LASTNI IZRAČUN .....	36
TABELA 32: RAČUNSKO OVREDNOTENJE POTREBNE TOPLOTE PRED UVEDENIMI UKREPI TER PO NJIH. VIR: LASTNI IZRAČUN .....	36
TABELA 33: RAČUNSKA OCENA TRANSMISIJSKIH IZGUB V PRIMERU UPOŠTEVANJA VSEH UKREPOV IN V PRIMERU UPOŠTEVANJA POSAMEZNEGA UKREPA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	38
TABELA 34: RAČUNSKA OCENA POTREBNE TOPLOTE V PRIMERU UPOŠTEVANJA VSEH UKREPOV IN V PRIMERU UPOŠTEVANJA POSAMEZNEGA UKREPA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	38
TABELA 35: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBNOVLJENE SEVERNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	39
TABELA 36: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBNOVLJENE JUŽNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	39
TABELA 37: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBNOVLJENE ZAHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	39
TABELA 38: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBNOVLJENE VZHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	39
TABELA 39: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE STROPA PROTI NEOGREVANEMU PODSTREŠJU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	40
TABELA 40: RAČUNSKA POTREBNA TOPLOTA ZA GRETJE IN OCENJEN PRIHRANEK PRI IZOLACIJI CELOTNEGA OBJEKTA, SAMO FASADE ALI SAMO STREHE. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	40
TABELA 41: POVPREČNA PORABA TOPOTE ZA GRETJE IN OCENJEN PRIHRANEK V €/LETO GLEDE NA UKREP. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	40
TABELA 44: RAČUNSKA OCENJENA PREZRAČEVALNE IZGUBE PRED IN PO VGRADNJI MODERNEGA SISTEMA PREZRAČEVANJA Z REKUPERACIJO. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	42
TABELA 45: RAČUNSKA OCENA LETNE RABE TOPLOTE ZA OGREVANJE Z PREZRAČEVALNIMI IZGUBAMI IN OCENJEN PRIHRANEK LETNE RABE TOPLOTE PRI VGRADNJI MODERNEGA SISTEMA REKUPERACIJE. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	43
TABELA 46: POVPREČNA PORABA TOPLOTNE ENERGIJE ZA OGREVANJE IN OCENJEN PRIHRANEK V €/LETO GLEDE NA VGRADNJO MODERNEGA SISTEMA REKUPERACIJE. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	43
TABELA 48: POVPREČNA PORABA TOPOTE ZA GRETJE IN OCENJEN PRIHRANEK V €/LETO GLEDE NA UKREP. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	44
TABELA 49: POVPREČNA PORABA TOPOTE ZA GRETJE IN OCENJEN PRIHRANEK V €/LETO GLEDE NA UKREP. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	44
TABELA 50: POVPREČNA PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA RAZSVETLJAVO IN OCENJEN PRIHRANEK V €/LETO GLEDE NA SENZORSKO PRIŽIGANJE LUČI. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	45
TABELA 51: POVPREČNA PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA RAZSVETLJAVO IN OCENJEN PRIHRANEK V €/LETO GLEDE NA SENZORSKO PRIŽIGANJE LUČI. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	46
TABELA 52: IZRAČUN MOŽNIH PRIHRANKOV ENERGIJE. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	54
TABELA 53: POTREBNA INVESTICIJSKA SREDSTVA IN POVRATNA DOBA UKREPA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	55
TABELA 54: ZMANJŠANJE EMISIJ CO <sub>2</sub> PRI POSAMEZNEM PREDLAGANEM UKREPU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA .....	56

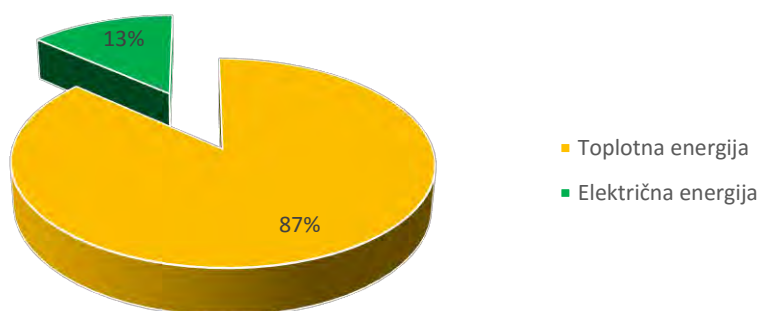
## I. POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE

### 1 SPLOŠNO

Upravni objekt 5 nosi tablico 10254 in je del Vojašnice Jerneja Molana.

Grafična predstavitev (Slika 1) ocenjenih deležev rabe energije na objektu 10254 je prikazana spodaj. Ocenjena povprečna raba energije v času 2013-2015 je znašala 299.0540 kWh, od tega znaša 87 % poraba toplotne energije (zemeljski plin) in 13 % poraba električne energije.

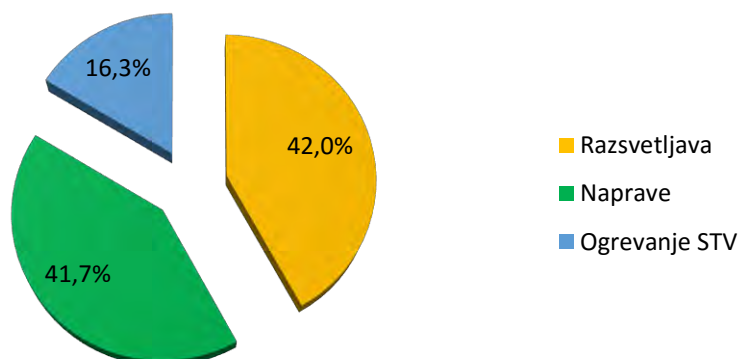
Povprečna raba energije v času: 2013 - 2015



Slika 1: Grafični prikaz povprečne rabe energije v času 2013 – 2015. Vir: Podatki naročnika.

Grafični prikaz računsko ocenjenih deležev porabe električne energije glede na porabnike (Slika 2) je prikazan spodaj. Kot je razvidno iz grafa, je 42,0 % porabljene električne energije na objektu namenjeno razsvetljavi prostorov, 51,7 % električne energije se porabi za delovanje naprav in preostale opreme (računalniki, tehnična oprema) ter 16,3 % ogreva nje STV.

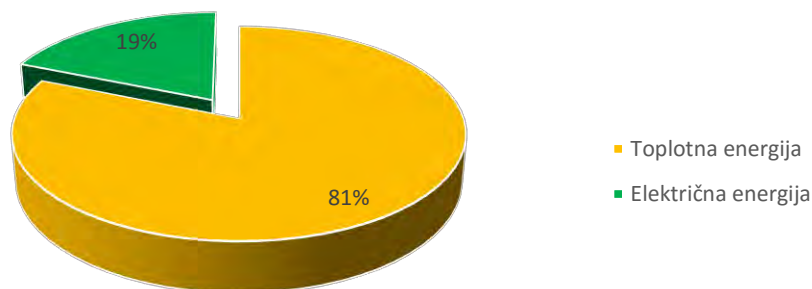
Računsko ocenjeni delež porabe električne energije  
glede na porabnike



Slika 2: Računsko ocenjeni deleži porabe elektrike glede na porabnike. Vir: Podatki naročnika.

Grafični prikaz povprečnega deleža stroškov glede na ocenjeno porabo energentov (Slika 3) v objektu 10254 je spodaj prikazan. Povprečni letni stroški energije v letih 2013-2015 znašali 19.661 €. Pri tem je znašal strošek toplotne energije 81 % celotnih stroškov, električne energije 19 %.

Delež stroškov glede na ocenjeno porabo v času:  
2013 - 2015



Slika 3: Delež stroškov glede na ocenjeno porabo energije v času: 2013 - 2015. Vir: Podatki naročnika.

Z implementacijo vseh ukrepov (Tabela 5), organizacijskih in investicijskih (vzdrževalni in tehnični), bi dosegli znatne prihranke rabe energije na objektu. Ocenjujemo, da bi lahko dosegli na letni ravni prihranke za okoli 5.186 kWh električne energije, kar znaša okvirno 12,9 % prihranke glede na povprečno rabo energije v letih 2013-2015. V primeru toplotne energije ocenjujejo je seštevek ukrepov zmanjšanja okoli 281.697 kWh energije, kar znaša okvirno 108,8 % celotne rabe energije, pri čemer ni upoštevana soodvisnost ukrepov. Soodvisnost je opisana in upoštevana na ravni objekta in vojašnice v Mapi 1.

Ukrepi z vračilno dobo krajšo od 5 let (Tabela 1) vključujejo predvsem organizacijske ukrepe ter izolacijo medetažne pošče proti podstrešju in vgradnjo ločenih merilnikov. Ocenjujemo, da bi lahko dosegli prihranek 200.219 kWh energije letno, finančno prihranek v višini 12.437 € letno in zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> za 48 t letno. Pri tem bi ocenjeni vložek za implementacijo organizacijskih ukrepov znašal 1.000 €, povprečna povratna doba vseh ukrepov pa 1,0 let (Tabela 2).

Z implementacijo ukrepov z vračilno dobo daljšo od 5 let (Tabela 3), kamor spadajo predvsem investicijski ukrepi (vzdrževalni in tehnični) bi na letni ravni dosegli prihranke okoli 256.978 kWh energije, pri tem bi bilo zmanjšanje stroškov na letni ravni 15.861 € in zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> za 58 t. Ocenjena vrednost stroškov implementacije investicijskih ukrepov znaša 207.150 €, tako da povprečna povratna doba vseh ukrepov skupaj znaša 13,1 let (Tabela 4).



## 1.1 Prednostna lista ukrepov učinkovite rabe energije

### 1.1.1 Ukrepi z vračilno dobo do 5 let

Tabela 1: Ukrepi z vračilno dobo do 5 let.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki		Investicija [€]	Povratna doba [let]	Prioriteta
		kWh/leto	€			
ORGANIZACIJSKI UKREPI						
	kontrola učinkovitosti delovanja sistemov	14.953	973 €	1.000	1,0	1
	osveščanje					
	izobraževanje					
	informiranje					
	energetski management					
	Opis ukrepa	Možni letni prihranki		Investicija [€]	Povratna doba [let]	
		kWh/leto	€			
INVESTICIJSKI UKREPI (VZDRŽEVALNI IN TEHNIČNI)						
Ovoj stavbe						
	toplotna izolacija stropa proti podstrešju	170.314	10.492 €	16500	1,6	1
Električna in toplotna energija						
	vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo STV	14.953	973 €	4.000	4,1	2
Skupaj ukrepi z vrač. dobo < 5 let		200.219	12.437	21.500	1,7	

1 - visoka, 2 - srednja, 3 - nizka

Tabela 2: Povzetek za ukrepe z vračilnim rokom do 5 let.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Povzetek za ukrepe z vračilnim rokom do 5 let			% prihranka od skupne letne rabe	
letni prihranek električne energije	4.008	kWh	10,0%	
letni prihranek toplotne energije	196.211	kWh	75,8%	
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	48	t		
skupno zmanjšanje stroškov na leto	12.437	€	% od letnega stroška za energijo	63,3%
skupni znesek potrebnih investicij	21.500	€		
povprečni vračilni rok	1,7	let		

### 1.1.2 Ukrepi z vračilno dobo nad 5 let

Tabela 3: Ukrepi z vračilno dobo daljšo do 5 let.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Št.	Opis ukrepa	Možni letni prihranki		Investicija [€]	Povratna doba [let]	Prioriteta
		kWh/leto	€			
INVESTICIJSKI UKREPI (VZDRŽEVALNI IN TEHNIČNI)						
Ovoj stavbe						
1	toplotna izolacija zunanjih zidov stavbe	26.876	1.656	40.322 €	24,4	1
2	• menjava oken	8.769	540	88.038 €	163,0	1
3	Skupaj ukrepi + odprava toplotnih mostov	211.280	13.016	144.860 €	11,1	1
Prezračevanje						
4	vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	31.898	1.965	55.000 €	28,0	2
Ogrevni sistem in priprava STV						
5	vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov	12.621	778	6.750 €	8,7	2
Razsvetljava						
6	vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih	1.178	103	540 €	5,3	2
Skupaj investicijski		256.978	15.861 €	207.150 €	13,1	

1 - visoka, 2 - srednja, 3 - nizka

Tabela 4: Povzetek za ukrepe z vračilnim rokom nad 5 let.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Povzetek za ukrepe z vračilnim rokom nad 5 let			% prihranka od skupne letne rabe	
letni prihranek električne energije	1.178	kWh	2,9%	
letni prihranek toplotne energije	255.799	kWh	98,8%	
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	58	t		
skupno zmanjšanje stroškov na leto	15.861	€	% od letnega stroška za energijo	80,7%
skupni znesek potrebnih investicij	207.150	€		
povprečni vračilni rok	13,1	let		

### Povzetek vseh predlaganih ukrepov

Tabela 5: Povzetek vseh predlaganih ukrepov.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Povzetek vseh vračilnih ukrepov			% prihranka od skupne letne rabe	
letni prihranek električne energije	5.186	kWh	12,9%	
letni prihranek toplotne energije	281.697	kWh	108,8%	
skupno zmanjšanje emisij CO <sub>2</sub>	105,9	t		
skupno zmanjšanje stroškov na leto	17.807	€	% od letnega stroška za energijo	90,6%
skupni znesek potrebnih investicij	211.150	€		
povprečni vračilni rok	11,9	let		

### **1.1.3 Napotki za izvedbo ukrepov in možni viri financiranja**

Osnovni pogoj za dobro izvedbo predlaganih ukrepov je določitev odgovorne osebe – energetskega menedžerja, ki bo usmerjala aktivnosti, skrbela za njihov nemoten potek in tudi nadzirala učinkovitost oz. posledice implementacije predlaganih ukrepov. V primeru, da vodstvo med strukturo zaposlenih ne najde takšne osebe, predlagamo najem zunanjega svetovalca, ki bo odgovoren za izvedbo ukrepov.

#### *Organizacijski ukrepi*

Kot že omenjeno, je osnovni pogoj za učinkovito implementacijo vseh ukrepov določitev odgovorne osebe – energetskega menedžerja, ki bo tudi povezala vse akterje na objektu, ki so potrebni za učinkovito upravljanje objekta. Na nivoju organizacijskih ukrepov lahko s predlaganimi ukrepi, ki predstavljajo zanemarljiv strošek v finančnem smislu, dosežemo omembe vredne prihranke in predvsem predstavljajo pomemben korak k učinkoviti rabi energije v objektu. Poleg določitve energetskega menedžerja je nujno potreben korak tudi vzpostavitev energetskega knjigovodstva, je opredeljene z Uredbo o upravljanju z energijo v javnem sektorju (2. člen), ki določa vzpostavljanje sistema za upravljanje z energijo za javne stavbe s površino nad 250 m<sup>2</sup>.

#### *Investicijski ukrepi*

Investicijski ukrepi navadno predstavljajo večjo investicijo na področju učinkovite rabe energije v objektu, zato jih je potrebno skrbno načrtovati in nadzorovati njihovo izvedbo. Navadno pa predstavljajo tudi ukrepe, ki imajo največji vpliv v smislu prihranka energije na objektu. Zaradi običajno omejenih investicijskih sredstev jih je potrebno načrtovati ob pomoči strokovnjakov, da je zagotovljena kvalitetna izvedba investicije. Ker so obravnavani objekti na nivoju ovoja stavbe večinoma slabo izolirani, je prioritetni ukrep zagotoviti toplotno izolativnost ovoja objektov. Ta ukrep predstavlja tudi največje možne prihranke na področju učinkovite rabe energije objekta. Ker v finančnem smislu predstavlja veliko investicijo, priporočamo pridobitev dodatnih sredstev v obliki nepovratnih sredstev na razpisih na področju učinkovite rabe energije za javne stavbe.

#### *Viri financiranja*

Cilj Evropske Unije v skladu s Podnebno energijsko politiko 20-20-20 do 2020 je doseči čim bolj učinkovito rabo energije na področju upravljanja objektov. Poseben poudarek je na javnih objektih, ki morajo predstavljati referenčne primere učinkovite rabe energije. V ta namen so na redni bazi razpisana sredstva za implementacijo ukrepov učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije, ki zagotavljajo tudi do 50 % sofinanciranje predvidenih stroškov investicije (državni razpisi, Ekosklad, razpisi lokalnih skupnosti, razpisi energetskih podjetij).

Na področju investicij v ukrepe za zagotavljanje učinkovite rabe energije je mogoče pridobiti tudi ugodne kredite po znižanih obrestnih merah (Ekosklad, nekatere bančne institucije). Možen način sanacije objektov je tudi v pogodbenem sodelovanju preko energetskega pogodbenišтва (oziroma pogodbenega zagotavljanja prihrankov) s t.i. ESCO podjetji, kjer podjetje brez lastnega vložka oz. na osnovi doseženih prihrankov rabe energije doseže zmanjšanje stroškov energije.

Pred izvedbo večjih investicij priporočamo posvetovanje s strokovnjaki na področju financiranja ukrepov učinkovite rabe energije, ki poznajo trenutne razmere, možne načine in vire financiranja naložbe.

