

Poročilo o energetske pregledu Vojašnice Jerneja Molana

Mapa 7: Tablica objekta 10256

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 7: UPRAVNI / NAMESTITVENI OBJEKT	12
(Tablica objekta: 10256)	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	21
3.1	Ogrevalni sistem	21
3.2	Sistem za oskrbo s toplo vodo	21
3.3	Sistem za oskrbo s hladno vodo	22
3.4	Elektroenergetski sistem in porabniki	22
4	PREGLED RABE KORISTNE ENERGIJE	23
4.1	Ovoj stavbe	23
4.2	Delež porabe električne energije	27
5	OCENA ENERGETSKO VARČEVALNIH POTENCIALOV	29
5.1	Ovoj stavbe	29
5.2	Transmisijske izgube	30
5.3	Prezračevanje	35
5.4	Razsvetljava	38
5.5	Klimatizacija	38
5.6	Sanitarna voda	38
5.7	Električna energija	39
5.8	Avtomatski monitoring in upravljanje	39
6	ORGANIZACIJSKI UKREPI	42
6.1	Zeleno javno naročanje	43
6.2	Osveščanje (uporabnika)	44
6.3	Izobraževanje	44
6.4	Informiranje	44
7	OCENA IZVEDLJIVOSTI UKREPOV	46
7.1	Izračun možnih prihrankov energije	46
7.2	Potrebna investicijska sredstva in potreben čas za vračilo investiranih sredstev	48
7.3	Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na bivalno ugodje	50
8	ENOTEN PRIKAZ UKREPOV URE	51
8.1	Organizacijski ukrepi	51
8.2	Investicijski ukrepi	52
9	VIRI	57
10	PRILOGE	58

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 10256.	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 18: PRIKAZ OCENE PORABE ENERGIJE ZA OGREVANJE IN SANITARNO VODO. VIR: PODATKI NAROČNIKA	27
SLIKA 19: RAČUNSKO PRIDOBLENA PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE GLEDE NA NAMEMBNOST V OBJEKTU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEJEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	28

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 16: PODATKI O TOPLOTNI CONI OBJEKTA O OBJEKTU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	23
TABELA 17: TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA – NEPROZORNI ELEMENTI. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	24
TABELA 18: TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA – PROZORNI ELEMENTI. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	24
TABELA 19: IZKAZ TRENUTNEGA STANJA OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	24
TABELA 20: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČE SEVERNEVZHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	25
TABELA 21: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČE JUŽNOZAHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	25
TABELA 22: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČE SEVERNOZAHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	26
TABELA 23: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČE JUGOVZHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	26
TABELA 24: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČEGA STROPA PROTI NEOGREVANEMU PODSTREŠJU OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	26
TABELA 25: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBSTOJEČIH TAL OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	26
TABELA 26: OCENA POVPREČNE PORABE ENERGIJE ZA OGREVANJE IN SANITARNO VODO.	27
TABELA 30: PREGLED PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE GLEDE NA NAMEMBNOST. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	27
TABELA 31: RAČUNSKO OVREDNOTENJE SREDNJE TOPLOTNE PREHODNOSTI IN SPECIFIČNO LETNO POTREBO PO TOPLOTI ZA OGREVANJE PRED UVEDENIMI UKREPI TER PO NJIH. VIR. LASTNI IZRAČUN.	29
TABELA 32: RAČUNSKO OVREDNOTENJE POTREBNE TOPLOTE PRED UVEDENIMI UKREPI TER PO NJIH. VIR. LASTNI IZRAČUN.	29
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.	31
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.	31
TABELA 35: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBNOVLJENE SEVERNOVZHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	32
TABELA 36: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBNOVLJENE JUGOZAHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	32

TABELA 37: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBNOVLJENE SEVEROZAHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	32
TABELA 38: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE OBNOVLJENE JUGOVZHODNE ZUNANJE STENE OBJEKTA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	32
TABELA 39: SESTAVA IN KARAKTERISTIKE STROPA PROTI NEOGREVANEMU PODSTREŠJU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	33
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.	33
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.	33
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.	35
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.	36
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.	36
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.	37
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.	37
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.	38
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.	39
TABELA 52: IZRAČUN MOŽNIH PRIHRANKOV ENERGIJE. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	47
TABELA 53: POTREBNA INVESTICIJSKA SREDSTVA IN POVRATNA DOBA UKREPA. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	48
TABELA 54: ZMANJŠANJE EMISIJ CO ₂ PRI POSAMEZNEM PREDLAGANEM UKREPU. VIR: LASTNI ARHIV PRIDOBLEN NA DAN OGLEDA IN PODATKI NAROČNIKA.	49

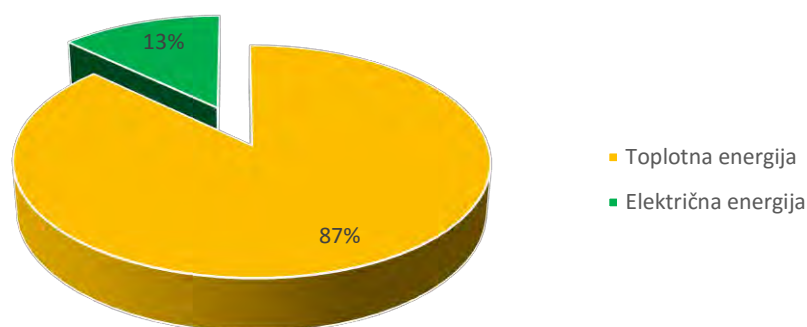
I. POVZETEK ZA POSLOVNO ODLOČANJE

1 SPLOŠNO

Upravni objekt 1 nosi tablico 10256 in je del Vojašnice Jerneja Molana.

Grafična predstavitev (Slika 1) ocenjenih deležev rabe energije na objektu 10256 je prikazana spodaj. Ocenjena povprečna raba energije v času 2013-2015 je znašala 311.051 kWh, od tega znaša 87 % poraba toplotne energije (zemeljski plin) in 13 % poraba električne energije.

