

UNIVERZA V NOVI GORICI
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**IZBOLJŠANJE RABE ENERGIJE
V VOJAŠNICI POSTOJNA**

MAGISTRSKO DELO

Peter Česen

Mentor: doc. dr. Henrik Gjerkeš

Nova Gorica, 2014

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so pomagali pri ustvarjanju magistrskega dela.

Posebna zahvala gre moji družini za njihovo strpnost in nesebično ljubezen. Hvala sopotnici, ženi Ireni, ki je ves čas mojega študija skrbela za družino in me sprejemala takšnega kot sem. Velika zahvala mojim trem otrokom Evi, Nejcu in Nini, ki so potrpežljivo prenašali mojo odsotnost zaradi izdelave tega dela.

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Henriku Gjerkešu.

NASLOV

Izboljšanje rabe energije v vojašnici Postojna

IZVLEČEK

V magistrski nalogi smo prikazali konkretni primer izboljšanja rabe energije z investicijskimi predlogi. Predlog zajema zmanjšanje toplotnih izgub objektov, prenovo kotlovnice in toplovoda s ciljem posodobitve in pocenitve ogrevanja.

Naloga zajema analizo obstoječega stanja objekta, izračun toplotnih izgub objektov, analizo dejansko porabljene in izračunane toplotne energije, predloge za znižanje toplotnih izgub objektov, izbiro obnovljivega lokalnega vira toplote in predlog investicij za izboljšanje stanja (prenova kotlovnice in toplovoda z uvedbo kotla na lesno biomaso – sekance).

Ekonomska analiza naloge prikazuje, da se investicije povrnejo med 4,47 (prenova kotlovnice pri varianti 2) in 15,55 letih (prenova kotlovnice z ukrepi za znižanje toplotnih izgub pri varianti 1), letni prihranek energentov se giblje med 243.095,89 in 437.314,59 €, zmanjšana je letna emisija toplogrednih plinov (CO₂ plina za največ 644.179 kg, NO_x za največ 1.588 kg, SO_x za največ 9.788 kg) in povečana emisija trdih delcev za največ 923 kg letno.

KLJUČNE BESEDE

Racionalnejša raba energije, ogrevanje, vojašnica Postojna, obstoječo stanje rabe energije, kurilno olje, lesni odpadki, toplogredni plini.

TITLE

Improving energy use in the barracks Postojna

ABSTRACT

In the thesis we have presented a concrete example of improving energy with investment proposals. The proposal includes a reduction of heat loss of buildings, renovation of boiler and heating system with the aim of modernizing and decreases heating.

The task includes analysis of the current condition of the building, the calculation of heat loss from buildings, analysis actually used and the required heat, proposals to reduce heat loss from buildings, selection of local renewable heat source and a proposal for the improvement of the investment (modernization of boiler and heating system with the introduction of a wood biomass boiler - chips).

Economic analysis tasks shows that the return on investment are between 4.47 (boiler plant renovation in variant 2) and 15.55 years (boiler plant renovation measures to reduce heat loss in variant 1), the annual energy savings varies between 243.095,89 € and 437.314,59 €, reduced the annual emission of greenhouse gases (CO₂ gas reduced to more than 644.179 kg of NO_x by up to 1.588 kg of SO_x for up to 9.788 kg) and increased emissions of solid pieces by up to 923 kg per year.

KEYWORDS

Optimize energy consumption, heating, barracks Postojna, the current state of energy, fuel oil, wood waste, greenhouse gases.

KAZALO

1	UVOD.....	1
2	ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA OBJEKTA.....	2
2.1	Predstavitev objekta.....	2
2.2	Energetski sistem objekta	4
2.2.1	Ogrevalni sistem.....	4
2.2.2	Električni sistem vojašnice.....	7
2.3	Stroški za energijo	7
2.3.1	Stroški za ogrevanje objektov	7
2.4	Normirana poraba energentov za ogrevanje	8
3	TOPLOTNE IZGUBE OBJEKTOV PO STANDARDU SIST EN ISO 6946 ...	10
3.1	Transmisijske toplote izgube	10
3.1.1	Izračun toplotnih izgub objektov z elementi standarda SIST EN ISO 6946	12
3.2	Ventilacijske toplotne izgube.....	24
3.3	Skupni specifični toplotni tok za pokrivanje toplotnih izgub objektov	25
3.4	Skupni toplotni tok za pokrivanje toplotnih izgub objektov.....	26
3.5	Toplotni dobitki objektov	28
3.6	Bilanca toplotnih tokov za ogrevanje objektov	29
4	ANALIZA IZRAČUNANE IN PORABLJENE TOPLOTE ZA OGREVANJE ...	31
4.1	Dejansko porabljena toplota za ogrevanje objektov	31
4.1.1	Toplota pridobljena s kurilnim oljem.....	31
4.1.2	Toplota pridobljena z utekočinjenim naftnim plinom.....	32
4.1.3	Normirana dejansko porabljena toplota za ogrevanje objektov	32
4.2	Po standardu SIST EN ISO 6946 izračunana toplota za ogrevanje objektov ...	33

4.3	Primerjava izračunane in dejanske toplote za ogrevanje objektov v kurilni sezoni 2010/2011	36
5	IZBIRA VIRA TOPLOTE	37
5.1	Lesna biomasa kot obnovljivi vir energije.....	37
5.1.1	Opredelitev biomase.....	38
5.1.2	Prednosti uporabe lesne biomase	39
5.1.3	Slabosti uporabe lesne biomase	39
5.1.4	Prosta lesna biomasa na območju Postojne.....	39
6	UKREPI ZA IZBOLJŠANJE RABE ENERGIJE.....	41
6.1	Brez investicij	41
6.1.1	Varianta 1 - Sedanje stanje brez povečanja namestitvenih kapacitet.....	41
6.1.2	Cena energije.....	42
6.1.3	Varianta 2 - Stanje s povečanjem namestitvenih kapacitet	42
6.2	Investicije za znižanje toplotnih izgub.....	43
6.2.1	Zamenjava starih oken in vrat	43
6.2.2	Povečanje izolacije sten ovojev objektov	43
6.2.3	Povečanje izolacije na stropih objektov	44
6.2.4	Vsi trije ukrepi na ovojih objektov.....	45
6.2.5	Ocena investicij ukrepov za znižanje toplotnih izgub.....	48
6.2.6	Višina investicije na prihranjen MWh zaradi uvedbe ukrepov	48
6.2.7	Specifična raba toplote za ogrevanje pred in po uvedbi ukrepov	49
6.2.8	Doba vračanja investicij ukrepov za znižanje toplotnih izgub.....	50
6.3	Prenova kotlovnice	51
6.3.1	Predvidena moč kotlovnice	51
6.3.2	Tehnologija kotlovnice.....	51
6.3.3	Ocena investicije prenove kotlovnice	52

6.3.4	Določitev potrebe po lesni biomasi.....	52
6.3.5	Stroški obratovanja in vzdrževanja	53
7	UČINKI PREDLAGANIH REŠITEV	55
7.1	Energetski učinki rešitev	55
7.1.1	Letni prihranek energentov pri prenovi kotlovnice.....	55
7.2	Ekonomski učinki rešitev.....	56
7.2.1	Skupni realni denarni tokovi	56
7.2.2	Doba vračanja investicije	56
7.2.3	Ocena tveganja in negotovosti	58
7.3	Ekološki učinki rešitev.....	60
8	ZAKLJUČEK	63
9	LITERATURA	65
	PRILOGA 1: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE PRI VARIANTI 1	68
	PRILOGA 2: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE PRI VARIANTI 2	70
	PRILOGA 3: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE IN INVESTICIJ ZA ZNIŽANJE TOPLOTNIH IZGUB PRI VARIANTI 1	72
	PRILOGA 4: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE IN INVESTICIJ ZA ZNIŽANJE TOPLOTNIH IZGUB PRI VARIANTI 2	74
	PRILOGA 5: DONOSNOST PROJEKTOV	76
	PRILOGA 6: PRIMERJAVA EMISIJ SNOVI V ZRAK.....	78

KAZALO SLIK

Slika 1: Shema objektov vojašnice Postojna.....	2
Slika 2: Lokacija vojašnice Postojna.....	3
Slika 3: Shema toplovoda vojašnice Postojna.....	5
Slika 4: Prehod toplote skozi sestavljeno steno	11
Slika 5: Izračunani toplotni tok za ogrevanje objektov v kurilni sezoni 2010/11.....	30
Slika 6: Izračunana in dejansko porabljena toplote za ogrevanje objektov	36
Slika 7: Območna enota za zavode Postojna.....	39
Slika 8: Primerjava znižanja izračunane toplote med ukrepi na ovojih objektov pri varianti 1.....	46
Slika 9: Primerjava znižanja izračunane toplote med ukrepi na ovojih objektov pri varianti 2.....	46
Slika 10: Donosnost projekta prenove kotlovnice pri varianti 1	57
Slika 11: Doba povračila investicij vseh predlogov za izboljšanje rabe energije	58
Slika 12: Primerjava donosnosti investiciji po variantah.....	60

KAZALO TABEL

Tabela 1: Razporeditev ogrevalnih naprav po objektih v vojašnici	4
Tabela 2: Odjemalci toplotne energije	6
Tabela 3: Stroški ELKO v letu 2010 in 2011	8
Tabela 4: Stroški UNP v letu 2010 in 2011	8
Tabela 5: Dejanska in normirana poraba kurilnega olja	9
Tabela 6: Površine sestavnih delov ovojev stavb vojašnice.....	13
Tabela 7: Sestava sten in stropov objektov	14
Tabela 8: Upori proti prehodu toplote skozi stene po objektih	15
Tabela 9: Koeficient toplotne prehodnosti skozi stene po objektih	16
Tabela 10: Specifični transmisijski toplotni tok skozi stene po objektih.....	16
Tabela 11: Specifični transmisijski toplotni tok skozi okna in vrata po objektih	17
Tabela 12: Sestava kritine po objektih	18
Tabela 13: Upori proti prehodu toplote skozi stropne konstrukcije po objektih.....	19
Tabela 14: Koeficient toplotne prehodnosti skozi stropne konstrukcije po objektih .	20
Tabela 15: Specifični transmisijski toplotni tok skozi stropne konstrukcije po objektih.....	20
Tabela 16: Površinske izmere in obsegi talnih konstrukcij objektov	21
Tabela 17: Karakteristične dimenzije tal po objektih.....	22
Tabela 18: Ekvivalentne debeline tal po objektih	22
Tabela 19: : Toplotne prehodnosti skozi talno konstrukcijo po objektih.....	23
Tabela 20: Specifični transmisijski toplotni tok skozi tla po objektih	23
Tabela 21: Skupni specifični transmisijski toplotni tok po objektih.....	24
Tabela 22: Skupni specifični ventilacijski toplotni tok po objektih.....	25
Tabela 23: Skupni specifični toplotni tok po objektih	26
Tabela 24: Povprečna temperatura za Postojno v kurilni sezoni 2010/11	27