## 2 OBJEKT 5: UPRAVNI / NAMESTITVENI OBJEKT (Tablica objekta: 10254)

### 2.1 Opis dejavnosti v objektu

V dokumentu obravnavani objekt je na spodnji sliki (Slika 4) označen s številko 5, oziroma nosi interno oznako tablice 10254. Fotografija objekta je prikazana v nadaljevanju (Slika 5). Funkcijsko se v objektu nahajajo upravni prostori.



Slika 4: Situacija: Vojašnica Jerneja Molana, Cerklje ob Krki 4a, Cerklje ob Krki.

Tabela 6: Osnovni podatki o objektu.

Objekt ID	5
Tablica objekta	10254
GURS številka	1302-916
Naziv objekta po projektni nalogi	upravni / namestitveni objekt
Površina [m <sup>2</sup> ]	1358
Naslov	Cerklje ob Krki 4 a, 8263 Cerklje ob Krki
Država	Slovenija
Klasifikacija	12740
Izbrana lokacija GKY	540601
Izbrana lokacija GKX	82658
Nadmorska višina	154,3
Odgovorna oseba	
Telefonska številka	07 495 33 97
Dejanska raba stavbe	Nestanovanjska
Namen objekta	nastanitev 9.BZO
Število etaž	2
Število zaposlenih	57
Obratovalni čas (dan, ura)	7h00 do 15h00; v času vojaških vaj 24 ur dnevno



Slika 5: Obravnavani objekt 10254.

### *Opis dejavnosti.*

V objektu se v večinoma nahajajo prostori namenjeni upravnemu delu. V njih se nahajajo pisarne zaposlenih in prostori namenjenim sestankom in predstavitvam.

### *Uporabniki.*



Uporabniki objekta so pretežno zaposleni. Število zaposlenih, ki uporablja ta objekt je 57. Uporaba objekta je razmeroma stalna in ne niha po obdobjih.

### *Uporaba (delovni čas) objekta.*

Objekt se uporablja v tedenskem času. Tipični tedenski čas uporabe objekta je od ponedeljka do petka od 7h00 do 15h00, ko objekt v povprečju uporablja 57 uporabnikov.

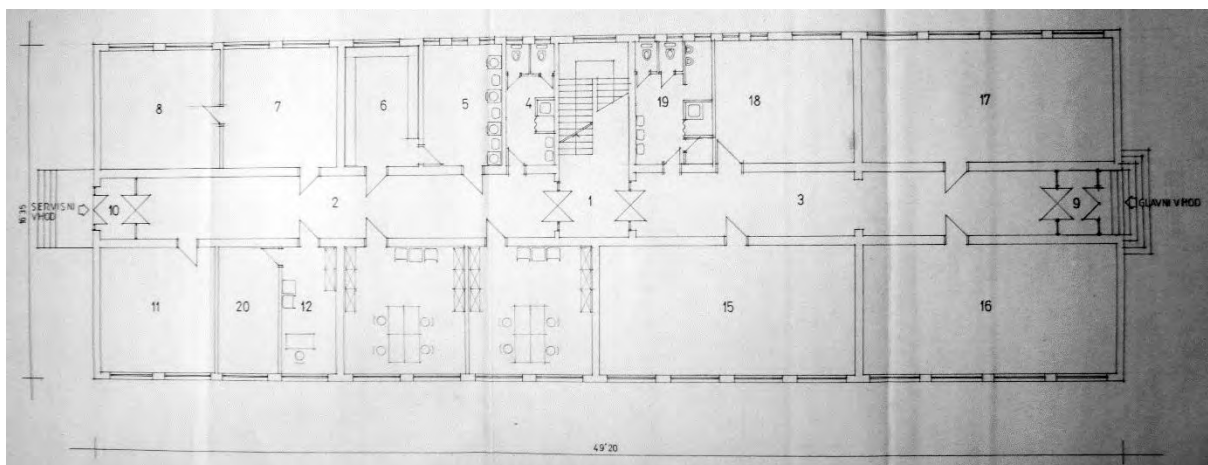
Objekt se med kurilno sezono ogreva v dveh temperaturnih režimih. Med uporabo je zagotovljeno ogrevanje prostorov minimalno 20°C, ko objekt ni v uporabi pa nižani režim zagotavlja minimalno 15°C notranje temperature.

## **2.2 Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnostjo stavb**

Objekt 5 je bil namenjen predvsem upravno namestitvenim potrebam.

### *Pritličje*

Iz tlorisa pritličja (Slika 6) je razvidna razporeditev prostorov in po večini tudi namembnost le-teh.

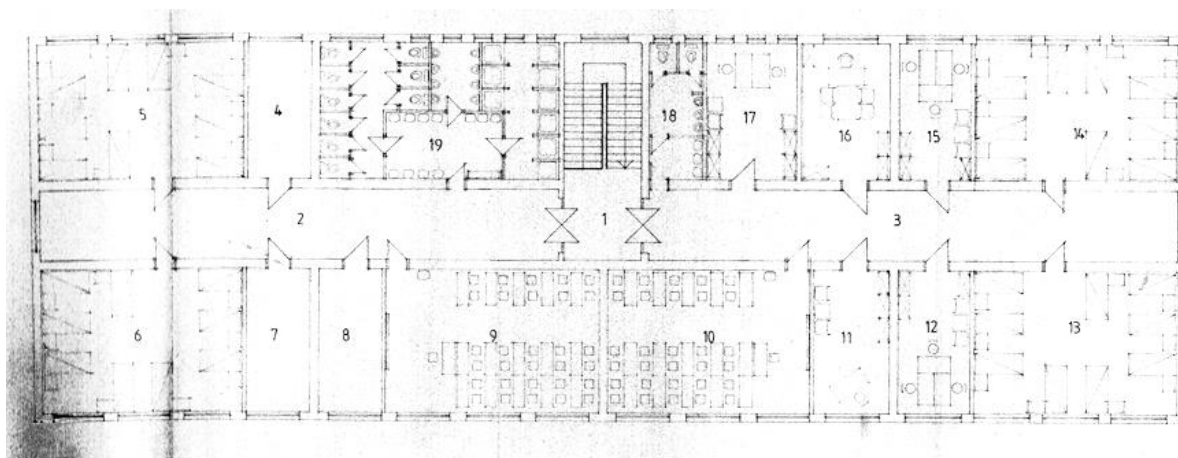


Slika 6: Tloris pritličja objekta.

V pritličju objekta se nahajajo upravni prostori oz. pisarne in sanitarije.

## 1. Nadstropje

Iz tlorisa prvega nadstropja (Slika 7) je razvidna razporeditev prostorov in po večini tudi namembnost le-teh.



Slika 7: Tloris 1. nadstropja objekta.

V 1. nadstropju se nahajajo predvsem pisarne.

## 2.3 Skupna poraba energije in stroški

Dobro poznavanje obstoječega stanja in preteklih trendov je osnova za obravnavanje objekta v luči učinkovite rabe energije (URE). Pregled računov, kjer dobimo podatke o mesečnih porabah in stroških, je prvi kazalec neučinkovitosti sistemov in varčevalnega potenciala.

Objekt za delovanje in vzdrževanje delovnih pogojev koristi dve vrsti energentov; zemeljski plin (toplota) in elektrika.

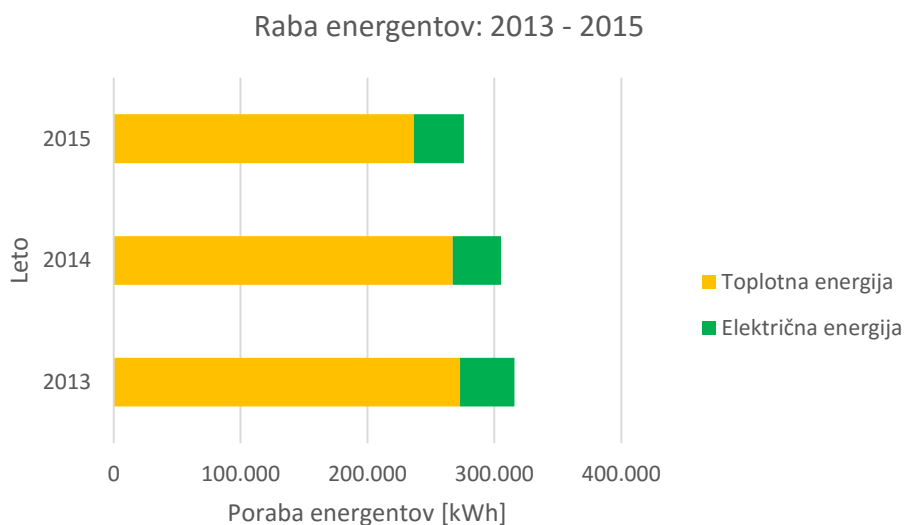
### *Poraba energije*

Poraba energentov v letih 2013-2015 je prikazana v nadaljevanju (Tabela 7).

Tabela 7: Raba energentov v letih 2013-2015. Vir: Podatki naročnika (Računi dobave energentov).

	Raba [kWh]		
	2013	2014	2015
Toplotna energija	273.027	267.296	236.596
Električna energija	42.732	38.060	39.443
Celotna raba energije	315.759	305.356	276.039

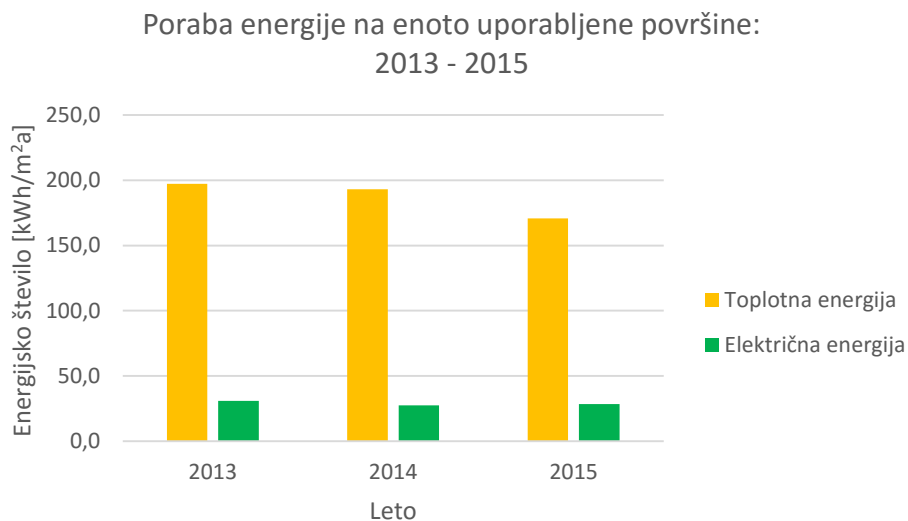
V nadaljevanju je prikazana raba energentov v letih 2013 – 2015 (Slika 8).



Slika 8: Raba energentov v letih 2013 – 2015, Vir: Podatki naročnika (Računi dobave energentov).



Grafični prikaz (Slika 9) porabe energije na enoto uporabne površine v letih 2013-2015 je prikazan v nadaljevanju.



Slika 9: Poraba energije na enoto uporabne površine v letih 2013-2015.  
Vir: Podatki naročnika (Računi dobave energentov).

V prikazanem grafikonu (Slika 9) smo upoštevali uporabno površino objekta 1.358 m<sup>2</sup>. Računsko razdeljena trenutna poraba toplotne energije na m<sup>2</sup> je 187,0 kWh/m<sup>2</sup> (povprečje 2013-2015), električne energije 28,9 kWh/m<sup>2</sup> (povprečje 2013-2015) in 215,9 kWh/m<sup>2</sup> (povprečje 2013-2015) celotne energije.

Toplotno energijo koristi obravnavani objekt iz skupne kotlovnice na zemeljski plin. Kotlovnica se nahaja v ločeni zgradbi. Toploto za ogrevanje prostorov in pripravo sanitarne tople vode (STV) se pridobiva preko dveh kotlov na zemeljski plin. Ker je kotlovnica skupna za objekte vojašnice Jerneja Molana, vmesnih števecv pa ni, so porabe energije za obravnavan objekt računsko določene. Ključ razdelitve je predstavljen v Mapa 0: Energetski pregled izbranih zgradb vojašnice Jerneja Molana.

Električno energijo preko omrežja Elektro Celje, d.d. dobavlja GEN-I d.o.o.. Električna energija (kWh) se popisuje mesečno na glavnem električnem števcu za celotno vojašnico. Tudi delež električne energije, ki pripada objektu je bil določen računsko in je opisan v Mapi 0.

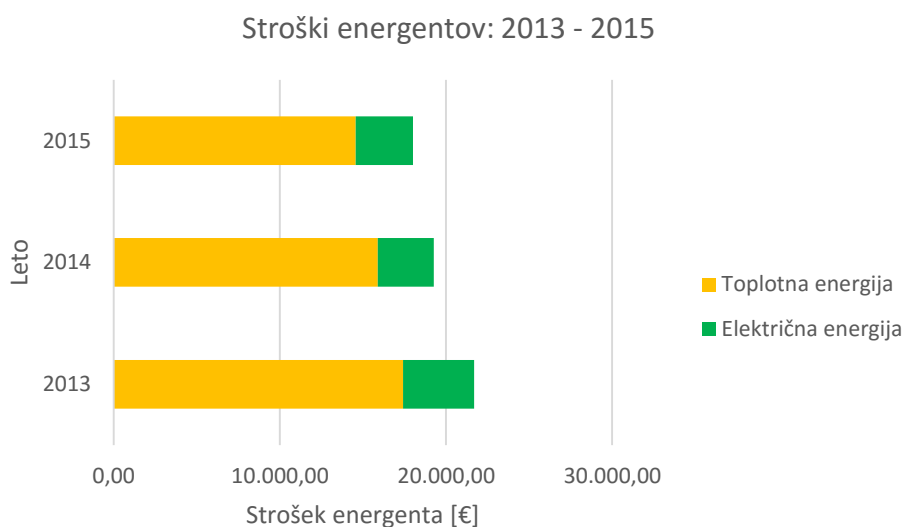
## *Stroški*

Stroški energentov od 2013 do 2015 so prikazani v nadaljevanju (Tabela 8).

Tabela 8: Stroški energentov v letih 2013 – 2015. Vir: Podatki naročnika (Računi dobave energentov).

	Stroški (€)		
	2013	2014	2015
Toplotna energija	17.412,65	15.903,87	14.575,55
Električna energija	4.280,31	3.367,22	3.442,05
Celotna raba energije	21.692,96	19.271,09	18.017,60

Grafični prikaz (Slika 10) stroškov energentov je prikazan spodaj. Iz grafičnega prikaza je razvidno, da večji del stroškov predstavlja toplotna energija.



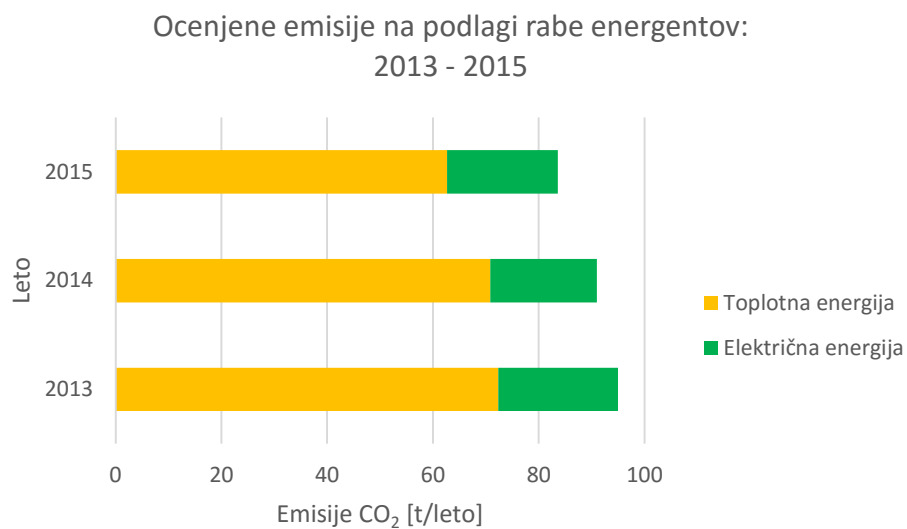
Slika 10: Skupni stroški energentov v letih 2013 – 2015. Vir: Podatki naročnika (Računi dobave energentov).

## *Emisije*

V nadaljevanju so predstavljene ocenjene emisije glede na porabo energentov (Tabela 9). Grafična predstavitev (Slika 11) ocenjenih emisij na podlagi rabe energentov sledi v nadaljevanju.

Tabela 9: Ocenjene emisije na podlagi porabe energentov.  
Vir: Podatki naročnika (Računi dobave energentov).

	Emisije CO <sub>2</sub> (t)		
	2013	2014	2015
Toplotna energija	72	71	63
Električna energija	23	20	21
Celotna raba energije	95	91	84



Slika 11: ocenjene emisije na podlagi rabe energentov v letih 2013 – 2015.  
Vir: Podatki naročnika (Računi dobave energentov).