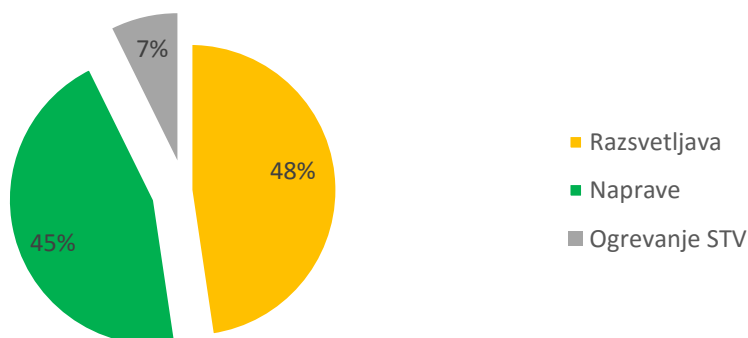
Povprečna raba energije v času: 2013 - 2015



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 48 % porabljene električne energije na objektu namenjeno razsvetljavi prostorov, 45 % električne energije se porabi za delovanje naprav in preostale opreme (računalniki, tehnična oprema) ter 7 % za ogrevanje STV.

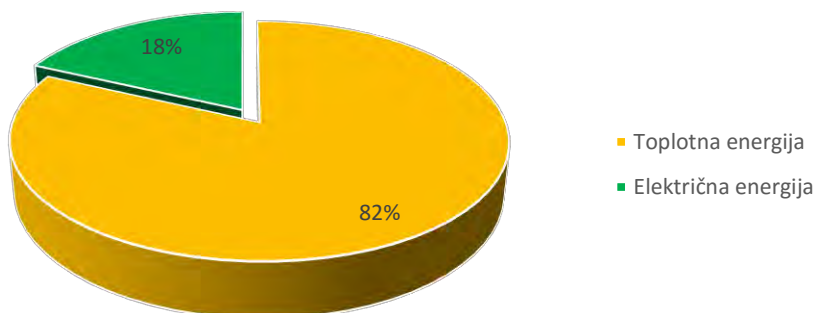
Računsko ocenjeni delež porabe električne energije glede na porabnike



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 10256 je spodaj prikazan. Povprečni letni stroški energije v letih 2013-2015 znašali 20.632 €. Pri tem je znašal strošek toplotne energije 82 % celotnih stroškov, električne energije 18 %.

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 5.345 kWh električne energije, kar znaša okvirno 13,3 % prihranke glede na povprečno rabo energije v letih 2013-2015. V primeru toplotne energije ocenjujejo je seštevek ukrepov zmanjšanja okoli 289.063 kWh energije, kar znaša okvirno 106,7 % 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, obnovo ovoja stavbe, vgradnja ločenih merilnikov porabe in CNS ter vgradnja sensorskega prižigalja luči. Ocenjujemo, da bi lahko dosegli prihranek 252.411 kWh energije letno, finančno prihranek v višini 15.687 € letno in zmanjšanje emisij CO₂ za 61 t letno. Pri tem bi ocenjeni vložek za implementacijo organizacijskih ukrepov znašal 62.362 €, povprečna povratna doba vseh ukrepov pa 4,0 let (Tabela 2).

Z implementacijo ukrepov z vračilno dobo daljšo od 5 let (Tabela 3), kamor spadajo ostali investicijski ukrepi (vzdrževalni in tehnični) bi na letni ravni dosegli prihranke okoli 118.203 kWh energije, pri tem bi bilo zmanjšanje stroškov na letni ravni 7.282 € in zmanjšanje emisij CO₂ za 26 t. Ocenjena vrednost stroškov implementacije investicijskih ukrepov znaša 190.110 €, tako da povprečna povratna doba vseh ukrepov skupaj znaša 26,1 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						
O	kontrola učinkovitosti delovanja sistemov	15.553	1.010	1.000	1,0	1
O	osveščanje					
O	izobraževanje					
O	informiranje					
O	energetski management					
	Opis ukrepa	Možni letni prihranki		Investicija [€]	Povratna doba [let]	
		kWh/leto	€			
INVESTICIJSKI UKREPI (VZDRŽEVALNI IN TEHNIČNI)						
Ovoj stavbe						
1	• toplotna izolacija stropa proti podstrešju	188.142	11.591	16.500	1,4	1
	Skupaj ukrepi + odprava toplotnih mostov	219.969	13.551	56.822	4,2	1
Električna in toplotna energija						
2	vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo STV	15.553	1.010	4.000	4,0	2
Razsvetljava						
3	vgradnja senzorjev luči na hidnikih in WCjih	1.337	117	540	4,6	2
Skupaj ukrepi z vrač. dobo < 5 let		252.411	15.687	62.362	4,0	

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	5.345	kWh	13,3%	
letni prihranek toplotne energije	247.066	kWh	91,2%	
skupno zmanjšanje emisij CO ₂	61	t		
skupno zmanjšanje stroškov na leto	15.687	€	% od letnega stroška za energijo	76,9%
skupni znesek potrebnih investicij	62.362	€		
povprečni vračilni rok	4,0	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	48.038	2.959	40.322	13,6	1
2	menjava oken	28.168	1.735	88.038	50,7	1
Prezračevanje						
3	vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	28.873	1.779	55.000	30,9	2
Ogrevni sistem in priprava STV						
4	vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov	13.124	809	6.750	8,3	2
Skupaj investicijski		118.203	7.282 €	190.110 €	26,1	

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	0	kWh	0,0%	
letni prihranek toplotne energije	118.203	kWh	43,6%	
skupno zmanjšanje emisij CO2	26	t		
skupno zmanjšanje stroškov na leto	7.282	€	% od letnega stroška za energijo	35,7%
skupni znesek potrebnih investicij	190.110	€		
povprečni vračilni rok	26,1	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	5.345	kWh	13,3%	
letni prihranek toplotne energije	289.063	kWh	106,7%*	
skupno zmanjšanje emisij CO2	70	t		
skupno zmanjšanje stroškov na leto	18.274	€	% od letnega stroška za energijo	89,6%
skupni znesek potrebnih investicij	123.112	€		
povprečni vračilni rok	6,7	let		

*Pri ukrepih ni upoštevana soodvisnost.. Ta je opisana in upoštevana v zbirniku v Mapi 1

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 m².

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 7: UPRAVNI / NAMESTITVENI OBJEKT (Tablica objekta: 10256)

2.1 Opis dejavnosti v objektu

V dokumentu obravnavani objekt je na spodnji sliki (Slika 4) označen s številko 2, oziroma nosi interno oznako tablice 10256. 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	7
Tablica objekta	10256
GURS številka	1302-914
Naziv objekta po projektni nalogi	upravni / namestitveni objekt
Površina [m ²]	1483
Naslov	Cerklje ob Krki 4 a, 8263 Cerklje ob Krki
Država	Slovenija
Klasifikacija	12740
Izbrana lokacija GKY	540565
Izbrana lokacija GKX	82710
Nadmorska višina	154
Odgovorna oseba	
Telefonska številka	07 495 33 97
Dejanska raba stavbe	Nestanovanjska
Namen objekta	
Število etaž	2
Število zaposlenih	
Obratovalni čas (dan, ura)	



Slika 5: Obravnavani objekt 10256.