Tabela 25: Skupni toplotni tok za pokrivanje toplotnih izgub objektov	27
Tabela 26: Toplotni dobitki po objektih.....	28
Tabela 27: Izračunani celotni toplotni tok za ogrevanje objektov	29
Tabela 28: Normirana dejansko porabljena toplota v kurilni sezoni 2010/2011	33
Tabela 29: Število kurilnih dni in temperaturni primanjkljaj v kurilni sezoni 2010/2011.....	34
Tabela 30: Izračunana toplota brez upoštevanja toplotnih dobitkov	34
Tabela 31: Toplotni dobitki pri varianti 1 in 2.....	35
Tabela 32: Izračunana toplota za kurilno sezono 2010/2011	35
Tabela 33: Letni stroški energentov za ogrevanje.....	42
Tabela 34: Koeficient toplotne prehodnosti skozi stene po objektih	44
Tabela 35: Koeficient toplotne prehodnosti skozi stropo po objektih.....	45
Tabela 36: Znižanje toplotnih izgub za posamezni ukrep.....	47
Tabela 37: Letni prihranek za posamezni ukrep	47
Tabela 38: Ocenjene investicije ukrepov	48
Tabela 39: Višina investicije na prihranjen MWh/leto	49
Tabela 40: Specifična raba toplote za ogrevanje pred in po uvedbi ukrepov	49
Tabela 41: Vračilna doba investicije v ukrep.....	50
Tabela 42: Investicijski stroški prenove kotlovnice.....	52
Tabela 43: Letna potrebna količina lesnih sekancev.....	53
Tabela 44: Letni stroški obratovanja in vzdrževanja prenovljene kotlovnice.....	54
Tabela 45: Letni prihranek stroška energentov pri prenovi kotlovnice	55
Tabela 46: Ekonomski kazalci prenove kotlovnice in ukrepov	59
Tabela 47: Specifične emisije škodljivih snovi za različna goriva	61
Tabela 48: Emisije škodljivih snovi pri vseh variantah	61
Tabela 49: Razlika emisij škodljivih snovi med sedanjim stanjem in vsako varianto	62

1 UVOD

V današnjem času kriz svetovnih razsežnosti vse več držav, ustanov, podjetij razmišlja kaj storiti, da bodo proizvodni stroški, stroški življenja in ostali stroški čim manjši. V tej smeri analiziramo stanje rabe energije in jo racionaliziramo z večjimi ali manjšimi investicijami v spremembo energetskega sistema.

Naloga obravnava izboljšavo rabe energije z investicijskimi predlogi v vojašnici »barona Andreja Čehovina« v Postojni. Vojašnica »bAČ« v Postojni leži ob regionalni cesti št. 409 v smeri Logatec na severnem obrobju Postojne in se razprostira na površini 16 ha. Vsebuje čez 40 objektov, od katerih 12 objektov energetske oskrbuje star, predimenzioniran, potratni energetski sistem. Iztočnica naloge je izboljšava energetske potratnega trenutnega stanja v vojašnici z investicijskimi predlogi, ki bodo zajemali zmanjšanje toplotnih izgub objektov, prenovo kotlovnice in toplovoda s ciljem posodobitve in pocenitve ogrevanja, zmanjševanja negativnih vplivov na okolje. Vsi investicijski predlogi so usklajeni s smernicami odgovorne službe Ministrstva za obrambo, ki izvaja investicijsko vzdrževanje v vojašnici.

Analizirali smo obstoječe stanje oskrbe in rabe energije s stroški, stanje toplotnih izgub po standardu SIST EN ISO 6946, porabo in potrebo toplote za ogrevanje. Podali smo predloge za znižanje toplotnih izgub in ustrezno izbrali vir toplote z upoštevanjem čim večje učinkovitosti rabe energije, ob izkoriščanju vseh možnih lokalnih energetskih virov, vključno z obnovljivimi viri energije ob istočasnem zmanjševanju emisij ter onesnaževanja okolja.

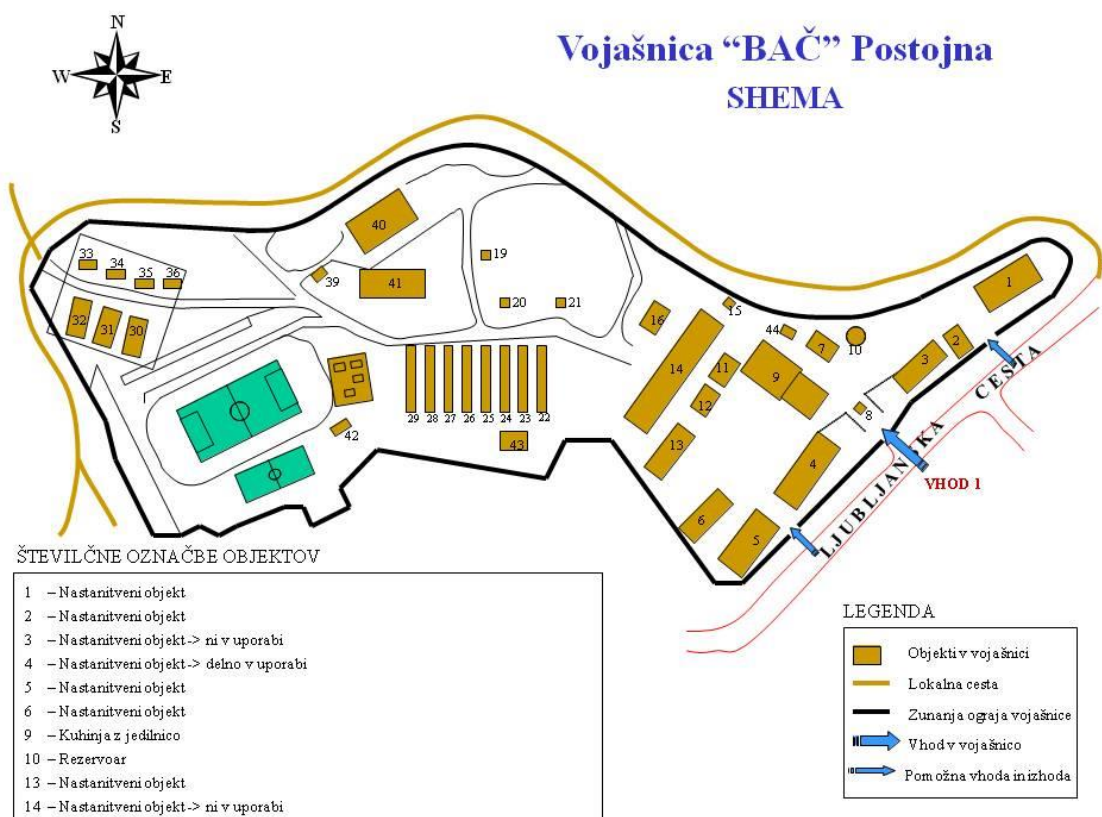
Po izbiri možnih predlogov znižanja toplotnih izgub in energetske oskrbe smo le te predstavili in opredelili kot investicije v celovito izboljšanje energetskega stanja. Ovrednotili smo investicije in učinke predlaganih rešitev. Analiza učinkov zajema energetske, ekonomske in ekološke učinke.

2 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA OBJEKTA

2.1 Predstavitev objekta

Vojašnica »barona Andreja Čehovina« (»bAČ«) v Postojni leži ob regionalni cesti št. 409 v smeri Logatec na severnem obrobju Postojne in se razprostira na površini 16 ha. Od tega je 11 ha travnatih površin, 3 ha parkirišč in poti in 2 ha objektov.

Vojašnica ima 7 nastanitvenih objektov (objekti številka 1, 2, 4, 5, 6, 13 in 14), 4 delavnice (objekt številka 22, 23, 25 in 40), kotlovnico in kuhinjo z jedilnico. Od njih je objekt št. 4 delno v uporabi zaradi načrtovane generalne obnove. Nastanitveni objekt št. 14 ni v uporabi in je v načrtih za celovito obnovo. Poleg teh objektov je v vojašnici še več garaž in skladišč.



Slika 1: Shema objektov vojašnice Postojna (SV EVOJ Postojna, 2013)

V objektih se nahaja 118 pisarn, 4 sejne sobe, 11 učilnic, 21 spalnic in 20 skladišč skupne uporabne površine 20.916 m² in prostornine 80.525 m³ (SV EVOJ Postojna, 2013).



Slika 2: Lokacija vojašnice Postojna (Google Earth, 2011)

Vojašnica »bAČ« v Postojni je ena najstarejših vojašnic Slovenske vojske, saj so jo zgradili leta 1920 za potrebe italijanske kopenske vojske. Po drugi svetovni vojni jo je prevzela Jugoslovanska ljudska armada, po osamosvojitvi Slovenije pa Teritorialna obramba Republike Slovenije, pozneje pa Slovenska vojska (SV). Danes se v vojašnici nahaja Šola za podčastnike SV, center združeno usposabljanje (CZU), enota vojašnice Postojna (EVOJ), 460. artilerijski bataljon SV, 2. četa 17. bataljona vojaške policije, logistična baza in poveljstvo osrednjega vadišča Poček. 21. aprila 2006 je bila vojašnica preimenovana iz Vojašnice Postojna v Vojašnico barona Andreja Čehovina. Namen enot je usposabljanje pripadnikov, logistična podpora enotam na usposabljanju v vojašnici in na bližnjem vadišču slovenske vojske – Počku (Wikipedia, 2014 in SV EVOJ Postojna, 2013).

2.2 Energetski sistem objekta

Energetski sistem v vojašnici je sestavljen iz ogrevalnega in električnega sistema.

2.2.1 Ogrevalni sistem

Ogrevalni sistem vojašnice je sestavljen iz sistemov, ki so oskrbovani s kurilnim oljem (kotlovnica) in utekočinjenim naftnim plinom (delavnice). Skupna instalirana moč ogrevalnih naprav je 7.278 kW. Tabela 1 podaja razporeditev ogrevalnih naprav po objektih v vojašnici.