## 2.4 Stanje toplotnega ugodja

Z izrazom »toplotno ugodje« definiramo ustrezno počutje človeka v prostoru. Toplotno ugodje dejansko definira ravnotežno stanje med človekovim telesom in okolico okoli njega. Povedano enostavneje, definira stanje, ko je uporabnik zadovoljen s pogoji v prostoru. S pomočjo naprav, ki uravnavajo delovanje objekta skušamo zagotoviti optimalne pogoje v objektu oz. zagotoviti toplotno ugodje uporabnikov v objektu.

Toplotno ugodje definira šest faktorjev (Gantar, 2012), ki jih delimo v dve skupini: okoljske (temperatura zraka, temperatura obodnih površin, hitrost zraka in vlažnost zraka) in človeške (izolativnost oblačil in metabolizem, ki je odvisen od fizične aktivnosti). S pravilnim delovanjem in uravnavanjem pogojev v objektu lahko torej vplivamo na okoljske faktorje toplotnega ugodja, medtem ko lahko človeške faktorje uravnava uporabnik vsak zase.

V sklopu energetskega pregleda objekta smo tako želeli tudi oceniti toplotno ugodje znotraj objekta. Zato smo za oceno okoljskih faktorjev izvedli meritve mikroklimе. Poudarjamo, da predstavljeni rezultati predstavljajo oceno toplotnega ugodja znotraj objekta. Za natančno uradno določitev toplotnega ugodja delovnega okolja objekta je potrebno izvesti celotno raziskavo toplotnega ugodja in meritev oz. oceno vseh faktorjev, ki vplivajo na toplotno ugodja po pravilih in metodah, določenih v Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb oz. SIST ISO 7730, ki predvideva dolgotrajno meritev več kazalnikov skozi različna obdobja. Izvedena ocena toplotnega ugodja temelji na izvedenih meritvah ter analizi odstopanj meritev od priporočenih vrednosti.

### 2.4.1 Meritve mikroklimе

Meritve mikroklimе smo opravili v referenčnih prostorih objekta. Postopek meritev smo izvedli v skladu s priporočili o meritvah mikroklimе.

Na vsaki lokaciji smo merili naslednje parametre: temperaturo in relativno vlažnost zraka, hitrost zraka, zračni pretok in osvetljenost. Za omenjene meritve se je uporabil instrument MultiTest-Master (Laserliner), s številko artikla 082.060A (EAN-KODA: 4 021563 671946) proizvajalca: UMAREX GmbH & Co. KG - Bereich Laserliner.

#### *Temperatura in relativna vlažnost.*

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb določa v 12. členu, da mora biti v prostorih zagotovljena takšna vlažnost zraka, da s svojim neposrednim oziroma posrednim učinkom ne vpliva na ugodje in zdravje ljudi ter ne povzroča nastanka površinske kondenzacije na stenah. Dodatno določa, da je pri temperaturi zraka med 20 °C in 26 °C območje dopustne relativne vlažnosti med 30 % in 70 %. V 14. členu je za toplotno ugodje sedeče osebe v bivalni coni določena temperatura zraka v času brez ogrevanja med 22 °C in 26 °C, v času med ogrevanjem med 19 °C in 24 °C.

Priporočena temperatura zraka za doseganje popolnega občutka ugodja v prostoru je med 22 °C in 24 °C pri relativni vlažnosti med 40 in 55 %.

Meritve smo opravili na dan 23.8.2016. Zunanji pogoji na obravnavni dan so bili naslednji: 25 °C, 51 % RH. V tabeli (Tabela 10) so predstavljene najvišje in najnižje vrednosti temperature in relativne vlažnosti. Prikaz opravljenih meritev temperature, relativne vlažnosti in osvetljenosti (Tabela 11) so spodaj prikazane.

Tabela 10: Izmerjene najvišje in najnižje vrednosti temperature in relativne vlage na dan 23.8.2016.

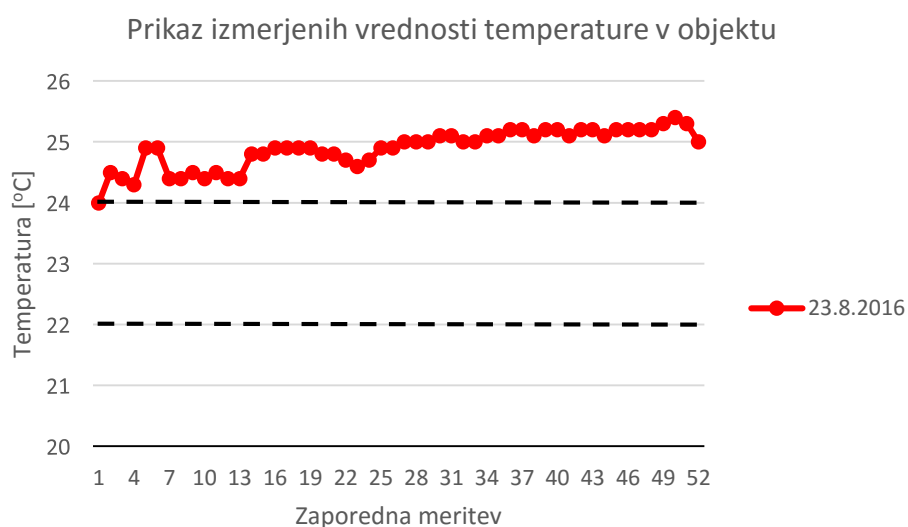
Najvišja izmerjena temperatura (°C)	Najnižja izmerjena temperatura (°C)	Najvišja izmerjena relativna vlaga (% rh)	Najnižja izmerjena relativna vlaga (% rh)
25,4	24	62	50

Tabela 11: Prikaz opravljenih meritev temperature in relativne vlažnosti v objektu. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda.

Točka	T [°C]	RH [%]	Osvetljenost [lux]	Prostor
1	24	52,2	145	A16
2	24,5	50	320	A16/1
3	24,4	55	280	A16/2
4	24,3	62	230	A16/3
5	24,9	55,3	630	hodnik
6	24,9	55,3	630	hodnik
7	24,4	57	240	A-18
8	24,4	58	140	A15
9	24,5	56	190	A15/1
10	24,4	59	270	A15/2
11	24,5	57	330	A15/3
12	24,4	56	145	A4
13	24,4	60	125	A5
14	24,8	53,6	215	A6
15	24,8	56	160	A11
16	24,9	57	330	A12
17	24,9	54	350	A14
18	24,9	55	350	A13
19	24,9	55,6	120	A13/1
20	24,8	57	140	A21
21	24,8	55,5	85	hodnik
22	24,7	53	100	hodnik
23	24,6	55,4	80	stopnišče
24	24,7	55,4	640	A109/1
25	24,9	58,4	460	zraven A109/1
26	24,9	58,4	460	A108
27	25	56	740	A107
28	25	56,5	220	A106
29	25	56,5	220	A106/1
30	25,1	54	210	A106/3
31	25,1	54	110	A105/3
32	25	52	300	A105
33	25	52	230	A105/2
34	25,1	52,4	150	A117
35	25,1	53	150	A115
36	25,2	54,3	280	A114

37	25,2	55,8	306	A114/2
38	25,1	53,4	280	A114/3
39	25,2	53,7	160	A113
40	25,2	52,5	190	A113/1
41	25,1	56,3	170	A113/2
42	25,2	54,4	220	A113/3
43	25,2	53,5	160	A112
44	25,1	53,8	180	A111
45	25,2	53	110	A110
46	25,2	54	260	A110/3
47	25,2	57	170	A110/2
48	25,2	57	170	A110/1
50	25,3	53,4	130	A106/2
51	25,4	52,3	300	A105/1
52	25,3	53,4	170	A105/2
53	25	53,3	170	A104

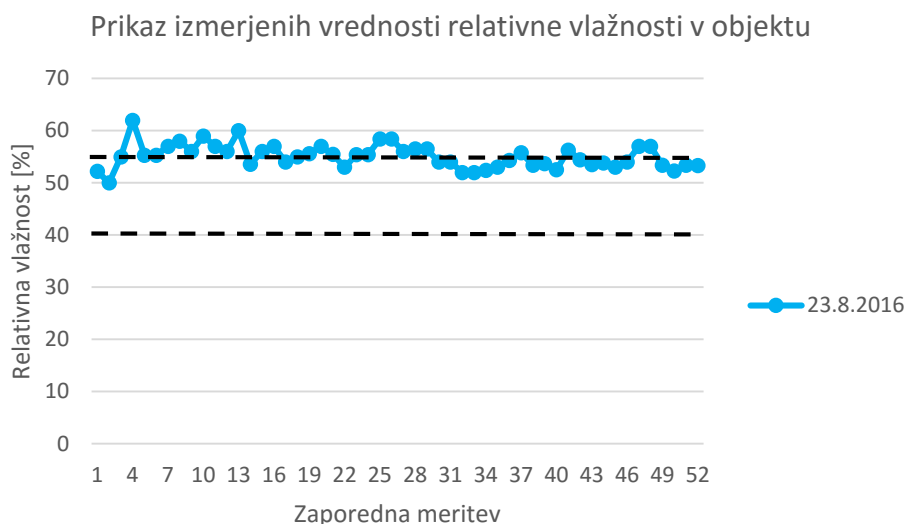
Grafični prikaz meritev temperature v notranjosti objekta je prikazan v nadaljevanju (Slika 12). Meritve smo opravili na dan 23.8.2016. Zunanji pogoji na obravnavni dan so bili naslednji: 25 °C, 51 % RH.



Slika 12: Analiza meritev notranje temperature. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda.

Kot lahko ugotovimo (Slika 12) je temperatura v objektu je izven območja priporočenih vrednosti.

V nadaljevanju (Slika 13) so prikazane meritve relativne vlažnosti v objektu.



Slika 13: Analiza meritev relativne vlažnosti [%] v notranjosti objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda.

Kot lahko ugotovimo (Slika 13) je relativna vlažnost znotraj objekta je le delno znotraj območja priporočenih vrednosti.

#### *Gibanja zrak – hitrost zraka in zračni pretok.*

Človek je na splošno zelo občutljiv na gibanje zraka. Zato velja načelo, da morajo v zaprtih prostorih biti spremembe čim manjše, saj človek zazna večje spremembe gibanja zraka kot preprih.

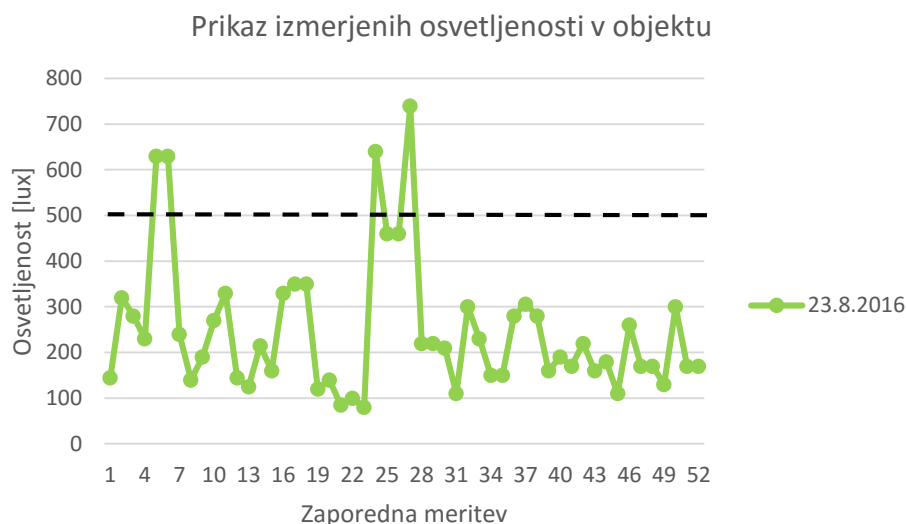
14. člen Pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb določa, da je priporočena srednja hitrost zraka za toplotno ugodje sedeče osebe: v času ogrevanja in hlajenja 0,15 m/s, v ostalem času 0,2 m/s.

Meritve so pokazale, da problemov z gibanjem zraka na objektu ni. Gibanje zraka v zaprtih prostorih je blizu 0 m/s, v prostorih kjer so bila okna v tistem trenutku oprta, je bilo gibanje zraka znatnejše, vendar ni v nobenem prostoru presegalo priporočene vrednosti.

#### *Meritve osvetljenosti in hrupa*

V sklopu meritev mikroklima na objektu smo dodatno izvedli še meritve osvetljenosti in meritve hrupa na objektu. Pokazalo se je da je na delovnih mestih zagotovljena naravna ali umetna osvetlitev ter da je hrupnost nizka.

Pri meritvah osvetljenosti smo opazili, da osvetljenost delovnih površin večinoma zagotavljajo svetila prostora (na stropu nameščena razsvetljava). Pri tem bi želeli poudariti, da je naravna svetloba bolj kvalitetna in iz energetskega vidika bolj ekonomična (predvsem v zimskih mesecih), zato se priporoča, da se senčila v dnevnem času dvigujejo. Priporočamo tudi uporabo namiznih svetil, ki bolje osvetljujejo neposredno delovno površino z razmeroma nizko močjo (in porabo) in hkrati vplivajo na to, da je potreba po delovanju svetil prostora (nameščena na stropu) manjša. Osvetljenost je bila merjena pri prižganih svetilih, vendar je kljub temu nižja od priporočenih vrednosti.



Slika 14: Izmerjene vrednosti osvetljenosti v notranjosti objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda.

Meritve hrupnosti so izjemno odvisne od trenutnih okoliščin merjenja (ali so v prostoru porabniki, zunanje okoliščine). Meritve smo izvajali v karakterističnih pogojih. Vdor zunanjega hrupa v stavbo je neznatno, saj ni večjih dejavnikov, ki bi povzročali hrup v okolici. Notranji hrup je odvisen predvsem od uporabnikov. Izmerjene vrednosti so bile zelo nizke in niso bistveno odstopale po prostorih. Izmerjene meritve hrupa po prostorih so bile med 20 in 60 dB. Priporočene vrednosti so pod 45 dB (oz. pod 55 dB) za pisarniške prostore.



### 3 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

#### 3.1 Ogrevalni sistem

Ogrevalni sistem je sistem namenjen ogrevanju in ohranjanju želene temperature v prostorih objekta. Ogrevalni sistem v splošnem ločimo na vir ogrevanja, sistem distribucije oziroma razvod ter grelna telesa.

##### *Vir ogrevanja*

Za upravno / vadbene objekti sta vir ogrevanja dva kota na zemeljski plin nameščena v kurilnici. Kurilnica je ločen objekt, ki je detajlno opisana v svoji mapi.

##### *Sistem distribucije*

Toplota za ogrevanje iz kotlovnice potuje po izoliranem internem toplovodu, ki poteka v talnih kinetah do objekta (zunanji razvod). V objektu se nahaja toplotna podpostaja, ki skrbi za odjem potrebne toplote za objekt. Od toplotne postaje naprej poteka notranji razvod.

Notranji razvod ogrevanja je dvocevni sistem sestavljen iz horizontalno in vertikalno speljanih cevi, do grelnih teles, ki se nahajajo po celotnem objektu. Značilnost dvocevnega sistema je, da sta dovod in odvod grelna voda, do/od grelnih teles ločena. Grelna telesa so vezana vzporedno, zato je temperatura v vseh grelnih telesih v sistemu enaka.

Cevovodi na objektu potekajo večinoma znotraj ogrevanih prostorov, ob notranjih ali zunanjih stenah. Horizontalni razvod in vertikalni razvodi niso toplotno izolirani.

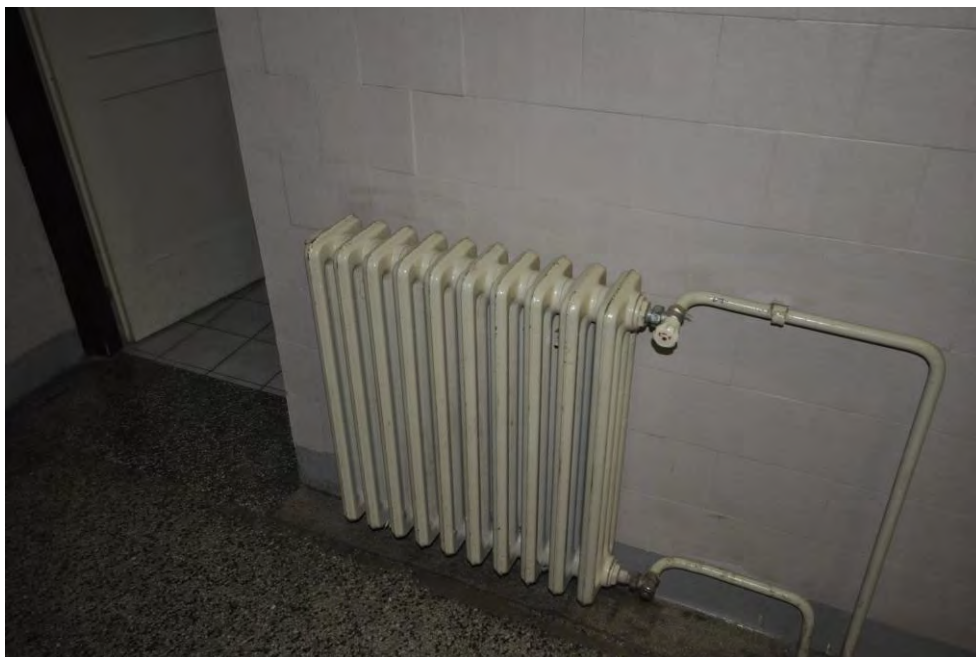
Sistem ogrevnega razvoda je hidravlično zaprtega tipa, potrebna ekspanzija se nahaja v toplotni podpostaji.