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 80. 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 80 uporabnikov.

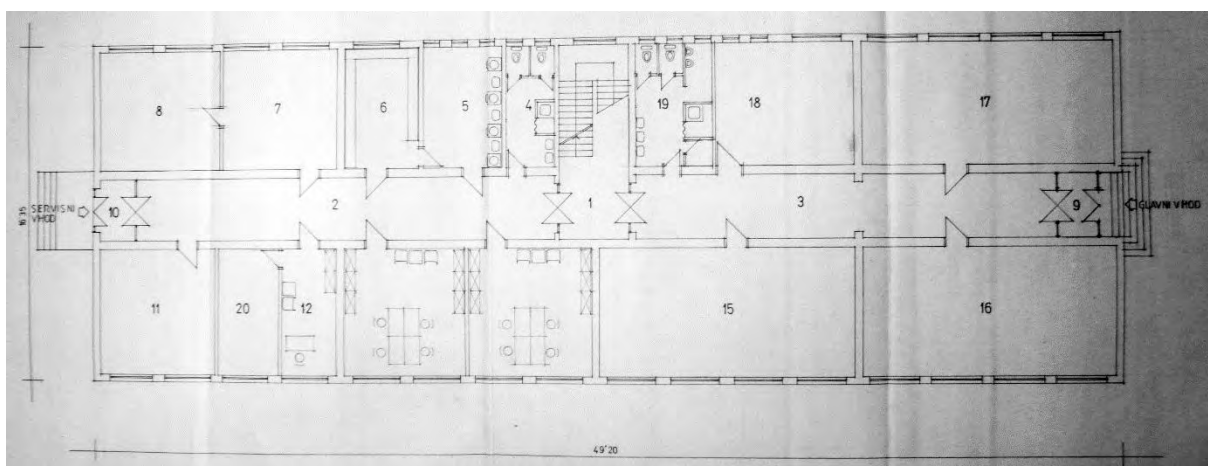
Objekt se med kurilno sezono ogreva v dveh temperaturnih režimih. Med uporabo je zagotovljeno ogrevanje prostorov minimalno 20°C, ko objekt ni v uporabi pa nižani režim zagotavlja minimalno 15°C notranje temperature.

2.2 Prostorska razporeditev stavb z označeno namembnostjo stavb

Objekt 6 je bil namenjen predvsem namestitvenim potrebam glede na projektno dokumentacijo iz leta 1991. Namembnost prostorov se je z leti spremenila, tako je stavba v glavnem namenjena upravnemu delu. Razmerje namembnosti prostorov je razvidno iz tlorisov v nadaljevanju.

Pritličje

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

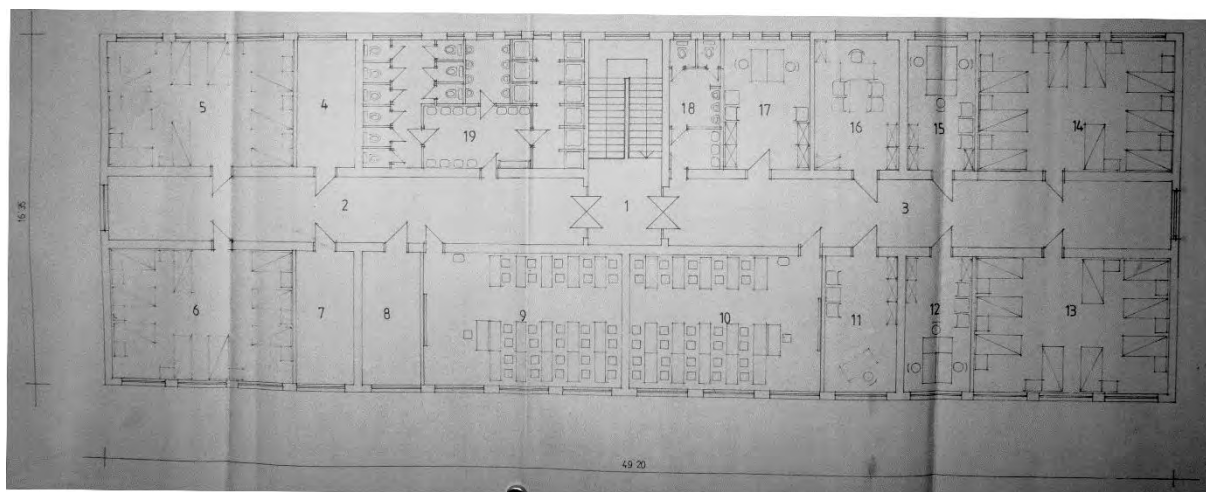


Slika 6: Tloris pritličja objekta.

V pritličju objekta so se nahajali upravni prostori oz. pisarne in sanitarije, sedaj pa je objekt zapuščen.

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 so se nahajale predvsem pisarne, nastanitveni prostori in učilnice, sedaj pa je objekt zapuščen.

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.

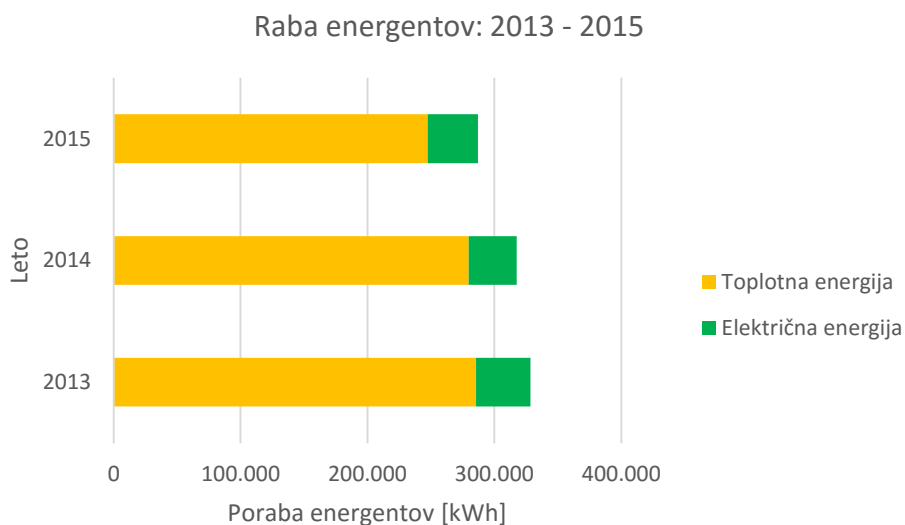
Poraba energije

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).