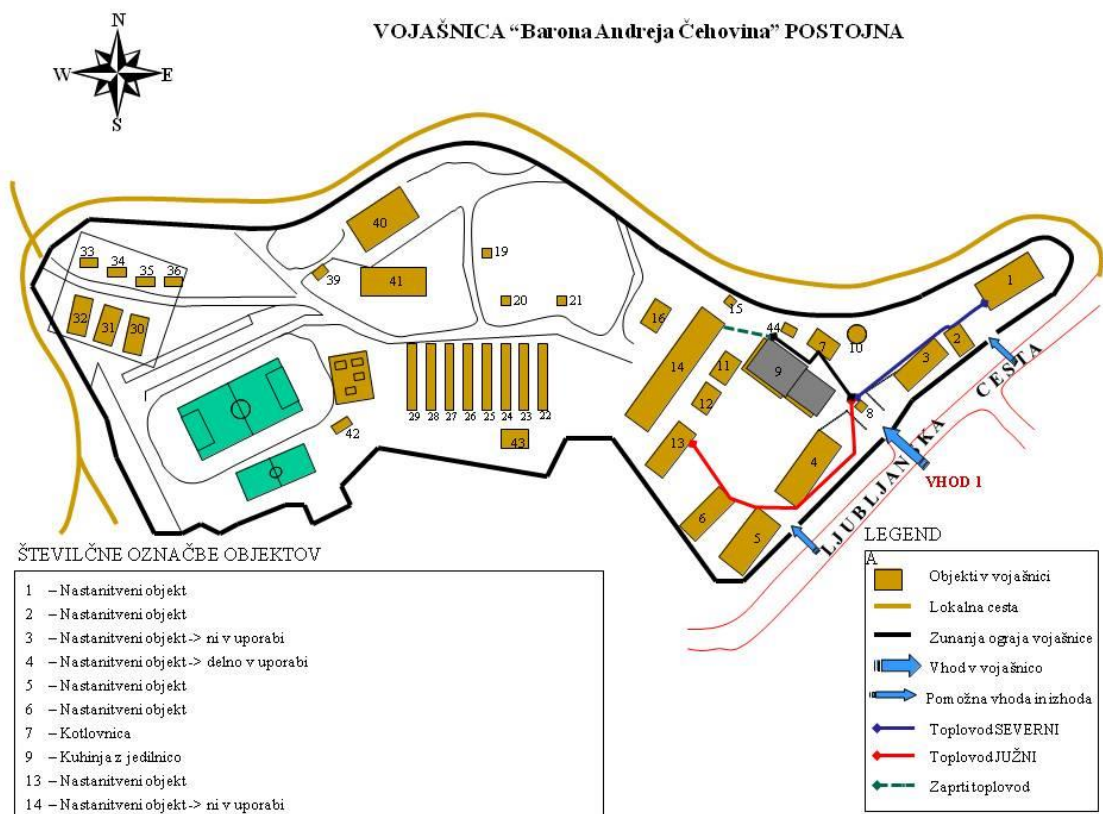
Tabela 1: Razporeditev ogrevalnih naprav po objektih v vojašnici (SV EVOJ Postojna, 2013)

Zap. številka	Številka objekta	Objekt	Naprava	Moč [kW]	Leto izdelave	Moč in proizvajalec naprave
1.	10	Kurilnica	Parni kotel	4.800	1990	2x2.400 EMO Celje
2.	10	Kurilnica	Toplovodni kotel	2.200	2006	Unical
3.	22	Delavnice	Plinski kotel	6	1995	Lomborghini
4.	23	Delavnice	Plinski kotel	68	2011	2x34kW Accorroni
5.	25	Delavnice	Plinski kotel	84	2009	50kW Imergas-Victrix, 34kW Accorroni
6.	40	Delavnice	Plinski kotel	120	2000	2x50kW Fraccaro, 20kW Imergas-Zeus
SKUPAJ				7.278		

a) Ogrevalni sistem s kurilnim oljem (kotlovnica)

Obstoječa kotlovnica ima v sestavi dva parna kotla s po 2.400 kW moči, skupaj 4.800 kW, in en toplovodni kotel moči 2.200 kW, s katerimi zagotavlja toplotno energijo za ogrevanje prostorov, sanitarne tople vode in kuhanja. Zgrajena je bila leta 1987.

Kotlovnica je povezana z objekti z dvema toplovodoma, severnim in južnim. Slika 3 prikazuje lokacijo toplovoda.



Slika 3: Shema toplovoda vojašnice Postojna (SV EVOJ Postojna, 2012)

b) Ogrevalni sistem z utekočinjenim naftnim plinom (delavnice)

Na zahodnem delu vojašnice se nahajajo delavnice do katerih še ni speljan toplovod. Za ogrevanje uporabljajo kotle na utekočinjen naftni plin (UNP) skupne moči 278 kW. Naprave imajo lastne rezervoarje UNP, ki se polnijo po potrebi.

c) Ogrevani objekti

Ogrevani objekti so nastanitveni objekti številka 1, 2, 4 (delno), 5, 6, 9, 13, 14 (ni ogrevan), 22, 23, 25 in 40. V tabelo 2 so vnesene uporabne neto uporabne površine (seštevek etažnih površin) in prostornine vseh objektov.

Tabela 2: Odjemalci toplotne energije (SV EVOJ Postojna, 2013)

Zaporedna številka	Številka objekta	Objekt	Neto uporabna površina [m ²]	Prostornina [m ³]	Ogrevano [DA /NE]
1	1	Ambulanta	2.008	4.871	DA
2	2	Namestitveni	655	2.091	DA
3	4	Namestitveni	2.422	10.414	Delno
4	5	Namestitveni	2.196	9.718	DA
5	6	Namestitveni	2.170	8.244	DA
6	9	Kuhinja	1.906	10.116	DA
7	13	Namestitveni	2.773	9.984	DA
8	14	Namestitveni	4.854	17.137	NE
9	22	Delavnica	495	2.226	DA
10	23	Delavnica	531	1.859	DA
11	25	Delavnica	531	2.124	DA
12	40	Delavnica	376	1.743	DA
SKUPAJ			20.916	80.525	
Trenutno ogrevano			14.124	55.057	

Vsi odjemalci toplotne energije v vojašnici imajo skupaj 20.916 m² neto uporabne površine in 80.525 m³ uporabne prostornine. Ker se objekt številka 4 uporablja samo

delno v pritličju (v uporabi je 1/5 objekta zaradi načrtovane generalne obnove) in ker se objekt številka 14 ne uporablja (v načrtih za celovito obnovo) je trenutna neto uporabna površina 14.124 m² in uporabna prostornina 55.057 m³ (SV EVOJ Postojna, 2013). V analizi porabljene energije za ogrevanje smo upoštevali le tiste objekte, ki se dejansko ogrevajo.

2.2.2 Električni sistem vojašnice

Električni sistem vojašnice ima priklopno moč 318 kW (SV EVOJ Postojna, 2013).

2.3 Stroški za energijo

Stroške za energijo v vojašnici smo določili na podlagi računov dobave v letih 2010 in 2011. Povprečni letni stroški energetskega sistema so bili 268.290 € z DDV (SV EVOJ Postojna, 2013).

2.3.1 Stroški za ogrevanje objektov

Med stroške za ogrevanje objektov štejemo stroške:

- a) Ekstra lahkega kurilnega olja (ELKO),
- b) utekočinjenega naftnega plina (UNP).

Povprečni letni stroški za ogrevanje so bili 223.603 € skupaj z DDV (SV EVOJ Postojna, 2013).

a) Stroški ekstra lahkega kurilnega olja

V tabeli 3 so prikazani stroški (z DDV), količino dostavljenega ekstra lahkega kurilnega olja in ceno energenta v letih 2010 in 2011 po računih dobavitelja.

Tabela 3: Stroški ELKO v letu 2010 in 2011 (SV EVOJ Postojna, 2013)

Leto	Nabava [€]	Nabava [l]	Cena [€/l]
2010	175.543,69	234.058	0,75
2011	217.291,01	233.646	0,93
SKUPAJ	392.834,70	467.704	/
Povprečje na leto	196.417,35	233.852	0,84

b) Stroški utekočinjenega naftnega plina

V tabeli 4 so prikazani stroški in poraba UNP v letih 2010 in 2011 po računih dobavitelja.

Tabela 4: Stroški UNP v letu 2010 in 2011 (SV EVOJ Postojna, 2012)

Leto	Nabava [€]	Nabava [l]	Cena [€/l]
2010	21.646,66	50.252	0,43
2011	31.381,06	52.200	0,60
SKUPAJ	53.027,72	102.452	/
Povprečje na leto	26.513,86	51.226	0,52

2.4 Normirana poraba energentov za ogrevanje

Normirano porabo energentov za ogrevanje objektov v vojašnici smo dobili s korekcijo porabe energentov v letu 2010 in 2011 glede na povprečne temperaturne razmere v Postojni v obdobju zadnjih 20 let. Temperaturni primanjkljaj v kurilni sezoni je definiran kot vsota dnevni razlik med notranjo temperaturo 20 °C in zunanjo povprečno dnevno temperaturo zraka za tiste dni, ko je povprečna dnevna temperatura nižja ali enaka 12 °C (ARSO, 2012).

Temperaturni primanjkljaj za Postojno za leto 2010 znaša 3353 dan K, za leto 2011 pa 3442 dan K. Povprečni temperaturni primanjkljaj za Postojno za obdobje zadnjih 20 let znaša 3403 dan K (ARSO, 2012).

Normiranje smo izvedli tako, da smo temperaturni primanjkljaj za Postojno za obdobje zadnjih 20 let delili s temperaturnim primanjkljajem za Postojno za leto 2010 in pomnožili s dejansko porabo. Rezultat je normirana poraba glede na povprečni temperaturni primanjkljaj zadnjih 20 let.

V tabeli 5 so prikazani dejanska in normirana poraba kurilnega olja in UNP v letih 2010 in 2011.

Tabela 5: Dejanska in normirana poraba kurilnega olja

Leto energent	Nabava [l]	Normirana poraba [l]
2010		
ELKO	234.058	237.549
UNP	50.252	51.001
2011		
ELKO	233.646	230.999
UNP	52.200	51.609
Povprečna letna poraba		
ELKO	233.852	234.274
UNP	51.226	51.305

3 TOPLOTNE IZGUBE OBJEKTOV PO STANDARDU SIST EN ISO 6946

Toplotne izgube delimo na transmisijske in prezračevalne. Transmisijske toplotne izgube objektov se pojavljajo skozi stene, okna in vrata, skozi strop in tla objektov. Prezračevalne toplotne izgube se pojavljajo zaradi izmenjave zraka - prezračevanja. Pri ugotavljanju toplotnih izgub je potrebno upoštevati oblike objektov, vrsto vgrajenega materiala (zgradbo zidov, delež steklenih površin in ostale specifične značilnosti) in način uporabe objektov.

V izračunu po standardu SIST EN ISO 6946 smo zajeli toplotne izgube namestitvenih objektov, ki so se ogrevali v kurilni sezoni 2010/2011 in toplotne izgube namestitvenih objektov, ki naj bi se ogrevali v prihodnosti, kot načrtuje odgovorna služba Ministrstva za obrambo. Navedena služba, ki izvaja investicijsko vzdrževanje v vojašnici načrtuje povečanje namestitvenih kapacitet z obnovo objekta številka 4 in 14. Obnova objekta številka 4 naj bi pričela v letu 2014 in obnova objekta številka 14 pa v letu 2018. Zaradi gospodarske krize se bosta obnovi prestavili v finančno primernejši čas. Vzporedno s povečanjem namestitvenih kapacitet v vojašnici se načrtuje tudi obnova kotlovnice.