##### *Grelna telesa*

Prostori v obravnavanem upravnem objektu vojašnice Jerneja Molana so ogrevani preko rebrastih radiatorjev s stranskim priklopom (Slika 15). Radiatorji so opremljeni s spodnjim radiatorskim ventilom ter zgornjim zapiralnim ventilom ( noben radiator ni bil opremljen s termostatskim ventilom s termostatsko glavo). Radiatorji so pretežno nameščeni ob zunanjih stenah.

Problemov z dotokom tople vode do vseh ogrevnih teles ni, radiatorji so dovolj močni, da zadostijo potrebam po ustrezni temperaturi v prostorih.

Popis grelnih teles in sestav toplote podajamo v prilogi popisa grelnih teles in sestav toplote »CERKLJE-EP-priloga grelna telesa«.



Slika 15: Fotografija tipičnih grelnih teles na objektu. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda.

Objekt je opremljen z 75 radiatorji, ki so nameščeni v prostorih. Moč vgrajenih radiatorjev skupaj z razvodnim sistemom je 251,03 kW.

### **3.2 Sistem za oskrbo s toplo vodo**

Sanitarna topla voda se pripravlja na objektu samem. Del sistema STV je 840 l velik zalogovnik, ki se v zimskem času ogreva preko ogrevne vode, ki prihaja iz plinske kotlovnice, v letnem času pa zalogovnik ogreva električni grelnik.

Na sistem za pripravo tople vode so vezani vsi porabniki; umivalniki v sanitarijah, skupni tuši in kopalnice.

Notranji razvodni sistem je sestavljen iz dovodnih cevi ter cirkulacije. Cevi so speljane podometno, zelo verjetno niso toplotno izolirane.

### **3.3 Sistem za oskrbo s hladno vodo**

Celotni sistem hladne vode za vse objekte vojašnice je priključen na javno vodovodno omrežje podjetja Komunala Brežice d.o.o.. Celotna vojašnica Jerneja Molana ima eno odjemno mesto za oskrbo s hladno vodo.

Obravnavan objekt je priključen na interno vodovodno omrežje vojašnice. Voda se porablja v sanitarijah, tuših, kopalnicah in umivalnikih.

### **3.4 Elektroenergetski sistem in porabniki**

Vojašnica ima eno odjemno mesto za koriščenje električne energije, ki je priključeno na javno električno omrežje Elektro Celje, d. d... Vgrajen je skupen števec za električno energijo, ki pokriva vse objekte priključene na električno omrežje v vojašnici.

Obračun objekt je del internega omrežja električne energije. Na objektu se nahaja električna omarica, kjer se nahajajo varovalke za porabnike v objektu. Ločenega merjenja porabe za objekt ni. Pregled električnih porabnikov je prikazan v nadaljevanju (Tabela 12).

Tabela 12: Pregled naprav v objektu. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Naprava	Število	Moč [W]	Čas delovanja [h/leto]	Poraba [kWh/leto]
Tiskalnik	11	20	299	75,68
Rezalnik	2	20	299	13,76
Osebin računalnik	50	100	2.920	14.600
Kopirni stroj	1	50	365	18,25
Hladilnik	3	100	3.650	1.095
Kuhalnik	1	2.000	365	730
Ventilator	1	40	599	27,52
TV	2	200	299	137,6
Neonske luči	333	56	897,84	16.742,92
Luči	1	100	897,84	89,784

Znatni porabniki električne energije v objektu so računalniki in računalniška oprema in razsvetljava, kuhalnik, hladilnik (Tabela 12).

### *Prezračevalne in klimatske naprave*

Objekt je prezračevan naravno z odpiranjem oken. Ta način prezračevanja je energetsko potraten, saj je potrebno vstopni zrak ponovno segreti (pozimi) ali hladiti (poleti). Ker je prezračevanje odvisno od uporabnika se pogosto izkaže, da prostori niso dovolj prezračevani ali pa so neustrezno prezračevani (stalno odprto okno).

Objekt nima vgrajenih hladilnih klimatskih naprav.

### *Računalniki in oprema*

Pri ogledu prostorov objekta smo izvedli popis opreme. Na objektu se uporablja 50 stacionarnih računalnikov z monitorji. Poleg tega je še ostala tehnična oprema, ki porablja električno energijo (Tabela 13). Ocenjena moč računalnikov in opreme je 5,0kW.

Tabela 13: Pregled popisane računalniške opreme.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Naprava	Število	Moč [W]	Čas delovanja [h/leto]	Poraba [kWh/leto]
Tiskalnik	11	20	299	75,68
PC	50	100	2920	14.600

## Razsvetljava

Objekt je večinoma opremljen z lučmi s fluorescentnimi žarnicami (Slika 16), ena luči pa je opremljena s klasično žarnico z žarilno nitko. Obravnavane žarnice so različnih moči.

Tabela 14: Pregled popisane razsvetljave v objektu z ocenjenim časom delovanja.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Razsvetljava	Število	Moč [W]	Čas delovanja [h/leto]	Poraba [kWh/leto]
Luč - 56W	333	56	1032	19.245
Luč - 100W	1	100	1032	103
Skupaj	334	18.748	344.688	19.348

Popis razsvetljave je pokazal, da je na objektu vgrajenih okvirno 334 luči. Ocenjena skupna moč vseh luči je 18,75 kW.



Slika 16: Primer Fluorescentnih luči v objektu. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda.

## Ostalo

Na objektu je prostor za telekomunikacijo, kjer se nahajajo mrežne omare, serverji in UPSi (brezprekinitveno napajanje).

## 4 PREGLED RABE KORISTNE ENERGIJE

### 4.1 Ovoj stavbe

Dobra toplotna izolacija ovoja stavbe predstavlja osnovno zaporo prehajanja toplote iz objekta v zimskem času in v objekt v poletnem času. Predstavlja torej pomemben člen pri zagotavljanju toplotnega ugodja znotraj objekta in hkrati tudi znatno prispeva k znižanju obratovalnih stroškov objekta. Prav tako tudi dobra izvedba ovoja stavbe zagotavlja ugodne razmere glede vlage v objektu.

Analizo ovoja stavbe smo izvedli računsko s pomočjo programa KI Energija podjetja Knauf Insulation, ki v izračunih upošteva pravila in metode Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah 2010 (PURES). Program omogoča celovito obravnavanje objekta, od arhitekturne zasnove, sestave konstrukcij in vseh možnih opcij strojne opreme.

#### *Računska analiza ovoja stavbe*

Pravilnik o učinkoviti rabi energije (PURES) določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, gretja, prezračevanja, hlajenja, klimatizacije, priprave tople sanitarne vode in razsvetljave v stavbah, ter način izračuna projektnih energijskih karakteristik stavbe v skladu z Direktivo 2002/91 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. december 2002 o energetske učinkovitosti stavb (UL L št. 1, z dne 4. 1. 2003, stran 65). Uporablja se za projektiranje in gradnjo novih stavb ter prenovo obstoječih stavb.

V 7. členu PURES opredeljuje dovoljene toplotne lastnosti stavbe: omejitve glede toplotne prehodnosti, transmisijske toplotne izgube, ventilacijske toplotne izgube, povprečno toplotno prehodnost stavbe, dovoljeno hladilno obremenitev za hlajenje bivalnih prostorov v stavbi na enoto hlajene prostornine stavbe in največjo dovoljeno nazivno moč generatorjev toplote za gretje, pripravo tople vode in prezračevanje. Dodatno PURES opredeljuje še zahteve glede toplotnih mostov, toplotno prehodnostjo oken, zunanjih vrat in zračni prepustnosti ovoja.

V splošnem je toplotni ovoj stavbe nezadosten. Za izboljšanje energetske učinkovitosti objekta je bistvenega pomena obnova fasade in strehe za zmanjšanje toplotnih izgub in odpravo toplotnih mostov.

Tabela 15: Podatki o toplotni coni objekta o objektu.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Neto uporabna površina stavbe	$A_u = 1358 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 6749,80 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 2725 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_0 = 0,40 \text{ m}^{-1}$
Temperaturni primanjkljaj	$DD = 3100 \text{ Kdan}$
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka $T_L$	$T_L = 10,6 \text{ }^\circ\text{C}$

Tabela 16: Toplotne prehodnosti elementov ovoja – neprozorni elementi.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE				
NEPROZORNI ELEMENTI				
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
Zunanja stena S	S	124,98	0,623	0,28
Zunanja stena J	J	124,98	0,623	0,28
Zunanja stena Z	Z	278,24	0,623	0,28
Zunanja stena V	V	278,24	0,623	0,28
Strop proti neogrevanemu podstrešju		825	3,233	0,20
Tla na terenu		825	0,273	0,35

Kot je razvidno iz tabele (Tabela 16), toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe večinoma presegajo dovoljene vrednosti.

Tabela 17: Toplotne prehodnosti elementov ovoja – prozorni elementi.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

PROZORNI ELEMENTI					
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja g.F <sub>s</sub> .F <sub>c</sub>
Okna S	S,90	12,19	1,715	1,3	0,06
Okna J	J,90	12,19	1,715	1,3	0,06
Okna V	Z,90	134,54	1,715	1,3	0,06
Okna Z	V,90	134,54	1,715	1,3	0,06
Okna JUG-prizma	S,90	12,19	1,715	1,3	0,06

Tabela 18: Izkaz trenutnega stanja objekta.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	Izračunan	Največji dovoljeni
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe <sup>1</sup>	H' <sub>T</sub> =1,488 W/m <sup>2</sup> K	H' <sub>Tmax</sub> =0,441 W/m <sup>2</sup> K
Letna raba toplote za ogrevanje <sup>2</sup>	QNH=252425 kWh	QNH=48766kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje <sup>3</sup>	QNC=200 kWh	-
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine <sup>4</sup>	Izračunana	Največja dovoljena
Nestanovanjske stavbe	QNH/au= 185,9 kWh/m <sup>2</sup> a	-
	QNH/Ve=37,4 kWh/m <sup>3</sup> a	(QNH/Ve) <sub>max</sub> =7,2kWh/m <sup>3</sup> a

Opomba:

<sup>1</sup> »koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub« je razmerje med količnikom transmisijskih toplotnih izgub stavbe  $H(T)$  in celotno zunanjo površino stavbe  $A(H'(T))$ , ( $W/(m^2K)$ );

<sup>2</sup> »letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe«, je potreba po toploti, ki jo je treba v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju ogrevanja, določena po standardu SIST EN ISO 13790 ( $Q(NH)$ , (kWh));

<sup>3</sup> »letna potrebna toplota za hlajenje stavbe« je potreba po hladu, ki ga je treba v enem letu dovesti v stavbo za doseganje projektnih notranjih temperatur v obdobju hlajenja, določena po standardu SIST EN ISO 13790 ( $Q(NC)$  (kWh));

<sup>4</sup> »kondicionirana prostornina stavbe« je neto prostornina stavbe, ki jo obdaja površina toplotnega ovoja stavbe ( $V(e)$ , ( $m^3$ ));

Iz tabele (Tabela 16) ugotovimo, da trenutni ovoj na objektu v vsaki točki presega mejne dovoljene vrednosti. Zaradi nezadostne izoliranosti toplotnega ovoja je prekoračen koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe. Posledično je zato prekoračena tudi letna raba toplote za ogrevanje in hlajenje, kar rezultira v preveliko letno porabo primarne energije. Dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine oz. prostornine stavbe, tako precej presega dovoljeno vrednost.

V nadaljevanju je podana karakteristika ovoja stavbe s sestavami elementov.

*Karakteristike ovoja stavbe s prerezi*

Sestavo in karakteristike obstoječe severne (Tabela 19), južne (Tabela 20), zahodne (Tabela 21) in vzhodne (Tabela 22) zunanje stene objekta so prikazane v nadaljevanju. Prikazane so tudi sestava in karakteristike za obstoječo severno (Tabela 23) in južno (Tabela 24) zunanjo steno objekta pod okni.

Tabela 19: Sestava in karakteristike obstoječe severne zunanje stene objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

$U = 0,623 \text{ W/m}^2\text{K}$				$U_{\max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Cementna malta + lateks	1	0,70	30	1.900	0,30
Modularni blok 29 - 19	45	0,32	4	697	1,80
Plemenita fasadna malta	1	0,70	15	1.850	0,15

Tabela 20: Sestava in karakteristike obstoječe južne zunanje stene objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

$U = 0,623 \text{ W/m}^2\text{K}$				$U_{\max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Cementna malta + lateks	1	0,70	30	1.900	0,30
Modularni blok 29 - 19	45	0,32	4	697	1,80
Plemenita fasadna malta	1	0,70	15	1.850	0,15

Tabela 21: Sestava in karakteristike obstoječe zahodne zunanje stene objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 0, 623 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,280 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Cementna malta + lateks	1	0,70	30	1.900	0,30
Modularni blok 29 - 19	45	0,32	4	697	1,80
Plemenita fasadna malta	1	0,70	15	1.850	0,15

Tabela 22: Sestava in karakteristike obstoječe vzhodne zunanje stene objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 0, 623 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,280 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Cementna malta + lateks	1	0,70	30	1.900	0,30
Modularni blok 29 - 19	45	0,32	4	697	1,80
Plemenita fasadna malta	1	0,70	15	1.850	0,15

V nadaljevanju je prikaza sestava in karakteristike obstoječega stropa (Tabela 23) in tal (Tabela 24) v objektu.

Tabela 23: Sestava in karakteristike obstoječega stropa proti neogrevanemu podstrešju objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 3,233 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,200 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Betoni s kam. agregati (2200)	15	1,51	30	2.200	4,50

Tabela 24: Sestava in karakteristike obstoječih tal objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 0,273 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,350 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Keramične ploščice	1	0,87	200	1700	2,00
Cementni estrih	5	1,40	30	2.200	1,50
Stiropor	2	0,03	150	35	3,00
Bitum.hidroizolacija / 13 - 16 mm	1,3	0,19	14.000	1.100	182,00
Betoni s kam. agregati (2200)	15	1,51	30	2.200	4,50

### Termografska analiza objekta

V okviru energetskega pregleda termografska analiza objekta ni bila izvedena zaradi termina izvajanja energetskega pregleda (avgust 2016) saj poletni meseci onemogočajo izvajanje termografskih analiz. Kot je razvidno iz meritev mikroklima je bila zunanja temperatura in notranja temperatura prostorov zelo podobna, zato ni bilo moč izvajati termografskih meritev. Termografska analiza je mogoča med ogrevalno sezono, ko zunanja temperatura odstopa od notranje za vsaj 20°C. Optimalno se ta tako izvrši, ko so zunanje temperature pod 0°C.



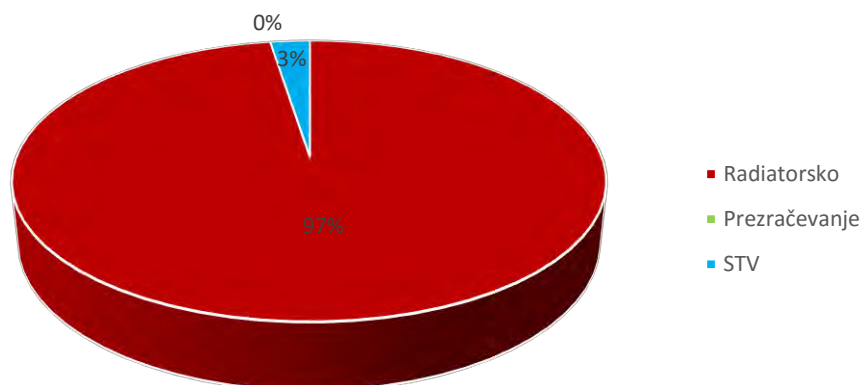
## Porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo

Tabela 25: Ocena povprečne porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo.

Sistem ogrevanja	Ocenjena povprečne porabe toplote [kWh]	Delež
Radiatorsko	252.425	97%
Prezračevanje	0	0%
Sanitarna voda	6.548	3%
Skupaj	258.973	

Ocena povprečne porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo je zgoraj prikazana (Tabela 25). Grafični prikaz povprečne porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo je spodaj prikazan (Slika 17).

Poraba energije za ogrevanje in sanitarno vodo



Slika 17: Prikaz ocene porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo. Vir: Podatki naročnika

## 4.2 Električni aparati

Porabniki električne energije v objektu so klimatske naprave, oprema in naprave (računalniki in ostala tehnična oprema), razsvetljava ter ostale električne naprave.