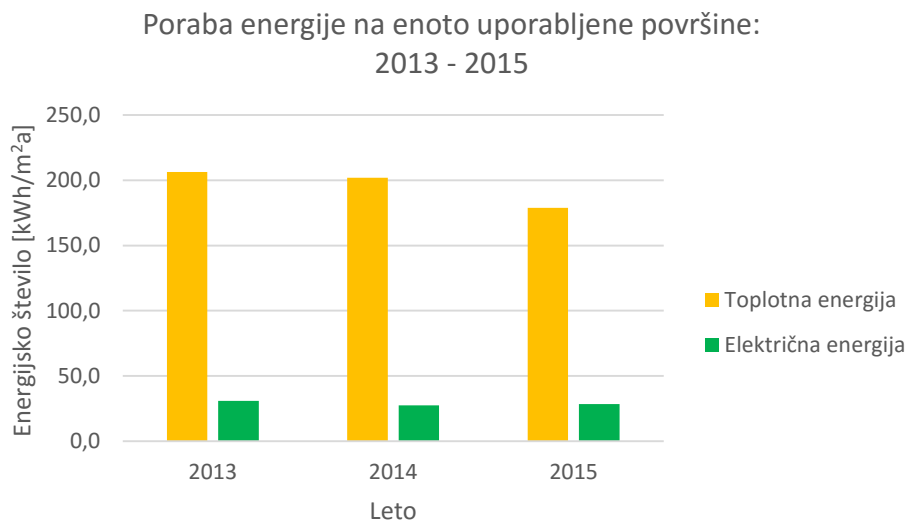
	Raba [kWh]		
	2013	2014	2015
Toplotna energija	285.678	279.681	247.558
Električna energija	42.732	38.060	39.443
Celotna raba energije	328.409	317.741	287.001

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 m². Računsko razdeljena trenutna poraba toplotne energije na m² je 195,6 kWh/m² (povprečje 2013-2015), električne energije 30,8 kWh/m² (povprečje 2013-2015) in 226,4 kWh/m² (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 števecov 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.

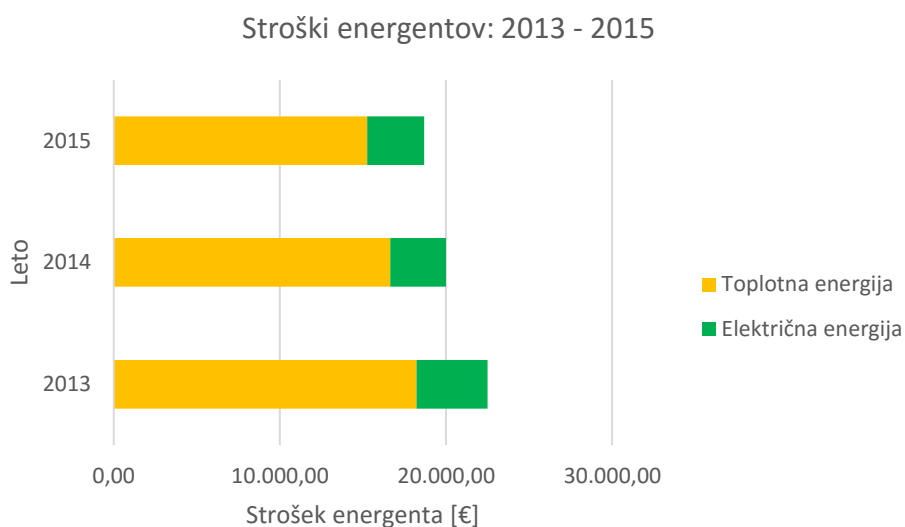
Stroški

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	18.219,44	16.640,76	15.250,89
Električna energija	4.280,31	3.367,22	3.442,05
Celotna raba energije	22.499,75	20.007,99	18.692,94

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).

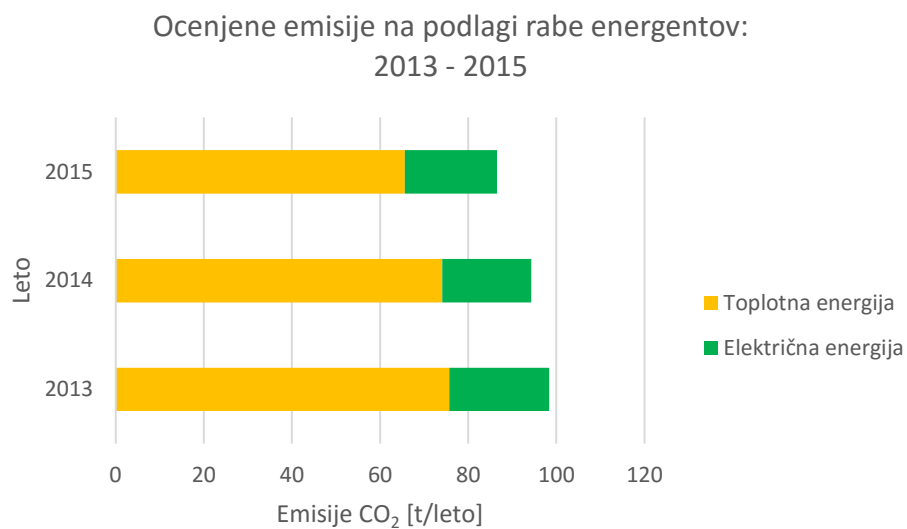
Emisije

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 CO2 (t)		
	2013	2014	2015
Toplotna energija	76	74	66
Električna energija	23	20	21
Celotna raba energije	98	94	87



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. Meritve v objektu niso bile opravljene, saj je objekt zapuščen.

3 PREGLED NAPRAV ZA PRETVORBO ENERGIJE

3.1 Ogrevalni sistem

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

Vir ogrevanja

Za upravno / vadbene objekt sta vir ogrevanja dva kotla 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 grelne vode, 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. 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.