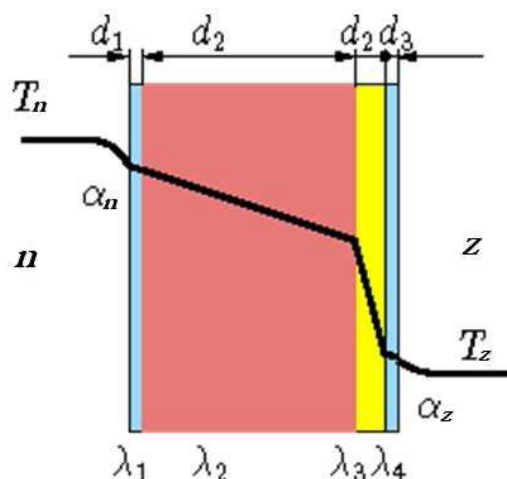
Glede na smernice investicijskega vzdrževanja smo pri izračunih toplotnih izgub upoštevati dve varianti:

- **varianta 1** - sedanje stanje objektov brez povečanja namestitvenih kapacitet in
- **varianta 2** - stanje objektov s povečanjem namestitvenih kapacitet.

3.1 Transmisijske toplote izgube

Transmisijske toplotne izgube potekajo s prehodom toplote skozi stene zgradbe zaradi temperaturne razlike med toplim notranjim zrakom v prostoru in hladnim zunanjim zrakom v smeri nižje temperature. Prehod poteka s prevodom (kondukcijo), s prestopom (konvekcijo) in s sevanjem (radiacijo).

Prehod toplote poteka najprej s prestopom toplote iz zraka na trdo snov (omet), nato s prevodnostjo materialov (omet, opeka, izolacija, omet) in nato ponovno s prestopom iz trde snovi na zrak. Slika 4 prikazuje prehod (prestop + prevod + prestop) toplote skozi sestavljeno steno.



Slika 4: Prehod toplote skozi sestavljeno steno (Kos, 1996)

Prehod toplote skozi steno je toplotna izguba, ki je odvisna od toplotne prestopnosti α (odvisna od površine in hitrosti zraka, ki to površino obliva, podatki so določeni eksperimentalno), od toplotne prevodnosti λ (snovna lastnost materiala dobljena z meritvami po standardiziranih postopkih), od debeline materiala d (skozi katerega prehaja toplota) in od temperaturne razlike $T_n - T_z$ (slika 4).

Prehod toplote skozi stene zgradbe opisuje enačba (1):

$$\Phi = \frac{A \cdot (T_n - T_z)}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_z}} \quad (1)$$

- A ...površina stene zgradbe
- T_n ...notranja temperatura
- T_z ...zunanja temperatura
- α_n ... toplotna prestopnost na notranji strani stene
- d_1 ... debelina ometa
- λ_1 ... toplotna prevodnost ometa
- d_2 ... debelina materiala, opeke

λ_2	... toplotna prevodnost materiala, opeke
d_3	... debelina izolacije
λ_3	... toplotna prevodnost izolacije
d_4	... debelina ometa
λ_4	... toplotna prevodnost ometa
α_z	... toplotna prestopnost na zunanji strani stene

3.1.1 Izračun toplotnih izgub objektov z elementi standarda SIST EN ISO 6946

Transmisijske toplotne izgube smo izračunali po standardu SIST EN ISO 6946. Standard opredeljuje toplotne prehodnosti homogenih gradbenih konstrukcij. Izračun toplotnih izgub smo opravili po objektih in jih kasneje združili v celoto.

V tabeli 6 so prikazane površine sestavnih delov ovojev stavb, ki smo jih analizirali v varianti 1 in 2.

Tabela 6: Površine sestavnih delov ovojev stavb vojašnice

Številka a objekta Varianta	Površina [m ²]					
	Zunanje stene	Zunanje stene brez oken in vrat	Okna in vrata	Streha	Tloris	Uporabna površina (seštevek etaž)
1	1.665,0	1.206,8	458,2	1.350,0	1.003,9	2.007,8
2	513,8	462,6	51,2	395,0	327,4	654,8
4						
V1	473,4	398,9	74,5	250,0	203,0	484,4
V2	2.367,0	1.994,6	372,4	1.250,0	1.015,0	2.421,8
5	2.025,0	1.746,3	278,7	1.050,0	906,0	2.196,0
6	2.220,0	1.948,4	271,6	1.080,0	723,2	2.169,7
9	1.640,0	1.396,7	243,3	2.500,0	2.279,0	1.905,6
13	1.760,2	1.329,4	430,8	1.310,0	924,4	2.773,3
14						
V1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V2	3.665,2	3.233,0	432,2	2.300,0	1.930,0	4.854,0
22	532,0	452,9	79,1	660,0	580,8	494,6
23	490,0	401,8	88,2	660,0	600,0	531,0
25	560,0	462,8	97,2	660,0	600,0	531,0
40	396,0	228,2	167,8	400,0	392,0	376,0
SKUPAJ						
V1	12.275,4	10.034,7	2.240,7	10.315,0	8.539,8	14.124,3
V2	17.834,2	14.863,4	2.970,8	13.615,0	11.281,8	20.915,7

V tabeli 7 je prikazana sestava sten in stropov objektov v vojašnici.

Tabela 7: Sestava sten in stropov objektov

Številka objekta	Sestava - material, debelina							
	Zunanje stene				Strop			
	Debelina [m]	Material	Toplotna prevodnost λ [W/mK]	Debelina izolacije [m]	Debelina [m]	Material	Toplotna prevodnost λ [W/mK]	Debelina izolacije [m]
1	0,40	opeka	0,76	0,10	0,2	les	0,14	0,1
2	0,40	opeka	0,76	0,05	0,2	les	0,14	0,1
4	0,60	kamen, malta	3,50	0,00	0,2	les	0,14	0,1
5	0,60	kamen, malta	3,50	0,00	0,2	les	0,14	0,1
6	0,40	opeka	0,76	0,05	0,2	les	0,14	0,1
9	0,40	opeka	0,76	0,10	0,2	les	0,14	0,1
13	0,40	opeka	0,76	0,05	0,2	les	0,14	0,1
14	0,60	kamen, malta	3,50	0,00	0,2	les	0,14	0,1
22	0,40	opeka	0,76	0,00	0,2	les	0,14	0,1
23	0,40	opeka	0,76	0,00	0,2	les	0,14	0,1
25	0,40	opeka	0,76	0,05	0,2	les	0,14	0,1
40	0,005	pločevina	53,50	0,10	0,005	pločevina	53,50	0,1

3.1.1.1 Izračun toplotnih izgub skozi stene objektov

Za izračun upora proti prehodu toplote skozi stene smo uporabili enačbo (2):

$$\sum R_{stene} = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{d_{omet}}{\lambda_{omet}} + \frac{d_{opeka}}{\lambda_{opeka}} + \frac{d_{izolacija}}{\lambda_{izolacija}} + \frac{d_{omet}}{\lambda_{omet}} + \frac{1}{\alpha_z} \quad (2)$$

V enačbo smo vstavili:

α_n ... toplotna prestopnost na notranji strani stene (7,7 W/m²K)

d_{omet} ... debelina ometa (0,025m)

λ_{omet} ... toplotna prevodnost ometa (0,99 W/mK)

d_{opeka} ... debelina materiala (tabela 7)

λ_{opeka} ... toplotna prevodnost materiala (tabela 7)

$d_{izolacija}$... debelina izolacije (tabela 7)

$\lambda_{izolacija}$... toplotna prevodnost izolacije (0,041 W/mK)

α_z ... toplotna prestopnost na zunanji strani stene (25 W/m²K)

Izračunani rezultati so prikazani v tabeli 8.

Tabela 8: Upori proti prehodu toplote skozi stene po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
ΣR_{stene} [m ² K/W]	3,16	1,94	0,37	0,37	1,94	3,16	1,94	0,37	0,72	0,72	1,94	2,63

Za izračun koeficienta toplotne prehodnosti skozi stene smo uporabili enačbo (3):

$$U_{stene} = \frac{1}{\Sigma R_{stene}} \quad (3)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

ΣR_{stene} ... upor proti prehodu toplote skozi stene (tabela 8)

Iz enačbe (3) smo dobili rezultate, ki so prikazani v tabeli 9.

Tabela 9: Koeficient toplotne prehodnosti skozi stene po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
U_{stene} [W/m ² K]	0,32	0,52	2,73	2,73	0,52	0,32	0,52	2,73	1,39	1,39	0,52	0,38

Za izračun specifičnega transmisijskega toplotnega toka skozi stene smo uporabili enačbo (4):

$$H_{stene} = A_{stene} \cdot U_{stene} \quad (4)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

A_{stene} ... površina sten brez oken in vrat (tabela 6)

U_{stene} ... koeficient toplotne prehodnosti skozi stene (tabela 9)

Rezultati izračunani iz enačbe (4) so prikazani v tabeli 10.

Tabela 10: Specifični transmisijski toplotni tok skozi stene po objektih

	H_{stene} [W/K]											
Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
Varianta1	382	238	1.088	4.764	1.004	442	685	0	628	557	238	87
Varianta2	382	238	5.441	4.764	1.004	442	684,91	8.820	628	557	238	87

Skupni specifični transmisijski toplotni tok skozi stene pri varianti 1 je $H_{stene} = 10.113$ W/K, pri varianti 2 pa 23.286 W/K.

3.1.1.2 Izračun toplotnih izgub skozi okna in vrata objektov

Pri izračunu toplotnih izgub skozi okna smo pridodali tudi vrata, saj so vsa vrata objektov iz velikih steklenih površin, podobna velikim oknom.

Za izračun specifičnega transmisijskega toplotnega toka skozi okna in vrata smo uporabili enačbo (5):

$$H_{okna} = A_{okna} \cdot U_{okna} \quad (5)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

A_{okna} ... površina oken in vrat (tabela 6)

U_{okna} ... koeficient toplotne prehodnosti skozi okna in vrata (3,5 W/m²K)

Koeficient toplotne prehodnosti skozi okna in vrata smo izbrali 3,5 W/m²K, ker imajo objekti stara lesena škatlasta okna in vrata.

V varianti 2 smo upoštevali za obnovljeni objekt številka 4 in 14 koeficient toplotne prehodnosti skozi okna in vrata 1,1 W/m²K.

Iz enačbe (5) smo dobili rezultate, ki so prikazani v tabeli 11.

Tabela 11: Specifični transmisijski toplotni tok skozi okna in vrata po objektih

Objekti	H_{okna} [W/K]											
	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
Varianta1	1.604	179	261	975	951	852	1.508	0	277	309	340	587
Varianta2	1.604	179	410	975	951	852	1.508	475	277	309	340	587

Skupni specifični transmisijski toplotni tok skozi okna in vrata pri varianti 1 je $H_{okna} = 7.842$ W/K, pri varianti 2 pa 8.467 W/K.

3.1.1.3 Izračun toplotnih izgub skozi stropne konstrukcije

Stropovi objektov so sestave iz materialov in dimenzij kot prikazuje tabela 2 in 7. Njihova oblika je klasična streha, ki je izolirana stropno in ne strešno. Vsi objekti imajo podobne strehe razen objekta številka 40.