Tabela 26: Računska ocena porabe električne energije luči.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Tip	Število	Električna moč (W)
Tiskalnik	11	20
Rezalnik	2	20
Osebni računalnik	50	100
Kopirni stroj	1	50
Hladilnik	3	100
Kuhalnik	1	2000
Ventilator	1	40
TV	2	200

Ocenjena mesečna poraba električnih naprav je 1,3 MWh in letna 16,7 MWh oz. 50,2% skupne letne porabe električne energije objekta. Pri tem smo predpostavili režim delovanja svetil skladno z

videnim na ogledih in z informacijami, ki smo jih dobili od zaposlenih ter skladno s podatki o zasedenosti objekta.

### 4.3 Razsvetljava

Objekt ima veliko dnevne svetlobe, vendar so luči pogosto vseeno prižgane. Sijalke so večinoma varčne.

Tabela 27: Računska ocena porabe električne energije luči.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Tip	Število	Električna moč (W)
Luč – 58 W	333	56
Luč – 100 W	1	100

Ocenjena mesečna poraba je 1,4 MWh in letna 19,8 MWh oz. 50,2% skupne letne porabe električne energije objekta. Pri tem smo predpostavili režim delovanja svetil skladno z videnim na ogledih in z informacijami, ki smo jih dobili od zaposlenih ter skladno s podatki o zasedenosti objekta.

### 4.4 Prezračevanje in klimatizacija

Objekt nima vgrajenega mehanskega prezračevalnega sistema. Vgrajenih je nekaj ventilatorjev v kopalnicah in sanitarijah, ki pa niso v uporabi.

Na objektu ni vgrajenih hladilnih klimatskih naprav.

Poraba električne energije v tem segmentu je enaka 0.

Trenutno stanje objekta ne zagotavlja ugodnih delovnih pogojev na področju prezračevanja in klimatizacije. Ustrezne delovne pogoje bi bilo potrebno doseči s prenovo ovoja stavbe in ustreznim prezračevalnim sistemom z vgrajenim pohlajevanjem. Vgrajene klimatske naprave lahko hladijo le določene prostore.

## 4.5 Ostalo

Sanitarna topla voda se v času, ko kotlovnica ne obratuje, ogreva preko električnega grelca, ki ogreva zalogovnik STV nameščen na posameznem objektu. Ocenjena poraba električne energije za ogrevanje STV je 6.548 kWh na leto.

Pod ostalo spada oprema, kot so prenosni računalniki in ostala prenosna oprema, ki koristi električno energijo, delovanje regulacije in črpalk za ogrevanje in delovanje telekomunikacijske sobe.

## 4.6 Delež porabe električne energije

V tabeli (Tabela 28) je podana računsko ocena porabe električne energije na objektu glede na glavne porabnike.

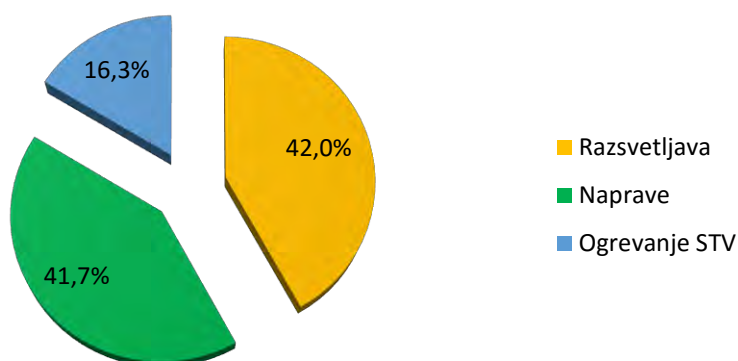
Tabela 28: Pregled porabe električne energije glede na namembnost.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Računska poraba električne energije na objektu	mesečna [kWh]	letna [kWh]	% skupne porabe
Razsvetljava	1.403	16.833	50,2%
Naprave	1.391	16.698	49,8%
Ogrevanje STV	935	6.548	16,3%
SKUPAJ	3.730	40.078	100,0%

Grafični prikaz računsko pridobljene porabe električne energije glede na namembnost v objektu je prikazan v nadaljevanju (Slika 18).

Računsko ocenjeni delež porabe električne energije  
glede na porabnike



Slika 18: Računsko pridobljena poraba električne energije glede na namembnost v objektu.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

## II. ANALIZA MOŽNOSTI ZA ZNIŽANJE RABE ENERGIJE

### 5 OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV

#### 5.1 Ovoj stavbe

Ovoj stavbe predstavlja pomemben dejavnik pri toplotnih izgubah. Sestavljajo ga zunanje stene, okna, vrata, tla in streha. Toplotna prehodnost posameznih elementov, ki naj bi bila čim manjša, v največji meri vpliva na izgube toplote preko ovoja objekta. Hkrati velja, da je investicija v izolacijo fasade, strehe ali menjava oken zelo velika.

Fasada objekta je nezadostno toplotno izolirana. Prav tako je nezadostno toplotno izolirana medetažna plošča proti neogrevanemu podstrešju objekta. Tudi talna plošča objekta je nezadostno toplotno izolirana, vendar dodatna izolacija tal pomeni zelo velik poseg, ki ga ni mogoče izvesti tehnično popolno. Okna na objektu so bila zamenjana delno zamenjana. Vgrajena so okna z lesenim ali aluminijastim okvirjem in dvojno »termopan« zasteklitvijo, ki ustrezajo današnjim standardom.

Na ovoju stavbe lahko rabo energije zmanjšamo s:

1. Primerno in dobro izolacijo fasade in strehe
2. Primerno in dobro izolacijo fasade in strehe ter menjava oken
3. Primerno in dobro izolacijo fasade in strehe ter vgradnja rekuperacije

Računsko ovrednotenje srednje toplotne prevodnosti in specifično letno potrebo po toploti za ogrevanje je prikazano spodaj (Tabela 29). Spodaj je prikazano tudi računsko ovrednotenje potrebne toplote (Tabela 30).

Tabela 29: Računsko ovrednotenje srednje toplotne prehodnosti in specifično letno potrebo po toploti za ogrevanje pred uvedenimi ukrepi ter po njih. Vir. Lastni izračun

	Trenutno		Predlagano	
	po projektu	dovoljeno	po projektu	dovoljeno
Sred. top. preh.	1,488 W/m <sup>2</sup> K	0,441W/m <sup>2</sup> K	0,291 W/m <sup>2</sup> K	0,441W/m <sup>2</sup> K
Spec. let. potr. topl. za ogrev.	37,4 kWh/m <sup>3</sup> a	7,2 kWh/m <sup>3</sup> a	2,4 kWh/m <sup>3</sup> a	7,2 kWh/m <sup>3</sup> a

Tabela 30: Računsko ovrednotenje potrebne toplote pred uvedenimi ukrepi ter po njih.  
Vir. Lastni izračun.

	Trenutno		
	po projektu	na enoto prost.	na enoto površ.
Top. in hlad. Obremenitev			
Top. za gretje	252.425 kWh/a	37,4 kWh/m <sup>3</sup> a	185,9 kWh/m <sup>2</sup> a
	Predlagano		
	po projektu	na enoto prost.	na enoto površ.
Top. za gretje	16.095 kWh/a	2,4 kWh/m <sup>3</sup> a	11,9 kWh/m <sup>2</sup> a

## 5.2 Transmisijske izgube

Po PURESu se toplotna prehodnost posameznih konstrukcij določi po standardih SIST EN ISO 6946 in SIST EN ISO 10211-1. Stavbe morajo biti grajene tako, da je vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po toploti čim manjši, pri čemer se uporabljajo ukrepi v skladu z zadnjim stanjem gradbene tehnike.

Zahteve za okna:

V ogrevanih stanovanjskih in poslovnih prostorih stavbe se smejo uporabljati okna s toplotno prehodnostjo zasteklitve največ  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Toplotna prehodnost celotnega okna (stekla in nosilnega okvirja) sme biti največ  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Toplotna prehodnost zunanjih vrat ne sme biti večja od  $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Toplotna prehodnost dela ovoja stavbe na mestu, na katerem je vgrajena omarica za rolete ali druga senčila, vključno s pogoni in napravami za njihovo upravljanje, ne sme biti večja od  $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Vgradnja stavbnega pohištva:

Vgraditi se smejo samo okna in vrata, za katere se na podlagi proizvajalčeve izjave o razvrstitvi lahko ugotovi njihov razred po standardu SIST EN 12207.

Zračna prepustnost ovoja:

Tesnost ovoja se pri stavbah z uporabno površino, večjo od  $5000 \text{ m}^2$ , ki so polno ali delno klimatizirane, preveri s preizkusom po standardu SIST EN 13829 ( $Q(50)/S(T)$ ) – vključno s površino poda pritličja) ali pa se izmeri indeks zračne prepustnosti ( $Q(50)/S$ ).

V 9. členu Tehnične smernice TSG-1-004:2010 o učinkoviti rabi energije je definirano, da je potrebno s toplotno zaščito površine toplotnega ovoja stavbe zmanjšati prehod energije skozi površino toplotnega ovoja, zmanjšati podhlajevanje ali pregrevanje stavbe, zagotoviti tako sestavo gradbenih konstrukcij, da ne prihaja do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare in nadzorovati zrakotesnost stavbe.

V tabeli (Tabela 31) so prikazana primerjava transmisijskih izgub trenutnega stanja z računsko oceno transmisijskih izgub v primeru upoštevanja vseh ukrepov in v primeru upoštevanja posameznega ukrepa. Posamezni ukrepi so: Menjava oken, izolacija fasade, izolacija strehe ter vgradnja rekuperacije.

Tabela 31: Računska ocena transmisijskih izgub v primeru upoštevanja vseh ukrepov in v primeru upoštevanja posameznega ukrepa. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	Trenutno	celota	Izolirana fasada	Izolirana streha	Vgradnja rekuperacije	Menjava oken
Spec. Transm. izgub.	1,488 W/m <sup>2</sup> K	H't=0,291 W/m <sup>2</sup> K	H't=1,349 W/m <sup>2</sup> K	H't=0,554 W/m <sup>2</sup> K	H't=1,488 W/m <sup>2</sup> K	H't=1,423 W/m <sup>2</sup> K
Transmisijske izgube						
Jan (kWh/m)	55206	10798	50061	20566	55206	52809
Feb (kWh/m)	44414	8687	40275	16545	44414	42485
Mar (kWh/m)	37106	7257	33648	13823	37106	35494
Apr (kWh/m)	21312	4168	19326	7939	21312	20386
Maj (kWh/m)	2238		2030	834	2238	2141
Jun (kWh/m)						
Jul (kWh/m)						
Avg (kWh/m)						
Sep (kWh/m)	671		609	250	671	642
Okt (kWh/m)	22022	4307	19970	8204	22022	21066
Nov (kWh/m)	38828	7594	35210	14465	38828	37142
Dec (kWh/m)	52189	10208	47326	19442	52189	49923
Skupaj (kWh/m)	273986	53019	248455	102068	273986	262088
Znižanje [%]		80,6%	9,32%	62,7%	0,00%	4,34%

Iz dobljenih rezultatov v tabeli (Tabela 31) ugotovimo, da so izgube pri upoštevanju vseh ukrepov zmanjšajo za 80,6 % v primerjavi s trenutnim stanjem. Glede na posamezne ukrepe se transmisijske izgube se znižajo v primeru saniranja fasade za 9,32 %, saniranja stropa proti podstrehi 62,7 %. Ter v primeru menjave oken za 4,34 % V primeru vgradnje rekuperacije se transmisijske izgube ne zmanjšajo in ostajajo enake.

Tabela 32: Računska ocena potrebne toplote v primeru upoštevanja vseh ukrepov in v primeru upoštevanja posameznega ukrepa. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	Trenutno	celota	Izolirana fasada	Izolirana streha	Vgradnja rekuperacije	Menjava oken
Spec. Transm. izgub.	1,488 W/m <sup>2</sup> K	H't=0,291 W/m <sup>2</sup> K	H't=1,349 W/m <sup>2</sup> K	H't=0,554 W/m <sup>2</sup> K	H't=1,488 W/m <sup>2</sup> K	H't=1,423 W/m <sup>2</sup> K
Toplota za gretje (kWh)	252.425	16.095	225.549	82.111	220.527	243.656
Znižanje toplote/hladu		93,6%	10,65%	67,47%	12,64%	3,47%

Iz dobljenih rezultatov v tabeli (Tabela 32) ugotovimo, da se potreba po toploti pri upoštevanju vseh ukrepov zmanjšajo za 93,60 % v primerjavi s trenutnim stanjem. Potreba po toploti se najbolj znižajo v primeru vgradnje rekuperacije 12,64 %, pri ukrepu saniranja fasade za 10,65 %, saniranja strehe 67,47 % .

### *Spremembe karakteristike ovoja stavbe s prerezi za predlagan ukrep izolacije fasade in strehe*

Spremembe karakteristik ovoja stavbe s prerezi v primeru predlaganega ukrepa 1 in 2 (primerna in dobra izolacija fasade in strehe) so prikazane v nadaljevanju.

Sestavo in karakteristike obnovljene severne (Tabela 33), južne (Tabela 34), zahodne (Tabela 35) in vzhodne (Tabela 36) zunanje stene objekta so prikazane v nadaljevanju. Prikazane so tudi sestava in karakteristike za obnovljeno severno in južno zunanjo steno objekta pod okni.

Tabela 33: Sestava in karakteristike obnovljene severne zunanje stene objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 0,155 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,280 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Cementna malta + lateks	1	0,70	30	1.900	0,30
Modularni blok	45	0,32	4	697	1,80
Stiropor	18	0,04	150	35	27,00
Plemenita fasadna malta	1	0,70	15	1.850	0,15

Tabela 34: Sestava in karakteristike obnovljene južne zunanje stene objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 0,155 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,280 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Cementna malta + lateks	1	0,70	30	1.900	0,30
Modularni blok	45	0,32	4	697	1,80
Stiropor	18	0,04	150	35	27,00
Plemenita fasadna malta	1	0,70	15	1.850	0,15

Tabela 35: Sestava in karakteristike obnovljene zahodne zunanje stene objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 0,155 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,280 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Cementna malta + lateks	1	0,70	30	1.900	0,30
Modularni blok	45	0,32	4	697	1,80
Stiropor	18	0,04	150	35	27,00
Plemenita fasadna malta	1	0,70	15	1.850	0,15

Tabela 36: Sestava in karakteristike obnovljene vzhodne zunanje stene objekta.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 0,155 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,280 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Cementna malta + lateks	1	0,70	30	1.900	0,30
Modularni blok	45	0,32	4	697	1,80
Stiropor	18	0,04	150	35	27,00
Plemenita fasadna malta	1	0,70	15	1.850	0,15

Tabela 37: Sestava in karakteristike stropa proti neogrevanemu podstrešju.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

U = 0,149 W/m <sup>2</sup> K				U <sub>max</sub> = 0,280 W/m <sup>2</sup> K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	sd [m]
Betoni s kam. Agregati (2200)	15	1,51	30	2.200	4,50
Kamena volna KNAUF INSULATION DP-3	25	0,04	1,1	30	0,28
KI parna zapora LDS 100	0,02	0,19	526.000	964	105,20

V tabeli (Tabela 38) prikazujemo računsko potrebno toploto in ocenjen prihranek pri izolaciji celotnega objekta, samo fasade ali samo strehe. V tabeli (Tabela 38) pa računsko potreben hlad in ocenjen prihranek hlada pri izolaciji celotnega objekta, zgolj fasade in samo strehe.

### *Predlagana ukrepa 1. in 2.: Primerna in dobra izolacija fasade, strehe in oken*

Tabela 38: Računska potrebna toplota za gretje in ocenjen prihranek pri izolaciji celotnega objekta, samo fasade ali samo strehe. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	Trenutno		Predlagano	
	celota	fasada	streha	okna
Q <sub>NH</sub> (kWh/a)	252.425	16.095	225.549	82.111
Q <sub>NH</sub> (kWh/m <sup>2</sup> a)	185,9	11,9	166,1	60,5
Prihranek v %	93,6%	10,6%	67,5%	3,5%

Iz dobljenih rezultatov ugotovimo (Tabela 38), da pri predvideni sanaciji celotnega ovoja računski prihranki pri toploti za ogrevanje znašajo 93,6 %. V primeru sanacije fasade je prihranek pri toploti za ogrevanje 10,6 %. Med tem, ko je prihranek v primeru sanacije stropne plošče proti podstrešju 67,5 % in menjave oken 3,5 %. V nadaljevanju je podana še okvirna ocena zmanjšanja stroškov ogrevanja glede na povprečno porabo v zadnjih treh letih.

Tabela 39: Povprečna poraba topote za gretje in ocenjen prihranek v €/leto glede na ukrep.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	2013	2014	2015
Poraba (kWh/a)	266.124	260.537	230.614
Stroški (€)	16.972	15.502	14.207
Povprečna poraba na leto (kWh/a)	252.425		
	celota	fasada	streha
Ocenjen prihranek v %	93,6%	10,6%	67,5%
Prihranek v €/leto	14.559 €	1.656 €	10.492 €

\*upoštevana je povprečna cena energenta za leto 2015

Kot lahko ugotovimo (Tabela 39), znaša ocenjeni prihranek stroškov za gretje 252.425 €/leto zaradi izvedbe toplotne sanacije ovoja stavbe. V izračunu smo upoštevali računsko ocenjeno znižanje porabe toplote za ogrevanje povprečno ceno kilovatne ure toplote (preračunano iz cene m<sup>3</sup> plina) za leto 2015 in povprečno porabo na objektu v zadnjih treh letih.