Grelna telesa v objektu niso aktivna, saj je objekt zapuscen.

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 ogrva 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.

Obravnava objekt je priključen na interno vodovodno omrežje vojašnice. Voda se v objektu ne porablja.

3.4 Elektroenergetski sistem in porabniki

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

Obravnava 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. Objekt je zapuščen posledično električnih porabnikov ni.

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

V objektu ni računalniške opreme, ki bi bila aktivna – v uporabi.

Razsvetljava

Objekt ni v uporabi, kakoršna koli instalirana razsvetljava se smatra da ni aktivna in da ni relevanten uporabnik energije.

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.

Objekt se iz časa izgradnje, kar se tiče ovoja stavbe spremenil le z zamenjavo oken (vgrajena PVC okna). 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 10: 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 11: 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 ²]	U [W/m ² K]	U _{max} [W/m ² K]
Zunanja stena SV	SV	124,98	0,623	0,28
Zunanja stena JZ	JZ	124,98	0,623	0,28
Zunanja stena SZ	SZ	278,24	0,623	0,28
Zunanja stena JV	JV	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 11), toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe večinoma presegajo dovoljene vrednosti.

Tabela 12: Toplotne prehodnosti elementov ovoja – prozorni elementi.

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

PROZORNI ELEMENTI					
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina [m ²]	U [W/m ² K]	U _{max} [W/m ² K]	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja g.F _s .F _c
Okna S	SV,90	12,19	2	1,3	0,07
Okna J	JZ,90	12,19	2	1,3	0,07
Okna V	SZ,90	134,54	2	1,3	0,07
Okna Z	JV,90	134,54	2	1,3	0,07

Tabela 13: Izkaz trenutnega stanja objekta.

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

	Izračunan	Največji dovoljeni
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe ¹	H' _T =1,519 W/m ² K	H' _{Tmax} =0,441 W/m ² K
Letna raba toplote za ogrevanje ²	QNH=262479 kWh	QNH=48766kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje ³	QNC=303 kWh	-
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine ⁴	Izračunana	Največja dovoljena
Nestanovanjske stavbe	QNH/au= 193,3 kWh/m ² a	-
	QNH/Ve=38,9 kWh/m ³ a	(QNH/Ve)max=7,2kWh/m ³ a

Opomba:

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

² »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));

³ »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));

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

Iz tabele (Tabela 11) ugotovimo, da trenutni ovoj na objektu v vsaki točki presega mejne dovoljene vrednosti. Zaradi nezadostne izoliranosti toplotnega ovoja je prekoračen koeficient specifičnih transmisijских 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 severnovzhodne (Tabela 14), jugozahodne (Tabela 15), severozahodne (Tabela 16) in jugovzhodne (Tabela 17) zunanje stene objekta so prikazane v nadaljevanju.

Tabela 14: Sestava in karakteristike obstoječe severnovzhodne 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]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	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 15: Sestava in karakteristike obstoječe južnozahodne 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]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	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 16: Sestava in karakteristike obstoječe severnozahodne zunanje stene objekta.

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

U = 0,623 W/m ² K				U _{max} = 0,280 W/m ² K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	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 17: Sestava in karakteristike obstoječe jugovzhodne zunanje stene objekta.

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

U = 0,623 W/m ² K				U _{max} = 0,280 W/m ² K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	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 18) in tal (Tabela 19) v objektu.

Tabela 18: Sestava in karakteristike obstoječega stropa proti neogrevanemu podstrešju objekta.

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

U = 0,352 W/m ² K				U _{max} = 0,200 W/m ² K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	sd [m]
Betoni s kam. agregati (2200)	15	1,51	30	2.200	4,50

Tabela 19: Sestava in karakteristike obstoječih tal objekta.

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

U = 0,266 W/m ² K				U _{max} = 0,350 W/m ² K	
Materiali	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	sd [m]
Keramične ploščice	1	0,87	200	1.700	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.

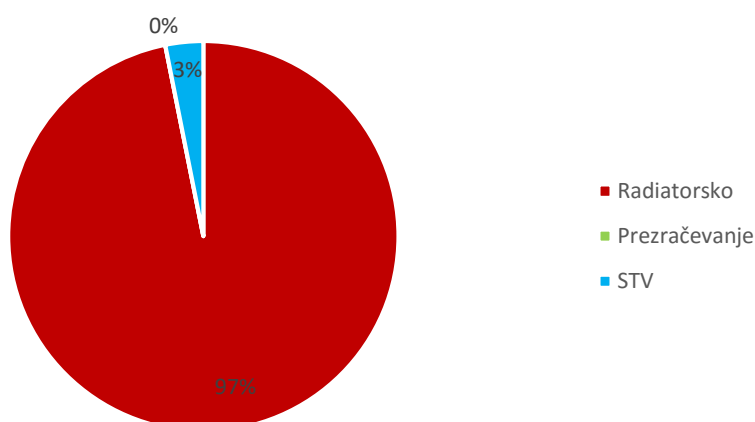
Porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo

Tabela 20: Ocena povprečne porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo.

Sistem ogrevanja	Ocenjena povprečne porabe toplote [kWh]	Delež
Radiatorsko	262.479	94%
Prezračevanje	0	0%
Sanitarna voda	8.493	6%
Skupaj	279.233	

Ocena povprečne porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo, glede na podobne objekte v vojašnici je zgoraj prikazana (Tabela 20). Grafični prikaz povprečne porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo je spodaj prikazan (Slika 12).

Poraba energije za ogrevanje in sanitarno vodo



Slika 12: Prikaz ocene porabe energije za ogrevanje in sanitarno vodo. Vir: Podatki naročnika

4.2 Delež porabe električne energije

V tabeli (Tabela 21) je podana računsko ocena porabe električne energije na objektu glede na simulacijo osnovano na podobnih objektih vojašnice.

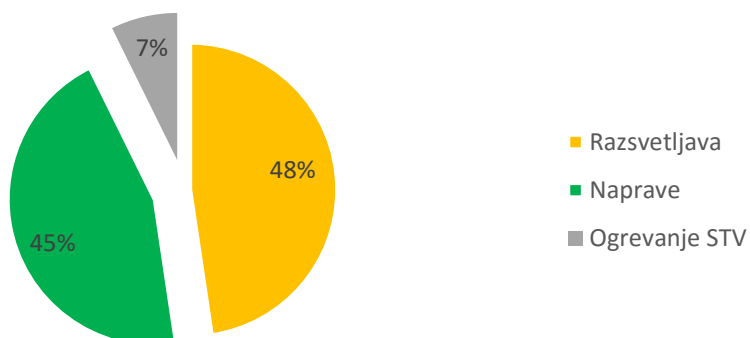
Tabela 21: Pregled porabe električne energije glede na namembnost.