Tabela 12: Sestava kritine po objektih

Številka objekta	Kritina		
	Debelina [m]	Material	Toplotna prevodnost λ [W/mK]
1	0,007	valovitka	0,56
2	0,007	valovitka	0,56
4	0,025	bramac	1,50
5	0,025	bramac	1,50
6	0,007	valovitka	0,56
9	0,007	valovitka	0,56
13	0,007	valovitka	0,56
14	0,007	valovitka	0,56
22	0,025	bramac	1,50
23	0,025	bramac	1,50
25	0,025	bramac	1,50
40	0,005	pločevina	53,50

Za izračun upora proti prehodu toplote skozi stropne konstrukcije smo uporabili enačbo (6):

$$\sum R_{stropa} = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{d_{omet}}{\lambda_{omet}} + \frac{d_{konstrukcije}}{\lambda_{konstrukcije}} + \frac{d_{izolacija}}{\lambda_{izolacija}} + \frac{d_{kritine}}{\lambda_{kritine}} + \frac{1}{\alpha_z} \quad (6)$$

V enačbo (6) smo vstavili:

- α_n ... toplotna prestopnost na notranji strani stene (10 W/m²K) (Arkar, 2012)
- d_{omet} ... debelina ometa (0,025m)
- λ_{omet} ... toplotna prevodnost ometa (0,99 W/mK)
- $d_{konstrukcije}$... debelina konstrukcije (tabela 12)
- λ_{opeka} ... toplotna prevodnost konstrukcije (tabela 12)
- $d_{izolacija}$... debelina izolacije (tabela 12)
- $\lambda_{izolacija}$... toplotna prevodnost izolacije (0,041 W/mK)
- $d_{kritine}$... debelina kritine (tabela 12)
- $\lambda_{kritine}$... toplotna prevodnost kritine (tabela 172)
- α_z ... toplotna prestopnost na zunanji strani stene (25 W/m²K) (Arkar, 2012)

Rezultati enačbe (6) so prikazani v tabeli 13.

Tabela 13: Upori proti prehodu toplote skozi stropne konstrukcije po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
ΣR_{stropa} [m ² K/W]	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	2,6

Za izračun koeficienta toplotne prehodnosti skozi stropne konstrukcije smo uporabili enačbo (7):

$$U_{stene} = \frac{1}{\Sigma R_{stropa}} \quad (7)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

- ΣR_{stropa} ... upor proti prehodu toplote skozi stene (tabela 13)

Rezultati enačbe (7) so prikazani v tabeli 14.

Tabela 14: Koeficient toplotne prehodnosti skozi stropne konstrukcije po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	14	22	23	25	40
U_{stropa} [W/m ² K]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,38

Za izračun specifičnega transmisijskega toplotnega toka skozi stropne konstrukcije smo uporabili enačbo (8):

$$H_{\text{stropa}} = A_{\text{stropa}} \cdot U_{\text{stropa}} \quad (8)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

A_{stropa} ... površina stropa (tabela 6)

U_{stropa} ... koeficient toplotne prehodnosti skozi strop (tabela 14)

Iz enačbe (8) smo dobili rezultate, ki so prikazani v tabeli 15.

Tabela 15: Specifični transmisijski toplotni tok skozi stropne konstrukcije po objektih

	H_{stropa} [W/K]												
Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40	
Varianta1	334	98	62	259	267	618	324	0	163	163	163	154	
Varianta2	334	98	309	259	267	618	323,83	569	163	163	163	154	

Skupni specifični transmisijski toplotni tok skozi stropne konstrukcije pri varianti 1 je $H_{\text{stropa}} = 2.604$ W/K, pri varianti 2 pa 3.419 W/K.

3.1.1.4 Izračun toplotnih izgub skozi tla objektov

Tla objektov so iz betona debeline od 0,2 do 0,3 m. Pod betonom je pesek brez toplotne izolacije. Za izračun toplotne prehodnosti talne konstrukcije moramo predhodno določiti dva parametra: karakteristično dimenzijo tal in ekvivalentno debelino tal.

Za izračun karakteristične dimenzije tal smo uporabili enačbo (9):

$$B' = \frac{A_{\text{tal}}}{\frac{1}{2}P} \quad (9)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

A_{tal} ... površina talne konstrukcije (tabela 16)

P ... obseg talne konstrukcije (tabela 16)

Tabela 16 prikazuje površinske izmere in obsege talnih konstrukcij objektov pri varianti 1 in 2.

Tabela 16: Površinske izmere in obsegi talnih konstrukcij objektov

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
A_{tal} [m ²]	1.004	327	203 1.015	969	956	1.905	924	0 2.127	494	494	494	376
P [m]	185	73,4	31,6 157,8	135	148	205	135,4	0 261,8	140	140	140	79,2

Rezultati iz enačbe (9) so prikazani v tabeli 17.

Tabela 17: Karakteristične dimenzije tal po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
B' [m]	10,9	8,9	12,9	13,4	9,8	22,2	13,7	0 14,7	8,3	8,6	8,6	9,9

Za izračun ekvivalentne debeline tal smo uporabili enačbo (10):

$$d_{tal} = w + \lambda \cdot (R_{cm} + R_{\lambda f} + R_{\alpha z}) \quad (10)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

w ...debelina zidu nad nivojem zemlje (tabela 7)

λ ...toplotna prevodnost talnega betona (2 W/mK, (Arkar, 2012))

R_{cm} ...toplotna upornost prestopa toplote na notranji strani (0,17 m²K/W)

$R_{\lambda f}$...toplotna upornost prevoda toplote skozi talno konstrukcijo
(0,1 m²K/W, (Arkar, 2012))

$R_{\alpha z}$...toplotna upornost prestopa toplote na zunanji strani (0,04 m²K/W)

Rezultate ekvivalentne debeline tal prikazuje tabela 18.

Tabela 18: Ekvivalentne debeline tal po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
d_{tal} [m]	1,02	1,02	1,22	1,22	1,02	1,02	1,02	1,22	1,02	1,02	1,02	0,63

Za izračun koeficienta toplotne prehodnosti skozi talno konstrukcijo smo uporabili

enačbo (11):

$$U_{tal} = \frac{2\lambda}{\pi \cdot B + d_{tal}} \cdot \ln\left(\frac{\pi \cdot B}{d_{tal}} + 1\right) \quad (11)$$

V enačbo (11) smo vstavili podatke:

λ ...toplotna prevodnost talnega betona (2 W/mK)

B' ...karakteristična dimenzija tal (tabela 17)

d_{tal} ...ekvivalentna debelina tal (tabela 18)

Rezultate izračuna koeficienta toplotne prehodnosti skozi talno konstrukcijo, prikazuje tabela 19.

Tabela 19: : Toplotne prehodnosti skozi talno konstrukcijo po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
U_{tal} [W/m ² K]	0,4	0,46	0,34	0,33	0,43	0,24	0,34	0 0,31	0,48	0,47	0,47	0,5

Za izračun specifičnega transmisijskega toplotnega toka skozi tla smo uporabili enačbo (12):

$$H_{tal} = A_{tal} \cdot U_{tal} \quad (12)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

A_{tla} ... površina tla (tabela 16)

U_{tla} ... koeficient toplotne prehodnosti skozi tla (tabela 19)

Iz enačbe (12) smo dobili rezultate, ki so prikazani v tabeli 20.

Tabela 20: Specifični transmisijski toplotni tok skozi tla po objektih

	H_{tla} [W/K]											
Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
Varianta1	405	151	69	298	313	545	317	0	281	284	284	194
Varianta2	405	151	344	298	313	545	317	595	281	284	284	194

Skupni specifični transmisijski toplotni tok skozi tla pri varianti 1 je $H_{tla} = 3.142$ W/K, pri varianti 2 pa 4.012 W/K.

3.1.1.5 Izračun skupnih specifičnih transmisijskih toplotnih tokov po objektih

Skupni specifični transmisijski toplotni tok objekta je vsota toplotnih tokov skozi stene, okna, vrata, strop in tla.

Izračunali smo ga po enačbi (13):

$$H_T = H_{sten} + H_{oken} + H_{stropa} + H_{tal} \quad (13)$$

V enačbo smo vstavili izračunane vrednosti:

H_{stene} ... specifični transmisijski toplotni tok skozi stene (tabela 10)

H_{oken} ... specifični transmisijski toplotni tok skozi okna in vrata (tabela 11)

H_{stropa} ... specifični transmisijski toplotni tok skozi strop (tabela 15)

H_{tal} ... specifični transmisijski toplotni tok skozi tla (tabela 20)

Rezultati iz enačbe (13) so prikazani v tabeli 21.

Tabela 21: Skupni specifični transmisijski toplotni tok po objektih

Objekti	H_T [W/K]											
	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
Varianta1	2.724	666	1.480	6.297	2.535	2.457	2.833	0	1.349	1.313	1.026	1.022
Varianta2	2.724	666	6.504	6.297	2.535	2.457	2.833	10.459	1.349	1.313	1.026	1.022

Skupni specifični transmisijski toplotni tok pri varianti 1 je $H_T = 23.701$ W/K, pri varianti 2 pa $H_T = 39.184$ W/K.

3.2 Ventilacijske toplotne izgube

Ventilacijske toplotne izgube zaradi prezračevanja, izmenjave zraka, je zelo težko natančno predvideti. Te izgube lahko precej odstopajo od predvidenih in lahko imajo zaradi tega velik vpliv na rabo energije v stavbi. Za izračun se upošteva urna

izmenjava notranjega zraka z zunanjim, računana na neto ogrevano prostornino stavbe, ki znaša za stanovanjske stavbe najmanj $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ (Ur. list RS, št.77/2009).

V našem primeru smo izbrali urno izmenjavo zraka $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

Ventilacijske toplotne izgube določa specifični ventilacijski toplotni tok - H_V .

Specifični toplotni tok zaradi ventilacije smo računali po enačbi (14) (SIST EN ISO 6946, 1996):

$$H_V = 0,34 \cdot n \cdot V \quad (14)$$

n ... koeficient izmenjave notranjega zraka z zunanjim ($0,5 \text{ h}^{-1}$)

V ... volumen objekta (tabela 2)

Rezultati specifičnih ventilacijskih toplotnih tokov so prikazani v tabeli 22.

Tabela 22: Skupni specifični ventilacijski toplotni tok po objektih

Objekti	H_V [W/K]											
	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
Varianta1	828	355	354	1.652	1.401	1.720	1.697	0	378	316	361	296
Varianta2	828	355	1.770	1.652	1.401	1.720	1.697	2.913	378	316	361	296

Skupni specifični ventilacijski toplotni tok pri varianti 1 je $H_V = 9.360 \text{ W/K}$, pri varianti 2 pa $H_V = 13.689 \text{ W/K}$.

3.3 Skupni specifični toplotni tok za pokrivanje toplotnih izgub objektov

Skupne toplotne izgube določa skupni specifični toplotni tok – H_{skupni} [W/K], ki nam pove, koliko toplote izgubimo iz objektov pri temperaturni razliki 1K.

Skupni specifični toplotni tok objektov smo izračunali po enačbi (15):

$$H_{\text{skupni}} = H_T + H_V \quad (15)$$

V enačbo (15) smo vstavili podatke:

H_T ... skupni specifični transmisijski toplotni tok (tabela 21)

H_V ... skupni specifični ventilacijski toplotni tok (tabela 22)

Rezultati skupnega specifičnega toplotnega toka so prikazani v tabeli 23.