Potrebna dela in material za izvedbo ukrepa:



1. Izdelava projekta, ki obravnava toplotno izolacijo objekta
2. Izvedba toplotne izolacije fasade; 806,44 m<sup>2</sup> neto;
  - izvedba gradbenega odra
  - čiščenje obstoječe fasade in odstranitev nesprijetih delov
  - odstranitev vseh elementov in naprav, ki so na fasadi (vertikalni žlebovi, luči, napeljave, nadstreški, klimatske naprave, ...)
  - priprava podlage za namestitev toplotne izolacije
  - vgradnja fasadnega sistema, toplotna izolacija iz ekspandiranega polistirena ( $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ ) v debelini 18 cm; vse potrebno za vgradnjo (sidra, lepilo, vogalniki, odkapniki); zaključni sloj (lepilo, mrežica lepilo, silikonski zaključni omet); vključno z obdelavo špalet
  - vgradnja toplotne izolacije z boljšo toplotno prehodnostjo ( $\lambda = 0,020 \text{ W/mK}$ ) za odpravo toplotnih mostov (na potrebnih mestih)
  - vgradnja okenskih polic (barvana alu pločevina, PVC ali kamnite)
  - vgradnja vertikalnih žlebov, luči, klimatskih naprav, ...
3. Izvedba toplotne izolacije strehe; 825,00 m<sup>2</sup> neto;
  - odnos in odstranitev elementov iz podstrehe
  - polaganje parne zapore
  - polaganje toplotne izolacije iz kamene volne nad medetažno konstrukcijo v debelini 25 cm
  - polaganje paroprepustne folije
  - polaganje pohodnega tlaka na podstrehi (opsijsko)

### 5.3 Prezračevanje

Prezračevanje ima vpliv na kakovost bivanja, prav tako pa ima vpliv na rabo energije za ogrevanje objekta. Poleg transmisijskih izgub zaradi prehoda toplote skozi ovoj zgradbe spadajo v sklop toplotnih izgub tudi ventilacijske izgube kot posledica naravnega ali/ter prisilnega prezračevanja.

Objekt se trenutno prezračuje naravno oz. z odpiranjem oken. Tak način prezračevanja ima več slabosti. Običajno takšno prezračevanje ni zadostno ter je za uporabnika neprijazno. Druga slabost je energetska potratnost takšnega prezračevanja. Z zračenjem preko oken namreč v zunanost spuščamo ogret zrak iz prostora ter ga nadomeščamo z zunanjim hladnim zrakom, nato moramo sveži zrak ponovno segreti oz. v poletnem času spuščamo iz prostora ohlajen (kjer se prostor hladi) zrak ter ga nadomeščamo z zunanjim segretim. Zelo pomembno je tudi, da je naravno prezračevanje pravilno. Priporočeno je prezračevanje z odpiranjem oken na stežaj v enakomernih časovnih intervalih. V času prezračevanja prostorov poskušamo v čim krajšem času zamenjati zrak v prostoru (zagotovimo preprih). Izogibamo se dolgotrajnemu zračenju pri priprtih oknih.

Prezračevanje kot tako ima velik varčevalni potencial, ki bi ga lahko dosegli z vgradnjo prezračevanja z rekuperacijo oz. sistemom izmenjave toplote med izhodnim/vhodnim in svežim zrakom. Za ta namen bi bilo potrebno izdelati sistem s prisilnim prezračevanjem, ki bi zagotovil optimalne pogoje za delo in največje prihranke energije. Predstavlja pa takšna investicija velik začetni strošek. Prav tako mora biti za optimalno delovanje takšen sistem redno in kakovostno vzdrževan.

Na nivoju prezračevanja lahko rabo energije zmanjšamo z:

- Vgradnja sistema rekuperacije (ocena prihrankov 12,6 %)

#### *Predlagan ukrep: Vgradnja sistema rekuperacije*

Primerjava računsko ocenjene trenutne prezračevalne izgube in predviden prihranek pri vgradnji sistema prezračevanja z rekuperacijo je predstavljena v nadaljevanju (Tabela 40).

Tabela 40: Računska ocenjena prezračevalne izgube pred in po vgradnji modernega sistema prezračevanja z rekuperacijo. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Prezračevalne izgube [kWh/m]	Trenutno	Vgradnja rekuperacije
Jan	7.811	1.333
Feb	6.284	1.072
Mar	5.250	896
Apr	3.015	515
Maj	317	54
Jun		
Jul		
Avg		
Sep	95	16
Okt	3.116	532
Nov	5.493	938
Dec	7.384	1.260
Skupaj	38.765	6.616
Znižanje [%]		82,9%

Kot je prikazano (Tabela 40) se prezračevalne izgube največje od oktobra pa vse do aprila. Sama vgradnja sistema prezračevanja z rekuperacijo zmanjša prezračevalne izgube za 82,9%.

Tabela 41: Računska ocena letne rabe toplote za ogrevanje z prezračevalnimi izgubami in ocenjen prihranek letne rabe toplote pri vgradnji modernega sistema rekuperacije.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	Trenutno	vgradnja rekuperatorja
Letna raba toplote za ogrevanje $Q_{NH}$ (kWh/a)	252.425	220.527
od tega prezračevalne izgube (kWh/a)	38.765	6.616
Prihranek $Q_{NH}$ v %		12,6%
	Izolirano	Izolirano + vgradnja rekuperatorja
$Q_{NH}$ (kWh/a)	41.145	16.095
od tega prezračevalne izgube (kWh/a)	38.765	6.616
Prihranek $Q_{NH}$ v %		60,9%

Iz dobljenih rezultatov (Tabela 41) lahko sklepamo da bi se prihranek letne rabe toplotne energija samo z vgradnjo modernega sistema rekuperacije izboljšal za 12,6 % glede na trenutno stanje. V primeru izolacije ovoja zgradbe in vgradnji modernega sistema rekuperacije pa prihranek ostane nespremenjen le delež se poveča na 60,9 %.

Tabela 42: Povprečna poraba toplotne energije za ogrevanje in ocenjen prihranek v €/leto glede na vgradnjo modernega sistema rekuperacije.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	Ogrevanje		
	2013	2014	2015
Poraba (kWh/a)	266.124	260.537	230.614
Stroški (€)	16.972	15.502	14.207
Povprečna poraba na leto(kWh/a)		252.425	
	vgradnja rekuperatorja		
Ocenjen prihranek v %		12,6%	
Prihranek v €/leto		1.965 €	

\*upoštevana povprečna cena kilovatne ure toplote za leto 2015

Kot lahko ugotovimo (

Tabela 42), znaša ocenjeni prihranek stroškov za gretje 1.965 €/leto zaradi vgradnje modernega sistema rekuperacije. V izračunu smo upoštevali računsko ocenjeno znižanje porabe toplote za ogrevanje povprečno ceno kilovatne ure toplote (preračunano iz cene m<sup>3</sup> plina) za leto 2015 in povprečno porabo na objektu v zadnjih treh letih.

V primeru, da upoštevamo ukrep vgradnje sistema rekuperacije po izvedenem ukrepu izolacije ovoja, rezultat ostaja približno enak, saj se absolutne prezračevalne izgube znižajo enako. Predlagamo, da se ukrep izvede po izvedbi sanacije ovoja in menjavi oken.

Potrebna dela in material za izvedbo ukrepa:

- izdelava projekta, ki obravnava prezračevanje objekta
- vgradnja prezračevalne naprave z zadostno kapaciteto; rekuperator z min. 85% izkoristkom; regulacija naprave
- izdelava gradbeno rušilnih del za kanalski razvod dovodnega in odvodnega zraka
- izvedba kanalskega razvoda z potrebnimi loputami ni rešetkami

### *Predlagan ukrep: Vgradnja termostatskih ventilov*

Tabela 43: Povprečna poraba topote za gretje in ocenjen prihranek v €/leto glede na ukrep.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	2013	2014	2015
Poraba (kWh/a)	266.124	260.537	230.614
Stroški (€)	16.972	15.502	14.207
Povprečna poraba na leto (kWh/a)	252.425		
	vgradnja termostatskih ventilov		
Ocenjen prihranek v %	5,0%		
Prihranek v €/leto	778 €		

\*upoštevana je povprečna cena energenta za leto 2015

Kot lahko ugotovimo (Tabela 43), znaša ocenjeni prihranek stroškov za gretje 778 €/leto zaradi vgradnje termostatskih ventilov. V izračunu smo upoštevali računsko ocenjeno znižanje porabe toplote za ogrevanje povprečno ceno kilovatne ure toplote (preračunano iz cene m<sup>3</sup> plina) za leto 2015 in povprečno porabo na objektu v zadnjih treh letih.

Potrebna dela in material za izvedbo ukrepa:

- izdelava projekta za izračun prednastavitev ventilov (ali hidravlično uravnovešanje)
- demontaža obstoječih radiatorskih ventilov
- vgradnja termostatskih ventilov in glav ter po potrebi vgradnja balansirnih ventilov

### *Ukrep: Vgradnja merilnega mesta*

Tabela 44: Povprečna poraba topote za gretje in ocenjen prihranek v €/leto glede na ukrep.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	2013	2014	2015
Poraba (kWh/a)	273.027	267.296	236.596
Stroški (€)	17.413	15.904	14.576
Povprečna poraba na leto (kWh/a)	258.973		
	vgradnja merilnega mesta		
Ocenjen prihranek v %	5,0%		
Prihranek v €/leto	798 €		

\*upoštevana je povprečna cena energenta za leto 2015

Kot lahko ugotovimo (Tabela 44), znaša ocenjeni prihranek stroškov za gretje 798 €/leto zaradi vgradnje merilnega mesta. V izračunu smo upoštevali računsko ocenjeno znižanje porabe toplote za ogrevanje povprečno ceno kilovatne ure toplote (preračunano iz cene m<sup>3</sup> plina) za leto 2015 in povprečno porabo na objektu v zadnjih treh letih.

Potrebna dela in material za izvedbo ukrepa:

- vgradnja merilnega mesta (kalorimetra), povezava s CNS sistemom

## 5.4 Razsvetljava

Razsvetljava na objektu je starejša, vendar dovolj učinkovita in razmeroma varčna. Velika večina luči je z varčnimi žarnicami (fluorescenčne). Varčevalni potencial je v načinu uporabe luči. Predlagamo vgradnjo senzorskega prižiganja, kjer je to mogoče. Vsekakor predlog velja za prostore sanitarij in hodnikov. Pogosto so luči v teh prostorih prižgane, čeprav v prostorih ni uporabnikov.

Tabela 45: Povprečna poraba električne energije za razsvetlavo in ocenjen prihranek v €/leto glede na senzorsko prižiganje luči. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	2013	2014	2015
Poraba (kWh/a)	17.947	15.985	16.566
Stroški (€)	1.798	1.414	1.446
Povprečna poraba na leto (kWh/a)	16833		
	senzorsko prižiganje		
Ocenjen prihranek v %	7,0%		
Letno zmanjšana poraba (kWh/a)	1.178,29		
Prihranek v €/leto	103 €		

\*upoštevana povprečna cena kilovatne ure električne energije za leto 2015

Ocenjeni prihranek elektrike z vgradnjo senzorskih luči je 1.178,29 kWh/leto oz. 103 €/leto (Tabela 45) glede na povprečno porabo v zadnjih treh letih.

Potrebna dela in material za izvedbo ukrepa:

- vgradnja senzorjev prižiganja, povezava z električnim omrežjem

## 5.5 Klimatizacija

V obstoječem stanju objekta je klimatizacija prostorov nujno potrebna za zagotavljanje sprejemljivih temperatur (v poletnih mesecih) na delovnem mestu. Obstoječe klimatske naprave hladijo le določene prostore, ostali prostori so ne regulirani in v poletnih mesecih je temperatura previsoka.

Predlagamo, da se v sklopu prezračevanja rešuje tudi pohlajevanje prostorov. V primeru izvedbe sanacije ovoja, menjave oken in vgradnje prezračevalnega sistema z reverzabilnim rekuperatorjem, bi bila potreba po hlajenju bistveno manjša. V kolikor se oceni, da bo hlajenje potrebno pa je mogoča vgradnja pohlajevanja v prezračevalni sistem.

## 5.6 Sanitarna voda

Sistem oskrbe s sanitarno hladno vodo je normalno vzdrževan. Poraba hladne vode je znatna, saj se voda uporablja za tuširanje, pranje vozil, kuhanje.

Možnost znižanja porabe vode bi bila z izgradnjo zbiralnika deževnice za namen splakovanja stranišč. Investicija v izgradnjo ločenega sistema je velika in zato je smotrnost investicije vprašljiva.

## 5.7 Električna energija

Varčevalni potencial na področju rabe elektrike je znaten. Možnosti prihrankov so mogoči tudi na področju uporabe razsvetljave in opreme (računalnikov) ter vgradnji merilnega mest.

Ocenjujemo, da so računalniki v nočnem času in med vikendi niso prižgani. V nasprotnem primeru pa lahko z ukrepom samodejnega vklopa spanja znatno zmanjšamo porabo električne energije.

Osnova za določanje nadaljnih urepov je spremljanje porabe električne energije. Predlagan ukrep za lažje spremljanje in posledično vplivanje na porabo energije znotraj objekta je vgradnja merilnega mesta.

Tabela 46: Povprečna poraba električne energije za razsvetljavo in ocenjen prihranek v €/leto glede na senzorsko prižiganje luči. Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

	Elektrika		
	2013	2014	2015
Poraba (kWh/a)	42.732	38.060	39.443
Stroški (€)	4.280	3.367	3.442
Povprečna poraba na leto (kWh/a)**	40.078		
	vgradnja merilnega mesta		
Ocenjen prihranek v %	5,0%		
Prihranek v €/leto	175 €		

\*upoštevana povprečna cena kilovatne ure električne energije za leto 2015

Ocena prihranka v primeru vgradnje merilnega mesta je 5% oziroma 175 € letno.

Potrebna dela in material za izvedbo ukrepa:

- vgradnja merilnega mesta, povezava s CNS sistemom

## 5.8 Avtomatski monitoring in upravljanje

Zaradi velikosti objekta in tudi v duhu učinkovite rabe energije bi bilo sočasno z izvedbo prioriternih ukrepov dobro razmisliti tudi o avtomatizaciji upravljanja objekta v smislu avtomatiziranega monitoringa in upravljanja oz. regulacije ogrevalnih naprav, prezračevalnega sistema. Pri tem bi bilo smiselno prilagoditi avtomatizacijo sistema glede na razmere na objektu. Absolutna avtomatizacija objekta namreč s finančnega stališča ne bi predstavljala smiselne rešitve.

Kot primer lahko navedemo sistem elektronske regulacije ogrevalnega sistema. Temperaturna tipala, bi spremljala temperature prostorov in zunanosti, s temi podatki se regulira generator toplote in prilagaja delovanje tako, da je najbolj učinkovito. Poleg tega je mogoče izvesti tudi elektronsko regulacijo radiatorskih ventilov, ki bi se odpirali skladno s pred nastavljenim časom in temperaturo v prostorih. Takšen sistem, bi bil za objekt zelo primeren, saj omogoča, da se ogrevanje povsod zniža, ko to želimo (nočni čas, vikendi), hkrati pa je toplota v sistemu vedno na voljo in lahko posamezen radiator ročno priključimo, ostal del objekta pa ostane na znižanem režimu. Takšna regulacija je mogoča na vseh vgrajenih sistemih v objektu.

Ocenjujemo, da bi na ta način lahko dosegli okvirno okoli 5 % prihranke na nivoju toplotnega ogrevanja in prezračevanja, ter porabe elektrike.

Potrebna dela in material za izvedbo ukrepa:

- izvedba CNS sistema z razvejanjem napeljav za beleženje vseh potrebnih podatkov:
  - Krmilnik (12 točk porabe)
  - Kalorimeter veliki
  - Kalorimeter mali
  - Montaža kalorimetrov
  - Priprava mikrokrmilnika in free of charge SCADA, montaža krmilnika
  - ostalo ( senzorika temperature, vlage, ...)

### **III. PREDLOGI IN ANALIZA UKREPOV ZA UČINKOVITO RABO ENERGIJE**

Končni rezultat energetskega pregleda na podlagi pridobljenih podatkov, izračunov in rezultatov je predlagani nabor ukrepov za učinkovito rabo energije. Pri tem morajo biti ukrepi razvrščeni glede na nujnost, smotrnost in težavnost izvedbe.

V okviru obstoječega stanja lahko prihranke rabe energije dosežemo z organizacijskimi, vzdrževalnimi in tehničnimi ukrepi.

Med ukrepe, ki so navadno finančno najmanj obremenjujoči in se jih da enostavno implementirati, so organizacijski ukrepi. Ker navadno ne predstavljajo večjega investicijskega stroška, se jih navadno priporoča kot primarne ukrepe. Lahko pa ob pravilnem izvajanju zagotovijo tudi do 10 % prihranka ali v določenih primerih celo več. V nadaljevanju podajamo nabor organizacijskih ukrepov, ki bi vodili do zmanjšane rabe energije.