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

Računska poraba električne energije na objektu	mesečna [kWh]	letna [kWh]	% skupne porabe
Razsvetljava	1.824	21.891	51,4%
Naprave	1.725	20.698	48,6%
Ogrevanje STV	418	2.926	7,3%
SKUPAJ	3.549	42.589	100,0%

Grafični prikaz računsko pridobljene porabe električne energije glede na namembnost v objektu je prikazan v nadaljevanju (Slika 13).

Računsko ocenjeni delež porabe električne energije glede
na porabnike



Slika 13: 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 22). Spodaj je prikazano tudi računsko ovrednotenje potrebne toplote (Tabela 23).

Tabela 22: 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.	1,519 W/m ² K	0,441W/m ² K	0,291 W/m ² K	0,441W/m ² K
Spec. let. potr. topl. za ogrev.	38,9 kWh/m ³ a	7,2 kWh/m ³ a	2,4 kWh/m ³ a	7,2 kWh/m ³ a

Tabela 23: 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	262.479 kWh/a	38,9 kWh/m ³ a	193,3 kWh/m ² a
	Predlagano		
	po projektu	na enoto prost.	na enoto površ.
Top. za gretje	16.480 kWh/a	2,4 kWh/m ³ a	12,1 kWh/m ² 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 W/m²K. Toplotna prehodnost celotnega okna (stekla in nosilnega okvirja) sme biti največ 1,3 W/m²K.

Toplotna prehodnost zunanjih vrat ne sme biti večja od 1,8 W/m²K.

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 W/m²K.

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 m², 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 24) so prikazana primerjava transmisijских izgub trenutnega stanja z računsko oceno transmisijских 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 24: Računska ocena transmisijских 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.	1,423 W/m ² K	H't=0,291 W/m ² K	H't=1,380 W/m ² K	H't=0,585 W/m ² K	H't=1,519 W/m ² K	H't=1,363 W/m ² K
Transmisijские izgube						
Jan (kWh/m)	56.345	10.798	51.200	21.704	56.345	50.583
Feb (kWh/m)	45.330	8.687	41.191	17.461	45.330	40.694
Mar (kWh/m)	37.871	7.257	34.413	14.588	37.871	33.998
Apr (kWh/m)	21.751	4.168	19.765	8.379	21.751	19.527
Maj (kWh/m)	2.284		2.076		2.284	2.051
Jun (kWh/m)						
Jul (kWh/m)						
Avg (kWh/m)						
Sep (kWh/m)	685		623		685	615
Okt (kWh/m)	22.476	4.307	20.424	8.658	22476	20.178
Nov (kWh/m)	39.629	7.594	36.011	15.265	39629	35.576
Dec (kWh/m)	53.266	10.208	48.402	20.518	53266	4.7819
Skupaj (kWh/m)	279.637	53.019	254.105	106.573	279637	251.041
Znižanje [%]		81,0%	9,13%	61,9%	0,00%	10,23%

Iz dobljenih rezultatov v tabeli (Tabela 24) ugotovimo, da so izgube pri upoštevanju vseh ukrepov zmanjšajo za 81,0 % v primerjavi s trenutnim stanjem. Glede na posamezne ukrepe se transmisijские izgube se znižajo v primeru saniranja fasade za 9,13 %, saniranja stropa proti podstrehi 61,9 % ter v primeru menjave oken 10,23 %. V primeru vgradnje rekuperacije se transmisijские izgube ne zmanjšajo in ostajajo enake.

Tabela 25: 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.	1,519 W/m ² K	H't=0,291 W/m ² K	H't=1,380 W/m ² K	H't=0,585 W/m ² K	H't=1,519 W/m ² K	H't=1,363 W/m ² K
Toplota za gretje (kWh)	262.479	16.480	214.441	74.337	208.457	234.311
Znižanje toplote/hladu		93,7%	18,30%	71,68%	20,58%	10,73%

Iz dobljenih rezultatov v tabeli (Tabela 25) ugotovimo, da se potreba po toploti pri upoštevanju vseh ukrepov zmanjšajo za 93,7 % v primerjavi s trenutnim stanjem. Potreba po toploti se najbolj znižajo v primeru vgradnje rekuperacije 20,58 %, pri ukrepu saniranja fasade za 18,30 %, saniranja stropa proti neogrevanem podstrešju 71,68 % ter v primeru menjave oken 10,73.

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 severnovzhodne (Tabela 26), jugozahodne (Tabela 27), severozahodne (Tabela 28) in jugovzhodne (Tabela 29) zunanje stene objekta so prikazane v nadaljevanju. Prikazane so tudi sestava in karakteristike za obnovljeno severno in južno zunanjo steno objekta pod okni.

Tabela 26: Sestava in karakteristike obnovljene severnovzhodne zunanje stene objekta.

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

U = 0,155 W/m ² K				U _{max} = 0,280 W/m ² K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	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 27: Sestava in karakteristike obnovljene jugozahodne zunanje stene objekta.

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

U = 0,155 W/m ² K				U _{max} = 0,280 W/m ² K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	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 28: Sestava in karakteristike obnovljene severozahodne zunanje stene objekta.

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

U = 0,155 W/m ² K				U _{max} = 0,280 W/m ² K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	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 29: Sestava in karakteristike obnovljene jugovzhodne zunanje stene objekta.

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

U = 0,155 W/m ² K				U _{max} = 0,280 W/m ² K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	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 30: Sestava in karakteristike stropa proti neogrevanemu podstrešju.