Tabela 23: Skupni specifični toplotni tok po objektih

Objekti	H_{skupni} [W/K]											
	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
Varianta1	3.552	1.022	1.834	7.949	3.936	4.177	4.531	0	1.727	1.629	1.387	1.318
Varianta2	3.552	1.022	8.274	7.949	3.936	4.177	4.531	13.372	1.727	1.629	1.387	1.318

Skupni specifični toplotni tok namestitvenih objektov v vojašnici pri varianti 1 je $H_{skupni} = 33.060,4$ W/K, pri varianti 2 pa $52.873,1$ W/K.

3.4 Skupni toplotni tok za pokrivanje toplotnih izgub objektov

Skupni toplotni tok za pokrivanje toplotnih izgub objektov smo izračunali kot zmnožek skupnega specifičnega toplotnega toka objektov (transmisijskega in ventilacijskega) in razlike temperatur med notranjostjo in zunanostjo objekta, z upoštevanjem povprečne mesečne zunanje temperature v kurilni sezoni. V našem primeru smo vzeli kurilno sezono 2010/2011 (ARSO, 2012).

Kurilna sezona 2010/2011 je trajala 262 dni, od 01.09.2010 do 20.05.2011. Trajanje kurilne sezone je število dni med začetkom in koncem kurilne sezone. Začetek kurilne sezone določimo tako, da poiščemo, kdaj je bila zunanja temperatura zraka ob 21. uri prvič v drugi polovici leta tri dni zapored nižja ali enaka $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Naslednji dan je začetek kurilne sezone. Kurilna sezona se konča takrat, ko je zunanja temperatura ob 21. uri v treh zaporednih dneh večja od $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ in po tem datumu v prvi polovici obravnavanega leta ni več treh zaporednih dni, ko bi se temperatura ponovno znižala na $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ali manj (ARSO, 2012).

Povprečno mesečno temperaturo za Postojno v kurilni sezoni 2010/11 smo dobili na spletnih straneh Agencije Republike Slovenije za okolje in jo prikazuje tabela 24.

Tabela 24: Povprečna temperatura za Postojno v kurilni sezoni 2010/11

Mesec	sep 2010	okt 2010	nov 2010	dec 2010	jan 2011	feb 2011	mar 2011	apr 2011	maj 2011
T_{povp} [°C]	13,3	8,6	6,9	0,0	0,8	0,3	4,9	10,5	14,5

Skupni toplotni tok za pokrivanje toplotnih izgub objektov smo računali po enačbi (16):

$$\dot{Q}_{\text{izg}} = H_{\text{skupni}} \cdot (T_n - T_z) \quad (16)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

H_{skupni} ...skupni specifični toplotni tok objektov (tabela 23)

T_n ...notranja temperatura (20 °C)

T_z ...povprečna zunanja mesečna temperatura v kurilni sezoni (tabela 24)

Iz enačbe (16) smo dobili rezultate, ki so prikazani v tabeli 25.

Tabela 25: Skupni toplotni tok za pokrivanje toplotnih izgub objektov

	\dot{Q}_{izg} [kW]								
Mesec	sep 2010	okt 2010	nov 2010	dec 2010	jan 2011	feb 2011	mar 2011	apr 2011	maj 2011
Varianta1	221,5	376,9	433,1	661,2	634,8	651,3	499,2	314,1	181,8
Varianta2	354,2	602,8	692,6	1.057,5	1.015,2	1.041,6	798,4	502,3	290,8

Skupni toplotni tok namestitvenih objektov v vojašnici pri varianti 1 je $\dot{Q}_{izg} = 3.973,9 \text{ kW}$, pri varianti 2 pa $6.355,3 \text{ kW}$.

3.5 Toplotni dobitki objektov

Toplotni dobitki objektov so notranji toplotni dobitki od ljudi, naprav in svetil, sanitarne in odpadne vode, ter dobitki s sončnim sevanjem skozi okna in ostale zunanje površine objektov. Po standardu SIST EN ISO 6946 zanaša povprečna priporočena vrednost 5 W na kvadratni meter površine prostora oz. neto uporabne površine (seštevka etaž) objekta.

$$\dot{Q}_{dob} = A_{tal\ cel} \cdot 5 \text{ W/m}^2 \quad (17)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

$A_{tal\ cel}$...celotna neto uporabna površina vseh analiziranih objektov v vojašnici (tabela 2)

Rezultati enačbe (17) so prikazani v tabeli 26.

Tabela 26: Toplotni dobitki po objektih

	$\dot{Q}_{dob} \text{ [kW]}$											
Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
Varianta1	10,04	3,27	2,42	10,98	10,85	9,53	13,87	0,00	2,47	2,66	2,66	1,88
Varianta2	10,04	3,27	12,11	10,98	10,85	9,53	13,87	24,27	2,47	2,66	2,66	1,88

Skupni toplotni dobitki namestitvenih objektov v vojašnici pri varianti 1 je $\dot{Q}_{dob} = 70,62 \text{ kW}$ pri varianti 2 pa $104,58 \text{ kW}$.

3.6 Bilanca toplotnih tokov za ogrevanje objektov

Izračunani celotni toplotni tok za ogrevanje objektov v vojašnici smo izračunali tako, da od toplotnega toka za pokrivanje toplotnih izgub odštejemo toplotne dobitke objektov.

$$\dot{Q}_{\text{cel}} = \dot{Q}_{\text{izg}} - \dot{Q}_{\text{dob}} \quad (18)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

\dot{Q}_{izg} ...skupni toplotni tok toplotnih izgub objektov (tabela 25)

\dot{Q}_{dob} ...toplotni dobitki objektov po standardu EN ISO 6946 (tabela 26)

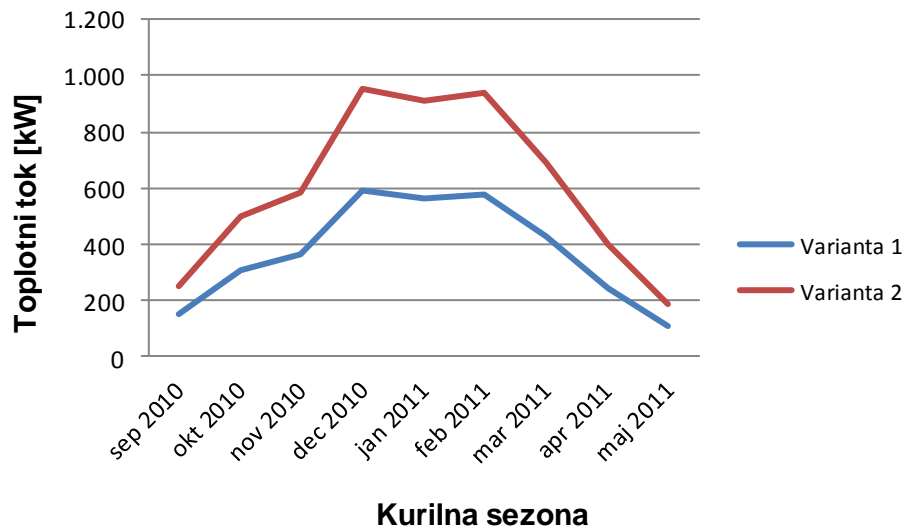
Iz enačbe (18) smo dobili rezultate izračunanega celotnega toplotnega toka za ogrevanje objektov v vojašnici po mesecih v kurilni sezoni 2010/2011, ki so prikazani v tabeli 27.

Tabela 27: Izračunani celotni toplotni tok za ogrevanje objektov

Mesec	\dot{Q}_{cel} [kW]								
	sep 2010	okt 2010	nov 2010	dec 2010	jan 2011	feb 2011	mar 2011	apr 2011	maj 2011
Varianta1	150,9	306,3	362,5	590,6	564,1	580,7	428,6	243,5	111,2
Varianta2	249,7	498,2	588,1	952,9	910,6	937,0	693,8	397,7	186,2

Skupni izračunani celotni toplotni tok za ogrevanje objektov v vojašnici pri varianti 1 je $\dot{Q}_{\text{cel}} = 3.338,3$ kW, pri varianti 2 pa $5.414,1$ kW.

Slika 5 grafično prikazuje izračunani toplotni tok za ogrevanje namestitvenih objektov v vojašnici v kurilni sezoni 2010/2011 pri varianti 1 in 2.



Slika 5: Izračunani toplotni tok za ogrevanje objektov v kurilni sezoni 2010/11

V primeru, da imamo zunanjo temperaturo -30°C se nam toplotni tok dvigne pri varianti 1 na 1.582,4 kW in pri varianti 2 na 2.539,1 kW, kar je potrebno upoštevati pri določitvi potrebne moči kotlovnice.

4 ANALIZA IZRAČUNANE IN PORABLJENE TOPLOTE ZA OGREVANJE

V tem poglavju smo izračunano toploto po SIST ISO 6949 primerjali z dejansko porabljeno toploto določeno po računih nabavljenih energentov v sezoni 2010/2011 določenih v poglavju 2.4. Primerjavo oz. analizo smo uporabili zgolj za potrditev gradbene fizike objektov, izračunane po standardu SIST EN ISO 6946. To analizo lahko izvedemo samo pri varianti 1, ker varianta 1 ustreza pogojem dejanskega stanja ogrevanja v kurilni sezoni 2010/2011. Za izračun izračunane toplote za ogrevanje objektov smo uporabili statistične meteorološke podatke za Postojno in izračunani celotni toplotni tok za ogrevanje nastanitvenih objektov pri varianti 1 (določeno v poglavju 3.6).

4.1 Dejansko porabljena toplota za ogrevanje objektov

Normirano dejansko porabo toplote za ogrevanje objektov v vojašnici smo izračunali na podlagi normirane porabe energentov za ogrevanje objektov (poglavje 2.4).

4.1.1 Toplota pridobljena s kurilnim oljem

Toplotno energijo pridobljeno z ekstra lahkim kurilnim oljem (ELKO) smo izračunali kot zmnožek količine letne normirane porabe ELKO, kurilne vrednost ELKO in izkoristka peči po enačbi (20).

$$Q_{ELKO} = V_{ELKO} \cdot H_{ELKO} \cdot \eta_{peč} \quad (20)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

V_{ELKO} ... volumen letne normirane porabe kurilnega olja (tabela 5)

H_{ELKO} ... spodnja kurilna vrednost ekstra lahkega kurilnega olja (10,08 kWh/l) (Ekstra lahko kurilno olje v gospodarstvu, 2013)

$\eta_{peč}$... izkoristek peči (SV EVOJ Postojna, 2013)

$$Q_{ELKO} = 234.274 \cdot 10,08 \text{ kWh/l} \cdot 0,931 = 2.198,54 \text{ MWh}$$

Iz enačbe (20) smo dobili toploto 2.198,54 MWh, ki je bila pridobljena z ekstra lahkim kurilnim oljem za ogrevanje v kurilni sezoni 2010/2011.