## 6 ORGANIZACIJSKI UKREPI

Prvi korak k zmanjšanju porabe energijskih virov in povečanju energetske učinkovitosti so organizacijski ukrepi, ki jih izvaja vodstvo in uporabniki objekta. Organizacijski ukrepi so zanimivi predvsem iz razloga, da ne zahtevajo večjih finančnih investicij in takoj doprinesejo k prihrankom s strani porabe energije na objektu.

Za učinkovito rabo energije je najprej potrebno vzpostaviti učinkoviti sistem kontrole in kontrolo učinkovitosti delovanja. Na ta način lahko zagotovimo tudi učinkovito implementacijo ukrepov, ter zagotovimo tudi nadzor nad rabo energije. Na podlagi opravljenih razgovorov, trenutno v objektu niso zagotovljeni pogoji za učinkovit monitoring delovanja objekta. Zato v nadaljevanju predlagamo posodobitev oz. nadgradnjo obstoječe organizacijske sheme za vzpostavitev učinkovitega sistema kontrole učinkovitosti delovanja sistemov.

Bistvene sestavine kontrole učinkovitosti delovanja sistemov so:

### *Določitev odgovorne osebe*

V prvi vrsti je nujno, da se določi oseba, ki bo imela celoten pregled nad kontrolo in investicijami v učinkovito rabo energije v objektu – energetskega menedžerja. Zadolžitev energetskega menedžerja je, da bdi nad učinkovito rabo energije v stavbi, na osnovi ugotovljenih porab energije identificira morebitne šibke člene objekta in poskrbi za ustrezno sanacijo, nadgradnje in investicije v nove sisteme. Ker zadolžena oseba že spremlja stroške in investicije objekta, predlagamo, da postane oseba, odgovorna za učinkovito rabo energije v stavbi. Implementacija vseh ukrepov (tudi predlaganih v tem poročilu), je odvisna od tega, kako uspešen je energetski menedžer. Poleg nadzora nad izvajanjem ukrepov je energetski menedžer oseba, ki je osebno motivirana in tudi skrbi za motiviranje, osveščanje in izobraževanje zaposlenih in ostalih uporabnikov o učinkoviti rabi energije.

### *Aktivno spremljanje porabe energije*

Na objektu so v uporabi električna energija, zemeljski plin, ki se pretvori v toploto in sanitarna voda. Iz pridobljene dokumentacije in ogledov je razvidno, da ima vojašnica Jerneja Molana skupne števce za vodo, elektriko in zemeljski plin. Za učinkovito spremljanje porabe energijskih virov je ključno ažurno spremljanje le-teh ločeno za vsak objekt vojašnice. Trenutno se za določitev porabe uporablja ocenjeni ključ delitve porab po objektih. Učinkovitejše in priporočljivo pa je spremljanje na osnovi števec, v tem primeru je potrebna namestitev števec na vsak objekt.

Smiselno je opremiti števce z možnostjo daljinskega odčitavanja, ki omogoča sprotno javljanje porab ter ureditev ažurne baze podatkov, ki služi za analizo kaj se na posameznem objektu dogaja, za analizo izvedenih ukrepov in realnih prihrankov ter analizo prihodnih ukrepov za znižanje porabe energije in stroškov.

Ureditev tekoče evidence količinske porabe in mesečnih stroškov predstavlja minimalen potreben čas in strošek pri delovni obveznosti osebe, katera vodi evidenco.

## *Uvedba (elektronskega) energetskega knjigovodstva*

Pri pridobivanju podatkov o porabah energentov na objektu smo ugotovili, da se na objektu organizirano energetskega knjigovodstvo sicer izvaja vendar bi ga bilo potrebno dopolniti. Pravno-formalna razlaga energetskega knjigovodstva je zapisana v Zakonu o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona (EZ-1) (Ur.l. RS, št. 17/2014). Dodatna zahteve pa so opredeljene z Uredbo o upravljanju z energijo v javnem sektorju (2. člen), ki določa vzpostavljanje sistema za upravljanje z energijo za javne stavbe s površino nad 250 m<sup>2</sup>.

Osnovni pogoj za zagotovitev učinkovite rabe energije na objektu je poznavanje pretekle in trenutne porabe energije ter identifikacija trendov porabe. Energetskega knjigovodstvo predstavlja enega izmed najpomembnejših organizacijskih ukrepov in omogoča na mesečni ravni spremljanje rabe energije in posledično tudi omogoča nadzor nad porabo energije in stroškov s strani energetskega menedžerja. Prav tako so podatki o porabi energije tudi zelo pomembni za analizo implementiranih ukrepov.

Smiselno bi bilo uvesti tudi elektronsko energetskega knjigovodstvo s hkratnim avtomatskim odčitavanjem porabe s števec (ukrep podrobneje opredelimo v nadaljevanju). Pri tem sta dejansko možni dve opciji: vzpostavitev lastnega elektronskega energetskega knjigovodstva ali najem zunanega ponudnika. Smiselna bi bila tudi vključitev v bazo javnih objektov, kjer bi lahko primerjali rezultate objekta s primerljivimi objekti drugih ustanov. Elektronsko energetskega knjigovodstvo bi predstavljalo tudi osnovo za nadaljnje ukrepe.

## *Izobraževanje skrbnikov objekta*

Vodstvo mora omogočati izobraževanje osebam, katere skrbijo in upravljajo z napravami, katere so vpete v energetskega sistem objekta. Z obnavljanjem in dopolnjevanjem svojega znanja bodo koristno pripomogli k zmanjšanju ali optimiranju porabe energije.

Kot odlični poznavalci celotnega objekta lahko s svojimi informacijami koristno vplivajo na nakup nove opreme ali naprav.

## *Operativni pregledi zgradbe*

Pomemben organizacijski ukrep je tudi ustrezno redno pregledovanje delovanja naprav na objektu. Vzdrževalec na objektu skrbi za redne preglede naprav, smiselno pa bi bilo vzpostaviti operativne preglede zgradbe skupaj z energetskega menedžerjem, v okviru katerih bi skupaj pregledala porabo energentov in delovanje naprav. Na ta način bi lahko optimizirali nastavitve ogrevalnih/hladilnih sistemov, sistemov za pripravo tople vode ter električnih naprav.

V sklopu organizacijskih ukrepov priporočamo še naslednje ukrepe:

### **6.1 Zeleno javno naročanje**

Zeleno javno naročanje je orodje, ki omogoči, da se ob porabi javnih sredstev poleg ekonomskih vidikov upoštevajo tudi okoljski vidiki. Na podlagi Uredbe o zelenem javnem naročanju se je v Sloveniji postopoma uveljavil postopek zelenega javnega naročanja. Uredba določa minimalne okoljske zahteve za zeleno javno naročanje in priporočila za višje okoljske standarde.

## 6.2 Osveščanje (uporabnika)

Energetska učinkovitost ali potratnost je odvisna tudi od uporabnikov objekta. Pomembno je vzpostaviti učinkovito usposabljanje in programe osveščanja za uporabnike objekta (zaposlene), saj lahko vsi uporabniki zelo vplivajo tudi na splošno družbeno ozaveščanje o učinkoviti rabi energije. Zato je pomembno, da se tako zaposlene na redni ravni ozavešča o učinkoviti in varčni rabi energije.

V prvem planu je potrebno pripraviti vodstvo, energetskega menedžerja in vzdrževalca objekta za pravilno implementacijo ukrepov učinkovite rabe energije in jih tudi na redni bazi izobraževati o novih tehnologijah, možnih izboljšavah in nadaljnjih ukrepih. Šele dobro izobražena in usposobljena energetska menedžerka in vzdrževalec se zavedata pomena organizacijskih in investicijskih ukrepov ter njihovo pravilno umeščanje v vsakodnevne delovne procese. V ta namen predlagamo vpeljavo programov osveščanja v prvi meri za energetskega menedžerja in hišnika oz. vodstva, kjer se bodo seznanili na redni ravni z možnostmi URE in OVE na objektu, tehničnimi predstavitvami novih tehnologij, načinom financiranja investicij za učinkovito rabo, pridobivanjem nepovratnih sredstev, itd.

Nadalje je potrebno, da sprejeti plan ozaveščanja in informiranja med zaposlenimi. Vse uporabnike na objektu bi bilo potrebno redno seznanjati z načini učinkovite rabe energije in izkoriščanjem obnovljivih virov energije, ukrepi za njihovo učinkovitejšo izrabo in planiranimi investicijami v prihodnje. Najučinkovitejši način za osveščanje uporabnikov je na osnovi izobraževanj med zaposlenimi, delavnicami, seminarjem itd.

Na prvi pogled manj pomembni, a pogosto zelo učinkoviti, so tudi ukrepi osveščanja uporabnikov na njihovem delovnem mestu. V sklopu energetskega pregleda se je izkazalo, da so velike rezerve porabe električne energije na nivoju učinkovite uporabe računalnikov. Vse uporabnike v objektu bi bilo zato smiselno osveščati o učinkovitem ugašanju računalnikov oz. aktivacijo v stanje pripravljenosti. Prav tako je potrebno uporabnike opozarjati na dosledno ugašanje luči in pravilno prezračevanje prostorov s kratkotrajnim popolnim odpiranjem oken.

## 6.3 Izobraževanje

Bistvena naloga energetskega menedžerja oz. vodstva objekta v širšem pomenu je informirati vse zaposlene in uporabnike o poteku učinkovite rabe energije v zgradbi. Ob pregledu objekta smo ugotovili, da so rezerve pri učinkoviti rabi energije tudi na segmentih, na katere lahko uporabniki direktno vplivajo s svojim osveščenim delovanjem. Zato bi bilo potrebno vzpostaviti na redni ravni učinkovit, a ne moteč, sistem obveščanja in izobraževanja vseh zaposlenih in tudi ostalih uporabnikov objekta o naslednjih področjih učinkovite rabe energije. Predlagamo, da postane naloga energetskega menedžerja tudi izobraževanje in motiviranje zaposlenih o uvajanju pravilnega naravnega prezračevanja, uvajanju pravilnega osvetljevanja ob upoštevanju dnevne svetlobe, uvajanju pravilne regulacije temperature v prostorih objekta ob uporabi termostatskih ventilov in izklapljanje naprav ob neuporabi.

## 6.4 Informiranje

Bistvena sestavina spontanega izobraževanja je tudi informiranje na redni ravni o načinih učinkovite rabe energije in novostih. Proces informiranja mora potekati na relaciji energetska menedžerka – vodstvo – zaposleni – ostali uporabniki. Informiranje na redni ravni prav tako predstavlja bistveno prvo za doseganje in zagotavljanje motivacije vseh uporabnikov objekta, da redno skrbijo za smotrno rabo energije v zgradbi.

Predlagamo naslednje oblike informiranja:

- Priprava poročil o energetske učinkovitosti, ki si naj sledijo v nekem primernem in logičnem časovnem sosledju.
- Obveščanje o uspešnostih ukrepov, ki jih izvaja vodstvo, zaposleni in uporabniki zgradbe.
- Obveščanje o novostih na področju učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije.
- Primerjava rabe energije v podobnih zgradbah in informiranje vseh uporabnikov v objektu.
- Obveščanje o projektih in prenovah, ki se izvajajo v zgradbi.

S sodobnim načinom komuniciranja imamo na voljo veliko možnosti oz. načinov informiranja uporabnikov objekta. Med njimi bi izpostavili:

- Obveščanje zaposlenih preko elektronskih sporočil.
- Vzpostavitev podstrani na internetni strani, na kateri bi lahko uporabniki spremljali na dnevni ravni porabo energije in stroške na objektu.
- Javna objava povzetka poročila razširjenega energetskega pregleda na uradni internetni strani.
- Izdelava aplikacij za pametne telefone za spremljanje porabe energentov na objektu.
- Obveščanje o učinkoviti rabi energije preko socialnih profilov (facebook, twitter).
- Izdelava promocijskega materiala (letaki, plakati).
- Vsakoletna predavanja na temo učinkovite rabe energije na objektu za vse zaposlene.
- Postavitev opozorilnih plakatov in dopisov za informiranje na vidnih mestih (WC-ji, pisarne, ohranjevalniki zaslona na računalnikih, reklamni panoji).

## 7 OCENA IZVEDLJIVOSTI UKREPOV

### 7.1 Izračun možnih prihrankov energije

Izračune prihrankov energije za vsak ukrep posebej z obrazložitvijo smo podali že v predhodnih poglavjih. Na tem mestu povzemamo še vse podatke skupaj v obliki tabele. V tabeli (Tabela 47) povzemamo vse ukrepe, ki smo jih razdelili na organizacijske in vzdrževalne in tehnične ukrepe. Prihranki pri upoštevanju vseh ukrepov bi znašali 281.697 kWh toplotne in električne energije oziroma 17.807 € na leto.

#### *Organizacijski ukrepi:*

V sklopu organizacijskih ukrepov ocenjujemo, da bi na letni ravni lahko prihranili okvirno 14.953 kWh oz. 973 €. Pri tem smo privzeli oceno, da na račun kontrole učinkovitosti sistemov, osveščanja, izobraževanja in informiranja prihranimo 5 %. Ob kvalitetni implementaciji so lahko prihranki tudi višji.

#### *Investicijski ukrepi (vzdrževalni in tehnični ukrepi):*

Na nivoju ovoja stavbe glavne prihranke energije predstavlja toplotna sanacija ovoja (izolacija fasade, strehe in menjava oken). Računski prihranki na letni ravni so na toploti za ogrevane 211.280 kWh energije oz. 13.016 €.

Na nivoju prezračevanja bi znatne prihranke pri rabi toplotne energije dosegli z vgradnjo sistema rekuperacije. Računski prihranki na letnem nivoju znašajo 31.898 kWh toplotne energije oziroma 1.965 €.

Opazni prihranki bi bili tudi v primeru vgradnje CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo sanitarne vode. Računski prihranki bi v tem primeru na letnem nivoju znašali 12.949 kWh (798 €) toplotne energije in 2.004 kWh električne energije (175 €)

Pri razsvetljavi je priporočljivo vgraditi senzorska stikala na vseh sanitarijah. Prav tako bi bilo smiselno razmisliti o vgradnji senzorskih stikal za osvetlitev na hodnikih objekta. Prihranki pri tem ukrepu bi znašali 1.178 kWh elektrike oz. 103 € na leto.

Na nivoju ogrevnega sistema in priprave sanitarne vode je predlagan ukrep vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov. Prihranki pri tem ukrepu bi znašali 12.621 kWh elektrike oz. 778 € na leto.

Tabela 47: Izračun možnih prihrankov energije.  
Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Opis ukrepa	Energija	Povprečna raba 2013-2015 [kWh]	Povprečni stroški 2013-2015 [€]	Zmanjšanje rabe na leto [kWh/leto]	Zmanjšanje stroškov na leto [€/leto]
ORGANIZACIJSKI UKREPI					
energetski management	Toplota	258.973	15.964 €	12.949	798 €
kontrola učinkovitosti delovanja sistemov					
izobraževanje	Elektrika	40.078	3.697 €	2.004	175 €
osveščanje					
informiranje					
Skupaj		299.051	19.661 €	14.953	973 €
Opis ukrepa	Energija	Povprečna raba 2013-2015 [kWh]	Povprečni stroški 2013-2015 [€]	Zmanjšanje rabe na leto [kWh/leto]	Zmanjšanje stroškov na leto [€/leto]
INVESTICIJSKI UKREPI (VZDRŽEVALNI IN TEHNIČNI)					
Ovoj stavbe					
Toplotna izolacija zunanjih zidov stavbe	Toplotna	252.425	15.560 €	26.876	1.656 €
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	Toplotna	252.425	15.560 €	170.314	10.492 €
Menjava oken	Toplotna	252.425	15.560 €	8.769	540 €
Skupaj ukrepi + odprava toplotnih mostov		252.425	15.560 €	211.280	13.016 €
Prezračevanje					
Vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	Toplotna	252.425	15.560 €	31.898	1.965 €
Električna in toplotna energija					
Vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo sanitarne vode	Toplota	258.973	15.964 €	12.949	798 €
	Elektrika	40.078	3.697 €	2.004	175 €
Razsvetljava					
Vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih	Elektrika	20.120	1.856 €	1.178	103 €
Ogrevni sistem in priprava sanitarne vode					
vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov	Toplota	252.425	15.560	12.621	778 €
Skupaj		299.051	19.661 €	271.930	16.834 €

Opomba: Izračuni predstavljeni v tabeli so bili narejeni na osnovi Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije (Uradni list RS, št. št. 67/2015 z dne 18. 9. 2015).

## 7.2 Potrebna investicijska sredstva in potreben čas za vračilo investiranih sredstev

V tabeli (Tabela 48) so prikazana potrebna investicijska sredstva in povratno dobo vsakega predlaganega ukrepa.

Na nivoju organizacijskih ukrepov imajo vsi načrtovani ukrepi povratno dobo krajšo od 1 leta. Skupna ocenjena vrednost organizacijskih ukrepov je 1.000 €.