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

U = 0,156 W/m ² K				U _{max} = 0,280 W/m ² K	
Materiali (prvi sloj je znotraj)	Debelina [cm]	λ [W/mK]	μ	ρ [kg/m ³]	sd [m]
Betoni s kam. Agregati (2200)	15	1,51	30	2.200	4,50
Kamena volna KNAUF INSULATION DP-3	25	0,04	1,2	155	0,30
KI parna zapora LDS 100	0,02	0,19	526.000	964	105,20

V tabeli (Tabela 31) prikazujemo računsko potrebno toploto in ocenjen prihranek pri izolaciji celotnega objekta, samo fasade ali samo strehe. V tabeli (Tabela 31) 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 in strehe

Tabela 31: 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 _{NH} (kWh/a)	262.479	42.510	214.441	74.337	234.311
Q _{NH} (kWh/m ² a)	189,5	30,7	154,8	53,7	169,2
Prihranek v %	83,8%	18,3%	71,7%		10,7%

Iz dobljenih rezultatov ugotovimo (Tabela 31), da pri predvideni sanaciji celotnega ovoja računski prihranki pri toploti za ogrevanje znašajo 83,8 %. V primeru sanacije fasade je prihranek pri toploti za ogrevanje 18,3 %. Med tem, ko je prihranek v primeru sanacije stropne plošče proti podstrešju 71,7 % ter v primeru menjave oken 10,7 %. V nadaljevanju je podana še okvirna ocena zmanjšanja stroškov ogrevanja glede na povprečno porabo v zadnjih treh letih.

Tabela 32: 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)	276.724	270.914	239.799
Stroški (€)	17.648	16.119	14.773
Povprečna poraba na leto (kWh/a)	262.479		
	okna	fasada	streha
Ocenjen prihranek v %	83,8%	18,3%	71,7%
Prihranek v €/leto	13.551 €	2.959 €	11.591 €

*upoštevana je povprečna cena energenta za leto 2015

Kot lahko ugotovimo (Tabela 32), znaša ocenjeni prihranek stroškov za gretje 13.551 €/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 m³ 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 m² 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 m² 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 (opcijsko)

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 4,0 %)

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 33).

Tabela 33: 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	12497	2999
Feb	10054	2413
Mar	8400	2016
Apr	4824	1185
Maj	507	122
Jun		
Jul		
Avg		
Sep	152	36
Okt	4985	1196
Nov	8790	2109
Dec	11814	2835
Skupaj	62023	14911
Znižanje [%]		76,0%

Kot je prikazano (Tabela 33) se prezračevalne izgube največje od oktobra pa vse do aprila. Sama vgradnja sistema prezračevanja z rekuperacijo zmanjša prezračevalne izgube za 76,0 %.

Tabela 34: 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)	262.479	233.606
od tega prezračevalne izgube (kWh/a)	62.023	14.911
Prihranek Q_{NH} v %		11,0%
	Izolirano	Izolirano + rekuperator
Q_{NH} (kWh/a)	42.510	16.480
od tega prezračevalne izgube (kWh/a)	62.023	14.911
Prihranek Q_{NH} v %		61,2%

Iz dobljenih rezultatov (Tabela 34) lahko sklepamo da bi se prihranek letne rabe toplotne energija samo z vgradnjo modernega sistema rekuperacije izboljšal za 20,6 % glede na trenutno stanje. V primeru izolacije ovoja zgradbe in vgradnji modernega sistema rekuperacije pa prihranek ostane nespremenjen le delež se poveča na 61,2 %.

Tabela 35: 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)	276.724	270.914	239.799
Stroški (€)	17.648	16.119	14.773
Povprečna poraba na leto(kWh/a)	262.479		
	vgradnja rekuperatorja		
Ocenjen prihranek v %	11,0%		
Prihranek v €/leto	1.779 €		

*upoštevana povprečna cena kilovatne ure toplote za leto 2015

Kot lahko ugotovimo (

Tabela 35), znaša ocenjeni prihranek stroškov za gretje 1.779 €/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 m³ 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 36: 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)	276.724	270.914	239.799
Stroški (€)	17.648	16.119	14.773
Povprečna poraba na leto (kWh/a)	262.479		
	vgradnja termostatskih ventilov		
Ocenjen prihranek v %	5,0%		
Prihranek v €/leto	809 €		

*upoštevana je povprečna cena energenta za leto 2015

Kot lahko ugotovimo (Tabela 36), znaša ocenjeni prihranek stroškov za gretje 809 €/leto zaradi vgradnje termostatskih ventilov. V izračunu smo upoštevali računsko ocenjeno znižanje porabe toplote za ogrevanje povprečno ceno kilovatne ure toplote (preračunano iz cene m³ 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 37: 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)	285.678	279.681	247.558
Stroški (€)	17.648	16.119	14.773
Povprečna poraba na leto (kWh/a)	270.972		
	vgradnja merilnega mesta		
Ocenjen prihranek v %	5,0%		
Prihranek v €/leto	835 €		

*upoštevana je povprečna cena energenta za leto 2015

Kot lahko ugotovimo (Tabela 37), znaša ocenjeni prihranek stroškov za gretje 835 €/leto zaradi vgradnje merilnega mesta. V izračunu smo upoštevali računsko ocenjeno znižanje porabe toplote za ogrevanje povprečno ceno kilovatne ure toplote (preračunano iz cene m³ 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 38: 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)	20361	18135	18794
Stroški (€)	2040	1604	1640
Povprečna poraba na leto (kWh/a)	19097		
	senzorsko prižiganje		
Ocenjen prihranek v %	7,0%		
Letno zmanjšana poraba (kWh/a)	1.337		
Prihranek v €/leto	117 €		

*upoštevana povprečna cena kilovatne ure električne energije za leto 2015

Ocenjeni prihranek elektrike z vgradnjo senzorskih luči je 1.532,39 kWh/leto oz. 134 €/leto (Tabela 38) 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 mesta.

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 39: 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 186 € 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 prioritetnih 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 števec 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 števec 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 m².

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 števcem (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 energetskega menedžer 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, seminarjev 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 energetskega menedžer – 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 40) povzemamo vse ukrepe, ki smo jih razdelili na organizacijske in vzdrževalne in tehnične ukrepe. Prihranki pri upoštevanju vseh ukrepov bi znašali 294.408 kWh toplotne in električne energije oziroma 18.274 € na leto.

Organizacijski ukrepi:

V sklopu organizacijskih ukrepov ocenjujemo, da bi na letni ravni lahko prihranili okvirno 15.553 kWh oz. 1.010 €. 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 219.969 kWh energije oz. 13.551 €.

Na nivoju prezračevanja bi znatne prihranke pri rabi toplotne energije dosegli z vgradnjo sistema rekuperacije. Računski prihranki na letnem nivoju znašajo 28.873 kWh toplotne energije oziroma 1.779 €.

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 13.549 kWh (835 €) 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 1.337 kWh elektrike oz. 117 € na leto.