4.1.2 Toplota pridobljena z utekočinjenim naftnim plinom

Toplotno energijo pridobljeno z utekočinjenim naftnim plinom (UNP) smo izračunali kot zmnožek volumna letne normirane porabe UNP, kurilne vrednosti UNP in izkoristka peči po enačbi (21).

$$Q_{\text{UNP}} = V_{\text{UNP}} \cdot H_{\text{UNP}} \cdot \eta_{\text{peč}} \quad (21)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

V_{UNP} ... volumen letne normirane porabe UNP (tabela 5)

H_{UNP} ... kurilna vrednost UNP (7,4 kWh/l) (Ekstra lahko kurilno olje v gospodarstvu, 2013)

$\eta_{\text{peč}}$... izkoristek peči (SV EVOJ Postojna, 2013)

$$Q_{\text{UNP}} = 51.305 \cdot 7,4 \text{ kWh/l} \cdot 0,953 = 361,81 \text{ MWh}$$

Iz enačbe (21) smo dobili toploto 361,81 MWh, ki je bila pridobljena z utekočinjenim naftnim plinom za ogrevanje v kurilni sezoni 2010/2011.

4.1.3 Normirana dejansko porabljena toplota za ogrevanje objektov

Izračun normirane dejanske porabljene toplote za ogrevanje objektov je vsota toplote pridobljene s kurilnim oljem, toplote pridobljene z utekočinjenim naftnim plinom in upoštevanjem izkoristka ogrevalnega sistema. Izračunali smo jo po enačbi (22).

$$Q_{\text{dej}} = (Q_{\text{ELKO}} + Q_{\text{UNP}}) \cdot \eta_{\text{sist}} \quad (22)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

Q_{ELKO} ... toplota pridobljena s kurilnim oljem (poglavje 4.1.1)

Q_{UNP} ... toplota pridobljena z utekočinjenim naftnim plinom (poglavje 4.1.2)

η_{sist} ... izkoristek ogrevalnega sistema (SV EVOJ Postojna, 2013)

$$Q_{\text{dej}} = (2.198,54 \text{ MWh} + 361,81 \text{ MWh}) \cdot 0,90 = 2.304,31 \text{ MWh}$$

Iz enačbe (22) smo dobili toploto 2.304,31 MWh, ki je bila normirana dejansko porabljena toplota za ogrevanje objektov.

Normirano dejansko porabljena toplota v kurilni sezoni 2010/2011 je prikazana v tabeli 28.

Tabela 28: Normirana dejansko porabljena toplota v kurilni sezoni 2010/2011

Mesec	sep 2010	okt 2010	nov 2010	dec 2010	jan 2011	feb 2011	mar 2011	apr 2011	maj 2011
Q _{dej} [MWh]	36	220,5	267,5	429,9	433,3	402,3	308,4	153,2	53,2

4.2 Po standardu SIST EN ISO 6946 izračunana toplota za ogrevanje objektov

Izračunano toplotno za ogrevanje objektov smo ocenili kot zmnožek izračunanega celotnega toplotnega toka (poglavje 3.4) za ogrevanje objektov in število kurilnih ur na mesec, ki smo jih dobili s pomočjo meteoroloških podatkov za kurilno sezono 2010/2011 (ARSO,2012).

Izračunano toploto brez upoštevanja toplotnih dobitkov smo izračunali z enačbo (23).

$$Q_{\text{tot}} = H \cdot TP \cdot \frac{24}{1000} \quad (23)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

H_{skupni} ... skupni specifični transmisijski toplotni objektov (33.060,4 W/K)

TP ... temperaturni primanjkljaj, podan po mesecih za kurilno sezono 2010/2011 (tabela 29)

V tabeli 29 je prikazan temperaturni primanjkljaj in število kurilnih dni za Postojno v kurilni sezoni 2010/2011.

Tabela 29: Število kurilnih dni in temperaturni primanjkljaj v kurilni sezoni
2010/2011 (ARSO,2012)

Mesec	sep 2010	okt 2010	nov 2010	dec 2010	jan 2011	feb 2011	mar 2011	apr 2011	maj 2011
Temperaturni primanjkljaj [K· dan /mesec]	91,8	335,9	386,7	621,0	596,1	550,5	467,8	256,8	105,6
Število kurilnih dni	22	29	29	30	28	28	24	27	18

Iz enačbe (23) smo dobili rezultate, ki so prikazani v tabeli 30 za obe varianti.

Tabela 30: Izračunana toplota brez upoštevanja toplotnih dobitkov

Mesec	Q_{tot} [MWh]								
	sep 2010	okt 2010	nov 2010	dec 2010	jan 2011	feb 2011	mar 2011	apr 2011	maj 2011
Varianta1	72,8	266,5	306,8	492,7	473,0	436,8	371,2	203,8	83,8
Varianta2	116,5	426,2	490,7	788,0	756,4	698,6	593,6	325,9	134,0

Izračunano toploto z upoštevanjem toplotnih dobitkov smo izračunali z enačbo (24).

$$Q_{izr} = Q_{tot} - Q_{dob} \quad (24)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

Q_{tot} ... izračunana toplota brez upoštevanja toplotnih dobitkov (tabela 30)

Q_{dob} ... toplotni dobitki

Toplotne dobitke smo izračunali z enačbo (25).

$$Q_{dob} = 24 \cdot N_{kurilni\,dni} \cdot \dot{Q}_{dob} \quad (25)$$

V enačbo (25) smo vstavili podatke:

$N_{\text{kuril dni}}$... število kurilnih dni (tabela 29)

\dot{Q}_{dob} ... toplotni tok dobitkov (poglavje 3.5)

Iz enačbe (25) smo dobili rezultate, ki so prikazani v tabeli 31.

Tabela 31: Toplotni dobitki pri varianti 1 in 2

Mesec	Q_{dob} [MWh]								
	sep 2010	okt 2010	nov 2010	dec 2010	jan 2011	feb 2011	mar 2011	apr 2011	maj 2011
Varianta1	37,3	49,2	49,2	50,8	47,5	47,5	40,7	45,8	30,5
Varianta2	55,2	72,8	72,8	75,3	70,3	70,3	60,2	67,8	45,2

Rezultati izračunane toplote z upoštevanjem toplotnih dobitkov, enačba (24), so prikazani v tabeli 32.

Tabela 32: Izračunana toplota za kurilno sezono 2010/2011

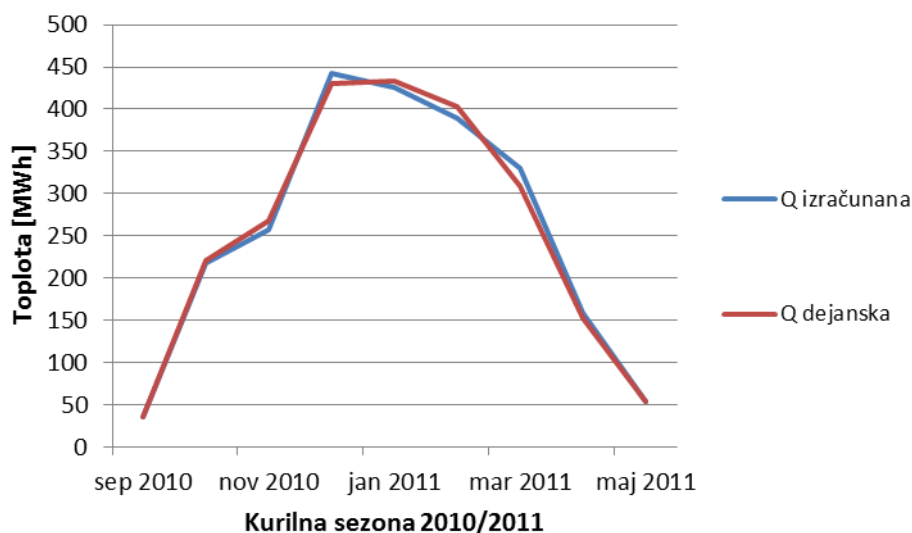
Mesec	Q_{izr} [MWh]								
	sep 2010	okt 2010	nov 2010	dec 2010	jan 2011	feb 2011	mar 2011	apr 2011	maj 2011
Varianta1	35,6	217,4	257,7	441,9	425,5	389,3	330,5	158,0	53,3
Varianta2	61,3	353,5	417,9	712,7	686,1	628,3	533,4	258,1	88,8

Izračun izračunane toplotne energije za ogrevanje objektov v vojašnici pri varianti 1 znaša 2.309,1 MWh, pri varianti 2 pa 3.740,1 MWh.

4.3 Primerjava izračunane in dejanske toplote za ogrevanje objektov v kurilni sezoni 2010/2011

Izračunano toploto za ogrevanje objektov v vojašnici po standardu SIST EN ISO 6946 z uporabo meteoroloških podatkov za Postojno v kurilni sezoni 2010/2011, se lahko primerja z dejansko porabljeno toploto za ogrevanje samo v varianti 1, ker ta varianta ustreza pogojem dejanskega stanja ogrevanja v navedeni kurilni sezoni. Dejansko porabljeno toploto za ogrevanje smo določili na osnovi porabljenih energentov.

Na sliki 6 je prikazana primerjava izračunane in dejansko porabljene toplote za ogrevanje objektov in potrjuje ustreznost standarda SIST EN ISO 6946. Izračunana toplota za ogrevanje znaša 0,21% več od dejansko porabljene toplote.



Slika 6: Izračunana in dejansko porabljena toplote za ogrevanje objektov

Izračunana toplota znaša 2.309,1 MWh in je verificirana z dejansko porabljeno toploto, ki je znašala 2.304,31 MWh. Razlika 4,79 MWh oz. 0,21% se nanaša na nestalno dejansko ogrevanje, višjo oz. nižjo temperaturo v prostorih od standardne in neupoštevanje dela prostih dni, ko se je izvajalo minimalno ogrevanje objektov.

5 IZBIRA VIRA TOPLOTE

Glavni vir toplote v vojašnici je ekstra lahko kurilno olje. ELKO je fosilni vir energije, ki ga uporabljamo zaradi udobja pri uporabi in njegove pretekle cenenosti. Prištevamo ga med neobnovljive energijske vire, ker je za njihov nastanek potrebnih več milijonov let. Njegova slabost je:

- omejenost v količinah, ker se obnavljajo prepočasi za naše potrebe, njihovo izkoriščanje pa postaja vse dražje,
- nahajanje le v nekaterih državah, od katerih so energetske odvisne vse tiste, ki fosilnih goriv nimajo - nestabilne cene, nezanesljiva oskrba, zaostreni meddržavni konflikti,
- onesnaževanje okolja pri izgorevanju je osnovni vzrok za podnebne spremembe, ki jih povzroča človek, kisel dež in onesnaženje zraka (Prihodnost je obnovljiva, 2005).

Zaradi številnih slabosti glavnega vira toplote v vojašnici smo se odločili za drugo izbiro in sicer obnovljive vire energije (OVE). Njihova najpomembnejša lastnost je, da jih je v naravi dovolj, nikoli jih ne zmanjka, se dokaj hitro obnavljajo, so v svetu dokaj enakomerno porazdeljeni (vsaka država jih ima na voljo), njihova raba bistveno manj onesnažuje okolje in manj škoduje družbi kot raba fosilnih goriv. Poleg svojih dobrih lastnosti imajo OVE še naslednje prednosti:

- zmanjšujejo odvisnost od uvoženih virov energije in povečujejo energetska varnost,
- spodbujajo zaposlenost in razvoj podeželja,
- izboljšujejo kakovost okolja in preprečujejo nadaljnje spreminjanje podnebja,
- privlačijo investicije za obnovo zastarelih tehnologij za pridobivanje energije,
- postajajo cenovno konkurenčni fosilnim gorivom,
- povečujejo učinkovitost (Prihodnost je obnovljiva, 2005).