Celotna ocenjena vrednost izvedbe investicijskih ukrepov je 211.150 €, pri tem največji strošek znaša investicija v toplotno izolacijo ovoja stavbe (114.860 €). Ukrepi z večjimi investicijskimi stroški imajo vsi povratno dobo večjo od 5 let, medtem ko imata toplotna izolacija stropa proti podstresju in vgradnja CSN povratno dobo krajšo od 5 let.

Tabela 48: Potrebna investicijska sredstva in povratna doba ukrepa.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Opis ukrepa	Možni letni prihranki		Investicija [€]	Povratna doba [let]
	kWh/leto	€		
ORGANIZACIJSKI UKREPI				
energetski management	14.953	973 €	1.000 €	1,0
kontrola učinkovitosti delovanja sistemov				
izobraževanje				
osveščanje				
informiranje				
Opis ukrepa	Možni letni prihranki		Investicija [€]	Povratna doba [let]
	kWh/leto	€		
INVESTICIJSKI UKREPI (VZDRŽEVALNI IN TEHNIČNI)				
Ovoj stavbe				
Toplotna izolacija zunanjih zidov stavbe	26.876	1.656 €	40.322 €	24,4
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	170.314	10.492 €	16.500 €	1,6
Menjava oken	8.769	540 €	88.038 €	163,0
Skupaj ukrepi + odprava toplotnih mostov	211.280	13.016 €	144.860 €	11,1
Prezračevanje				
Vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	31.898	1.965 €	55.000 €	28,0
Električna in toplotna energija				
Vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo sanitarne vode	14.953	973 €	4.000 €	4,1
Razsvetljava				
Vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih	1.178	103 €	540 €	5,3
Ogrevni sistem in priprava sanitarne vode				
vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov	12621	778 €	6.750 €	8,7
Skupaj	271.930	16.834 €	211.150 €	12,5

Opomba: Izračuni predstavljeni v tabeli so bili narejeni na osnovi Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije (Uradni list RS, št. št. 67/2015 z dne 18. 9. 2015).

V tabeli (Tabela 49) so prikazane računске ocene zmanjšanja emisij CO<sub>2</sub> na letni ravni za posamezen izveden ukrep. Na nivoju organizacijskih ukrepov je ocenjeni prihranek 5,5 t, na nivoju investicijskih ukrepov pa 107,7 t.

Tabela 49: Zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> pri posameznem predlaganem ukrepu.

Vir: Lastni arhiv pridobljen na dan ogleda in podatki naročnika.

Opis ukrepa	Energija	Možni letni prihranki [kWh/a]	faktor pretvorbe primarna energija [kWh]	Specifične emisije CO <sub>2</sub> [kg/kWh]	emisije CO <sub>2</sub> [t]
<b>ORGANIZACIJSKI UKREPI</b>					
energetski management	Toplota	12.949	1,1	0,2	2,85
kontrola delovanja učinkovitosti delovanja sistemov					
izobraževanje	Elektrika	2.004	2,5	0,53	2,66
osveščanje					
informiranje					
<b>Skupaj</b>		<b>14.953</b>			<b>5,50</b>
Opis ukrepa	Energija	Možni letni prihranki [kWh/a]	faktor pretvorbe primarna energija [kWh]	Specifične emisije CO <sub>2</sub> [kg/kWh]	emisije CO <sub>2</sub> [t]
<b>INVESTICIJSKI UKREPI (VZDRŽEVALNI IN TEHNIČNI)</b>					
<b>Ovoj stavbe</b>					
Toplotna izolacija zunanjih zidov stavbe	Toplota	26.876	1,1	0,2	5,9
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	Toplota	170.314	1,1	0,2	37,5
Menjava oken	Toplota	8.769	1,1	0,2	1,9
<b>Skupaj ukrepi z odpravo toplotnih mostov</b>		<b>211.280</b>	<b>1,1</b>	<b>0,2</b>	<b>46,5</b>
<b>Prezračevanje</b>					
Vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	Toplotna	31.898	1,1	0,2	7,0
<b>Električna in toplotna energija</b>					
Vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo STV	Toplota	12.949	1,1	0,20	2,8
	Elektrika	2.004	2,5	0,53	2,7
<b>Razsvetljava</b>					
Vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih	Elektrika	1178	2,5	0,2	0,6
<b>Ogrevni sistem in priprava sanitarne vode</b>					
vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov	Toplota	12621	1,1	0,2	2,8
<b>Skupaj</b>		<b>477.889</b>			<b>107,7</b>

Opomba: Izračuni predstavljeni v tabeli so bili narejeni na osnovi Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije (Uradni list RS, št. št. 67/2015 z dne 18. 9. 2015).



### 7.3 Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na bivalno ugodje

V sklopu odločitev o implementaciji predlaganih ukrepov predstavlja pomemben vidik tudi ekološka presoja vplivov ukrepov na okolje. Pomembno je namreč, da ukrepi dodatno ne obremenjujejo okolja. Zato moramo biti pri sanacijah pozorni tako na vrsto uporabljenih materialov, načine njihove proizvodnje kot tudi načine njihove vgradnje. Vsak od teh treh parametrov lahko dodatno obremenjuje okolje.

Posebno pozornost moramo posvetiti tudi ogljični stopnji (angl. carbon footprint) izdelkom oz. storitvam, saj je končni cilj delovanja vsakega objekta zmanjšati ogljični odtis objekta na minimum, kar je tudi del nacionalne in tudi evropske politike prehoda v nizkoogljično družbo.

Ogljični odtis je izraz za skupek ogljikovega dioksida ter drugih toplogrednih plinov, ki jih v okolje neposredno ali posredno spusti določen objekt, naprava, izdelek, proces ali telo. Ogljični odtis je mogoče izračunati in ovrednotiti. Zaradi poenostavljenega razumevanja so emisije toplogrednih plinov preračunane na ekvivalent ogljikov dioksid, ki je med toplogrednimi plini kot jih določa Kjotski protokol, najbolj prepoznaven.

Strateška cilja Republike Slovenije v okviru Strategije prehoda Slovenije v nizkoogljično družbo do leta 2050 sta namreč znižati nacionalne emisije toplogrednih plinov na manj kot 4 milijone ton ekvivalenta CO<sub>2</sub> do leta 2050 in hkrati zagotoviti, da se ranljivost Slovenije na učinke podnebnih sprememb ne zviša nad sedanjost raven.

Pri tem je potrebno biti pozoren, da na račun ukrepov za zmanjšanje energije ne zmanjšamo bivalnega ugodja v objektu (prekomerno zniževanje temperature ogrevanja, poslabšanje kvalitete zraka v prostorih, zmanjšanje osvetljevanja, ipd.). Ukrepi morajo biti načrtovani celovito z namenom, da ob zmanjšani rabi energije izboljšajo kakovost bivanja.

S stališča ekološke presoje ukrepov so organizacijski ukrepi zelo primerni, saj ne zahtevajo posegov v zgradbo. Brez dodatnega vložka na pogosto preprost način poskrbimo za zmanjšano rabo energije, kar se seveda neposredno odraža na zmanjšanju emisij CO<sub>2</sub>. V sklopu predlaganih organizacijskih ukrepov je potrebno posebno pozornost posvetiti kontinuiranemu izobraževanju zaposlenih. Njihov vpliv oz. delovanje ni omejen zgolj na območje objekta, s svojim delovanjem lahko pomembno vplivajo na splošno osveščenost o učinkoviti rabi energije in posledično tudi prispevajo k težnji za zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> v splošnem družbenem okolju. Ob dejstvu, da je gradbeništvo panoga, ki predstavlja velikega proizvajalca emisij CO<sub>2</sub> pa lahko s pravilnim delovanjem in kontinuiranim osveščanjem, ter izobraževanjem tudi pomembno prispevamo k strateškim ciljem Slovenije v fazi prehoda v nizkoogljično družbo. Na nivoju objekta pa bo z implementacijo organizacijskih ukrepov doseženo zmanjšanje porabe električne in toplotne energije, kar bo neposredno vodilo v zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> pri obratovanju objekta.

Računska ocena je pokazala, da bi z uspešno implementacijo organizacijskih ukrepov lahko na letni ravni zmanjšali emisije CO<sub>2</sub> za **5,5 t**.

Na področju investicijskih ukrepov (vzdrževalnih in tehničnih) gre v splošnem za posege na ovoju oz. znotraj objekta. Posebno pozornost je zato potrebno posvetiti načinu izvedbe ukrepov in izbiri ekološko čim bolj ustreznih materialov. Z ukrepi na ovoju stavbe, izboljšanjem sistema prezračevanja in razsvetljave ter izgradnjo sončne elektrarne bi poskrbeli tudi za zmanjšano rabo energije in posledično tudi emisij CO<sub>2</sub>. Tudi z vidika varovanja okolja pa mora biti vsak ukrep ustrezno načrtovan, da je zagotovljeno ekološko odstranjevanje odpadkov, čim manj nepotrebnih posegov v okolico, uporaba ekološko čistih materialov in storitev. Računska ocena je pokazala, da bi z uspešno implementacijo investicijskih ukrepov lahko zmanjšali emisije CO<sub>2</sub> za **107,7 t**.

## 8 ENOTEN PRIKAZ UKREPOV URE

### 8.1 Organizacijski ukrepi

Naziv ukrepa
Organizacijski ukrep (kontrola učinkovitosti delovanja sistema, osveščanje, izobraževanje, informiranje)
Opis ukrepa
<p>Za učinkovito rabo energije je najprej potrebno vzpostaviti učinkovit sistem kontrole in kontrolo učinkovitosti delovanja. Na ta način lahko zagotovimo tudi učinkovito implementacijo ukrepov ter zagotovimo tudi nadzor nad rabo energije.</p> <p>Ob pravilni implementaciji organizacijskih ukrepov lahko z zanemarljivimi stroški dosežemo prihranke energije tudi 5 % ali več.</p> <p>Kot organizacijski ukrepi so mišljeni:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• energetski management</li><li>• kontrola učinkovitosti delovanja sistemov</li><li>• osveščanje</li><li>• izobraževanje</li><li>• informiranje</li></ul>

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije [kWh/leto]	14.953
---	--------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	973 €
---	-------

Skupni stroški [€]	1.000	Vračilna doba [let]	1,0
--------------------	-------	---------------------	-----

Terminski plan uvajanja po mesecih
------------------------------------

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
		X	

Nizko, srednje, visoko

Nizko, srednje, visoko

Težavnost:	nizko	Tveganje:	nizko
------------	-------	-----------	-------

## 8.2 Investicijski ukrepi

Naziv ukrepa
Investicijski ukrep (toplotna izolacija ovoja stavbe)
Opis ukrepa
Na nivoju ovoja predlagamo dodatno toplotno izolacijo fasade in strehe, kot tudi menjavo oken s poudarkom na zmanjšanju toplotnih mostov.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije [kWh/leto]	211.280
---	---------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	13.016
---	--------

Skupni stroški [€]	144.860	Vračilna doba [let]	11.1
--------------------	---------	---------------------	------

Terminski plan uvajanja po mesecih
------------------------------------

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			X

Nizko, srednje, visoko		Nizko, srednje, visoko	
Težavnost:	visoka	Tveganje:	srednje

Naziv ukrepa
Investicijski ukrep (vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo)
Opis ukrepa
Na nivoju prezračevanja bi znatne prihranke pri rabi toplotne energije dosegli z vgradnjo prezračevalnega sistema z rekuperacijo. Poleg prihrankov bi imel ukrep pozitiven vpliv na izboljšanje delovnih pogojev zaposlenih.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije [kWh/leto]	31.898
---	--------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	1.965
---	-------

Skupni stroški [€]	55.000	Vračilna doba [let]	28,0
--------------------	--------	---------------------	------

Terminski plan uvajanja po mesecih
------------------------------------

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			X

Nizko, srednje, visoko		Nizko, srednje, visoko	
Težavnost	visoko	Tveganje	srednje

Naziv ukrepa
Investicijski ukrep (vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo STV)
Opis ukrepa
Na nivoju spremljanja rabe energije in regulacije bi znatne prihranke pri rabi toplotne in električne energije dosegli z vgradnjo centralnega nadzornega sistema CNS. Poleg prihrankov bi imel ukrep pozitiven vpliv na izboljšanje delovnih pogojev zaposlenih.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije [kWh/leto]	14.953
---	--------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	973
---	-----

Skupni stroški [€]	4.000	Vračilna doba [let]	4,1
--------------------	-------	---------------------	-----

Terminski plan uvajanja po mesecih
------------------------------------

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
		X	

Nizko, srednje, visoko

Nizko, srednje, visoko

Težavnost	srednje		Tveganje	nizko
-----------	---------	--	----------	-------

Naziv ukrepa
Investicijski ukrep (vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih)
Opis ukrepa
Na osnovi opravljenega pregleda predlagamo vgradnjo senzorskega prižigavanja, kjer je to mogoče. Vsekakor predlog velja za prostore sanitarij in hodnikov. Pogosto so luči v teh prostorih prižgane, čeprav v prostorih ni uporabnikov.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije [kWh/leto]	1.178
---	-------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	103
---	-----

Skupni stroški [€]	540	Vračilna doba [let]	5,3
--------------------	-----	---------------------	-----

Terminski plan uvajanja po mesecih
------------------------------------

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	X		

Nizko, srednje, visoko		Nizko, srednje, visoko	
Težavnost	nizko	Tveganje	nizko

Naziv ukrepa
Investicijski ukrep (vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov)
Opis ukrepa
Na osnovi opravljenega pregleda predlagamo vgradnjo termostatskih radiatorskih ventilov, kjer je to mogoče. Vsekakor predlog velja za prostore. Poleg prihrankov bi imel ukrep pozitiven vpliv na izboljšanje delovnih pogojev zaposlenih.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije [kWh/leto]	12.621
---	--------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	778
---	-----

Skupni stroški [€]	6.750	Vračilna doba [let]	8,7
--------------------	-------	---------------------	-----

Terminski plan uvajanja po mesecih
------------------------------------

0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	X		

Nizko, srednje, visoko		Nizko, srednje, visoko	
Težavnost	nizko	Tveganje	nizko

## 9 VIRI

**Energetski zakon (EZ-1)** Uradni list RS, št. 17/14; [Elektronski] Oktober 2016;

(<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO6665>)

**Uredba o upravljanju z energijo v javnem sektorju** (Uradni list RS, št. 52/16); [Elektronski] Oktober 2016; (<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6635>)

**Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb**, (Ur.l. RS št. 94/2014, z dne 19.12.2014); [Elektronski] Oktober 2016;

([http://www.uradni-](http://www.uradni-list.si/1/content?id=119788&part=u&highlight=o+metodologiji+izdelave+in+izdaji+energetskih+izkaznic+stavb#!/Pravilnik-o-metodologiji-izdelave-in-izdaji-energetskih-izkaznic-stavb)

[list.si/1/content?id=119788&part=u&highlight=o+metodologiji+izdelave+in+izdaji+energetskih+izkaznic+stavb#!/Pravilnik-o-metodologiji-izdelave-in-izdaji-energetskih-izkaznic-stavb](http://www.uradni-list.si/1/content?id=119788&part=u&highlight=o+metodologiji+izdelave+in+izdaji+energetskih+izkaznic+stavb#!/Pravilnik-o-metodologiji-izdelave-in-izdaji-energetskih-izkaznic-stavb))

**Pravilnik o metodah za določanje prihrankov energije** (Uradni list RS, št. 67/2015 z dne 18. 9. 2015).

**Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES** (Ur.l. RS št. 52/2010 z dne 30.06.2010); [Elektronski] Oktober 2016 ;(<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=201052&stevilka=2856>)

**Direktivo 2002/91 Evropskega parlamenta in Sveta** z dne 16. december 2002 o energetski učinkovitosti stavb (UL L št. 1, z dne 4. 1. 2003, stran 65).

**Tehnična smernica TSG-1-004:2010**; [Elektronski] Oktober 2016;

([http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004\\_2010.pdf](http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf))

**Center za bivalno okolje, gradbeno fiziko in energijo, GI ZRMK. 2012. Priročnik za izdelovalce energetskih izkaznic.** Ljubljana : s.n., 2012.

**Energetika, Ljubljana. 2016. Cenik - Toplota.** [Elektronski] Oktober 2016. (<http://www.energetika-lj.si/ceniki/cenik-toplota>)

**Gantar, T. 2012. Toplotno udobje študentov na dveh fakultetah Univerze v Ljubljani. Diplomaska naloga.** Ljubljana : Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2012.

**March Consulting Group, Velika Britanija. 1997. Priročnik za izvajalce energetskih pregledov.** Ljubljana : Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Agencija RS za učinkovito rabo energije, 1997.

**Ministrstvo za infrastrukturo. 2016. Obnovljivi viri energije.** [Elektronski] Oktober 2016.

([http://www.mzi.gov.si/si/delovna\\_podrocja/energetika/obnovljivi\\_viri\\_energije/](http://www.mzi.gov.si/si/delovna_podrocja/energetika/obnovljivi_viri_energije/))

**Fotografije**; lasten arhiv pridobljen na dan ogleda 12.8.2016



## 10 PRILOGE

- Elabora gradbene fizike obstoječega stanja objekta
- Elabora gradbene fizike objekta s predlaganimi ukrepi