Na nivoju ogrevnega sistema in priprave sanitarne vode je predlagan ukrep vgradnja termostatskih radiatorских ventilov. Prihranki pri tem ukrepu bi znašali 13.124 kWh elektrike oz. 809 € na leto.

Tabela 40: 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	270.972	16.704	13.549	835
kontrola učinkovitosti delovanja sistemov					
izobraževanje	Elektrika	40.078	3.697 €	2.004	175 €
osveščanje					
informiranje					
Skupaj		311.051	20.400 €	15.553	1.010 €
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	Toplota	262.479	16.180	48.038	2.959
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	Toplota	262.479	16.180	188.142	11.591
Menjava oken	Toplota	262.479	16.180	28.168	1.735
Skupaj ukrepi + odprava toplotnih mostov		262.479	16.180	219.969	13.551
Prezračevanje					
Vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	Toplotna	262.479	16.704 €	28.873	1.779 €
Električna in toplotna energija					
Vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo sanitarne vode	Toplota	270.972	16.704	13.549	835
	Elektrika	40.078	3.697 €	2.004	175 €
Razsvetljava					
Vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih	Elektrika	40.078	3.697 €	1.337	117 €
Ogrevni sistem in priprava sanitarne vode					
vgradnja termostatskih radiatorских ventilov	Toplota	262.479	16.180	13.124	809
Skupaj		311.051	20.400 €	278.855	17.265 €

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 41) 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 123.112 € pri tem največji strošek znaša investicija v toplotno izolacijo ovoja stavbe (56.882€). Ukrepi z večjimi investicijskimi stroški imajo večinoma povratno dobo večjo od 5 let, razen obnove ovoja stavbe, vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih, vgradnja CNS in toplotna izolacija stropa pa imajo povratno dobo manjšo od 5 let.

Tabela 41: 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	15.678	1.020	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	48.038	2.959	40.322	13,6
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	188.142	11.591	16.500	1,4
Menjava oken	28.168	1.735	88.038	50,7
Skupaj ukrepi + odprava toplotnih mostov	219.969	13.551	56.822	4,2
Prezračevanje				
Vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	28.873	1.779 €	55.000 €	30,9
Električna in toplotna energija				
Vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo sanitarne vode	15.678	1.020	4.000	3,9
Razsvetljava				
Vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih	1.337	117 €	540 €	4,6
Ogrevni sistem in priprava sanitarne vode				
vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov	13.124	809	6.750	8,3
Skupaj	278.855	17.265 €	123.112 €	7,1

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 42) so prikazane računske ocene zmanjšanja emisij CO₂ na letni ravni za posamezen izveden ukrep. Na nivoju organizacijskih ukrepov je ocenjeni prihranek 5,64 t, na nivoju investicijskih ukrepov pa 122,1 t.

Tabela 42: Zmanjšanje emisij CO₂ 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 ₂ [kg/kWh]	emisije CO ₂ [t]
ORGANIZACIJSKI UKREPI					
energetski management	Toplota	13.549	1,1	0,2	2,98
kontrola delovanja učinkovitosti delovanja sistemov					
izobraževanje	Elektrika	2.004	2,5	0,53	2,66
osveščanje					
informiranje					
Skupaj		15.553			5,64
Opis ukrepa	Energija	Možni letni prihranki [kWh/a]	faktor pretvorbe primarna energija [kWh]	Specifične emisije CO ₂ [kg/kWh]	emisije CO ₂ [t]
INVESTICIJSKI UKREPI (VZDRŽEVALNI IN TEHNIČNI)					
Ovoj stavbe					
Toplotna izolacija zunanjih zidov stavbe	Toplota	48.038	1,1	0,2	10,6
Toplotna izolacija stropa proti podstrešju	Toplota	188.142	1,1	0,2	41,4
Menjava oken	Toplota	28.168	1,1	0,2	6,2
Skupaj ukrepi z odpravo toplotnih mostov		219.969	1,1	0,2	48,4
Prezračevanje					
Vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo	Toplotna	28.873	1,1	0,2	6,4
Električna in toplotna energija					
Vgradnja CNS, merilnika porabe električne energije, toplote za ogrevanje in toplote za pripravo STV	Toplota	13.549	1,1	0,20	3,0
	Elektrika	2.004	2,5	0,53	2,7
Razsvetljava					
Vgradnja senzorjev luči na hodnikih in WC-jih	Elektrika	1337	2,5	0,2	0,7
Ogrevni sistem in priprava sanitarne vode					
vgradnja termostatskih radiatorskih ventilov	Toplota	13.124	1,1	0,2	2,9
Skupaj		543.203			122,1

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 CO₂ do leta 2050 in hkrati zagotoviti, da se ranljivost Slovenije na učinke podnebnih sprememb ne zviša nad sedanjo 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 CO₂. 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 CO₂ v splošnem družbenem okolju. Ob dejstvu, da je gradbeništvo panoga, ki predstavlja velikega proizvajalca emisij CO₂ 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 CO₂ pri obratovanju objekta.

Računska ocena je pokazala, da bi z uspešno implementacijo organizacijskih ukrepov lahko na letni ravni zmanjšali emisije CO₂ za **5,64 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 CO₂. 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 CO₂ za **122,1 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">• energetski management• kontrola učinkovitosti delovanja sistemov• osveščanje• izobraževanje• informiranje

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije [kWh/leto]	15.553
---	--------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	1.010 €
---	---------

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 s poudarkom na zmanjšanju toplotnih mostov.

Predpostavljeno zmanjšanje rabe energije [kWh/leto]	219.969
---	---------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	13.551
---	--------

Skupni stroški [€]	56.822	Vračilna doba [let]	4,2
--------------------	--------	---------------------	-----

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]	28.873
---	--------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	1.779
---	-------

Skupni stroški [€]	55.000	Vračilna doba [let]	30,9
--------------------	--------	---------------------	------

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]	15.588
---	--------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	1.010
---	-------

Skupni stroški [€]	4.000	Vračilna doba [let]	4,0
--------------------	-------	---------------------	-----

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]	1.337
---	-------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	117
---	-----

Skupni stroški [€]	540	Vračilna doba [let]	4,6
--------------------	-----	---------------------	-----

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]	13.124
---	--------

Predpostavljeno zmanjšanje stroška [€ / leto]	809
---	-----

Skupni stroški [€]	6.750	Vračilna doba [let]	8,3
--------------------	-------	---------------------	-----

Terminski plan uvajanja po mesecih

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

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

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. 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)

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/)

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