5.1 Lesna biomasa kot obnovljivi vir energije

S fotosintezo se sončna energija pretvarja v biomaso. To je edini naravni kemični proces za shranjevanje energije sonca. Biomaso lahko spremenimo v različne

energijske nosilce – elektriko, toploto za daljinsko ogrevanje, procesno toploto, tekoča in trdna goriva. Že sedaj se z biomaso pokriva 15 % vseh energetskih potreb v svetu. Biomasa lahko izkoriščamo na več načinov:

- s sežigom posušene lesne biomase,
- iz biomase lahko proizvajamo različna tekoča goriva: etanol, metanol in biodizel,
- svežo biomaso lahko s procesi v anaerobnih digestorjih predelamo v bioplin,
- s sežigom industrijskih in komunalnih odpadkov ter zajemom metana, ki se sprošča pri razkroju snovi na odlagališčih komunalnih odpadkov (AURE, 5/01).

Lesna biomasa je eden od prioriteten segmentov med obnovljivimi viri energije, ki dobiva vse večji pomen v sodobni energetski in okoljevarstveni politiki. Izraba lesne biomase v energetske namene je v Sloveniji ključnega pomena za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, pripomore k zmanjševanju energetske odvisnosti, ima sinergijski učinek v drugih gospodarskih panogah, prispeva k razvoju lokalnega, regionalnega in nacionalnega gospodarstva in učinkovitemu uresničevanju sodobne (trajnostne in sonaravne) okoljske politike v skladu z nacionalnim programom varstva okolja in usmeritvami EU.

5.1.1 Opredelitev biomase

Pojem biomasa opredeljuje vso organsko snov. Energetika obravnava biomaso kot organsko snov, ki jo lahko uporabimo kot vir energije. V to skupino uvrščamo: les in lesne ostanke (lesna biomasa), ostanke iz kmetijstva, nelesnate rastline, uporabne za proizvodnjo energije, ostanke pri proizvodnji industrijskih rastlin, sortirane odpadke iz gospodinjstev, odpadne gošče oziroma usedline ter organsko frakcijo komunalnih odpadkov in odpadne vode živilske tehnologije (AURE, 5/01).

Najbolj znana oblika biomase je lesna biomasa. Obsega predvsem naravni les:

- gozdne ostanke: vejevje, krošnje, debla majhnih premerov ter manj kakovosten les, ki ni primeren za nadaljnjo industrijsko predelavo; ostanki so posledica rednih sečenj, nege mladih gozdov ter posravnih in sanitarnih sečenj;
- ostanke pri industrijski predelavi lesa: pri industrijski rabi lesa nastajajo ostanki primarne in sekundarne predelave (žaganje, krajniki, lubje, prah,...);

- kemično neobdelan les: produkti kmetijske dejavnosti v sadovnjakih in vinogradih ter že uporabljen les in njegove izdelke, kot so npr. gajbice, palete itd. (Butala, V., Turk, J., 1998).

5.1.2 Prednosti uporabe lesne biomase

Prednosti uporabe lesne biomase so številne: je obnovljiv vir energije, prispeva k nujnemu čiščenju gozdov, zmanjšuje onesnaževanje (manjša raba fosilnih goriv), denar za nakup goriva ostaja doma, zagotavlja razvoj podeželja, odpira nova delovna mesta (AURE, 5/01).

5.1.3 Slabosti uporabe lesne biomase

Slabosti uporabe lesne biomase so tiste, ki pestijo tudi vse druge obnovljive vire energije: visoka cena tehnologije, počasno zavedanje ljudi o pomenu obnovljivih virov energije, slaba osveščenost in znanje o pridobivanju, predelavi in predvsem rabi lesne biomase, razdrobljenost posesti, nepovezanost lastnikov gozdov pri pridobivanju, predelavi in prodaji lesa. Ključna slabost lesne biomase pri zgorevanju je povečanje izpusta trdih delcev v ozračje. Reševanje te slabosti zelo poveča investicijo.

5.1.4 Prosta lesna biomasa na območju Postojne

Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije je območna enota Postojna razdeljena na 6 krajevnih enot z 29 revirji.



Slika 7: Območna enota za zavode Postojna (Zavod za gozdove Slovenije, 2012)

Na območju enote Postojna je možni posek iz poročila ZGS za leto 2011 naslednji (Poročilo ZGS za leto 2011, 2012):

Površina območja:	107.340,69 ha
Površina gozda:	79.616 ha
Gozdnatost območja:	74,17 %
Lesna zaloga:	23.140.801 m ³ (290,66 m ³ /ha)
Letni prirastek:	566.679 m ³ (7,12 m ³ /ha)
Letni možni posek:	401.755 m ³ (5,05 m ³ /ha)

Po natančnejših podatkih pridobljenih od mentorja je na območju občine Postojna možni posek manj kakovostnih asortimentov naslednji (Gjerkeš, 2013):

Površina območja:	26.990 ha
Površina gozda:	16.970 ha
Gozdnatost območja:	62,88 %
Letni bruto možni poseg:	37.702 m ³ (2,22 m ³ /ha)
Letni neto možni posek:	32.824 m ³ (1,93 m ³ /ha)
Letni dejanski posek:	16.253 m ³ (0,96 m ³ /ha)

Iz podatkov vidimo, da je na območju enote ZGS Postojna možni posek lesne biomase 401.755 m³ (5,05 m³/ha) oz. 1.205.265 m³, na območju občine Postojna pa 16.253 m³ (0,96 m³/ha) oz. 48.759 m³. Na območju občine Postojna gre za možni posek manj kakovostnih asortimentov lesne biomase.

6 UKREPI ZA IZBOLJŠANJE RABE ENERGIJE

V tem poglavju so opredeljeni predlogi rešitev za izboljšanje rabe energije v vojašnici.

Glede na smernice odgovorne službe Ministrstva za obrambo, ki izvaja investicijsko vzdrževanje v vojašnici in z namenom izboljšanja rabe energije moramo pri rešitvah upoštevati dve varianti:

- **varianta 1:** sedanje stanje objektov brez povečanja namestitvenih kapacitet in
- **varianta 2:** stanje objektov s povečanjem namestitvenih kapacitet.

Na podlagi opravljenih analiz in smernic smo se odločili, da proučimo:

- stanje brez investicij,
- investicije v znižanje toplotnih izgub in
- investicijo v prenovu kotlovnice.

Proučitev zajema določitev: moči in tehnologije sistema, ocene investicije, stroškov obratovanja in vzdrževanja, ter potrebe po energentih.

6.1 Brez investicij

6.1.1 Varianta 1 - Sedanje stanje brez povečanja namestitvenih kapacitet

V tem poglavju smo posneli trenutno stanje (brez obnove objekta številka 4 in 14) in na podlagi normirane porabe energentov določili letni strošek energentov za ogrevanje (LSE) po cenah energentov iz računov dobaviteljev za mesec januar 2013 (SV EVOJ Postojna, 2013).

V tabeli 33 so prikazani normirani letni stroški porabljenih energentov (glej poglavje 2.4).

Tabela 33: Letni stroški energentov za ogrevanje

Energent	Normirana poraba [l]	Cena [€/l]	Znesek [€]
Kurilno olje	234.274	1,052	246.455,94
Plin – UNP	51.305	0,972 €/l	49.868,41
SKUPAJ LSE			296.324,36

Iz tabele 33 vidimo, da so LSE za ogrevanje narasli iz 222.464 € v kurilni sezoni 2010/11 na 296.324,36 € oziroma za 24,93% pri normirani porabi in cenah energentov v mesecu januarju 2013.

6.1.2 Cena energije

Iz danih podatkov in rezultatov smo izračunali našo ceno energije.

Ceno energije [€/MWh] smo izračunali z enačbo (26).

$$C = \frac{LSE}{Q_{dej}} \quad (26)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

LSE ... letni stroški energentov za ogrevanje (tabela 33)

Q_{dej} ... normirana dejanska porabljena toplota za ogrevanje objektov (poglavje 4.1.4)

Iz enačbe (26) smo dobili ceno 128,60 €/MWh pri normirani porabi in cenah energentov v mesecu januarju 2013 in ceno 96,54 €/MWh pri cenah energentov v kurilni sezoni 2010/11, V nadaljnjih izračunih bomo upoštevali ceno 128,6 €/MWh, ki je realnejša za sedanje izračunavanje rešitev za izboljšanje rabe energije.

6.1.3 Varianta 2 - Stanje s povečanjem namestitvenih kapacitet

Stanje s povečanjem namestitvenih kapacitet (obnova objekta številka 4 in 14), bo zelo povečalo potrebno toplotno energijo za ogrevanje vojašnice. Posledično bodo tudi zelo narasli letni stroški energentov.

Potrebna toplotna energija za ogrevanje objektov po SIST EN ISO 6946 se zveča za 1.431,0 MWh na leto, iz 2.309,1 MWh na 3.740,1 MWh na leto, kar predstavlja 61,97% povečanje (tabela 32). Letni stroški energentov (LSE) za ogrevanje z upoštevanjem cene energije (poglavje 6.1.2) se zvečajo iz 296.324,36 € (tabela 33) na 480.959,72 € (3.740,1 MWh · 128,6 €/MWh).

6.2 Investicije za znižanje toplotnih izgub

V investicije za znižanje toplotnih izgub smo vključili ukrepe na ovojih objektov (zamenjava starih oken in vrat, povečanje izolacije ovojev objektov, povečanje izolacije na stropih objektov) in izvedli njihovo analizo pri varianti 1 in 2.

6.2.1 Zamenjava starih oken in vrat

V starejših stavbah kot so naši objekti, kjer so okna in vrata lesena z dvojno zasteklitvijo z navadnimi stekli in brez tesnil na priporah (škatlasta lesena okna), predstavljajo toplotne izgube skozi okna in vrata celo do 50% celotnih izgub.

V izračunu po SIST EN ISO 6946 se z menjavo starih oken in vrat v energetske varčna okna in vrata spremeni koeficient toplotne prehodnosti iz 3,5 W/m²K na 1,1 W/m²K. (SIST EN ISO 6946, 1996), kar ustreza zahtevam PURES, da mora biti toplotna prehodnost skozi okna in vrata $U \leq 1.1$ W/m²K (PURES, 2010).

Z upoštevanjem spremenjenih koeficientov se nam pri varianti 1 izračunana toplotna energija za ogrevanje objektov zniža iz 2.309,1 MWh na 1.868,7 MWh na leto, kar predstavlja 19,07% znižanje, pri varianti 2 pa iz 3.740,1 MWh na 3.314,4 MWh na leto, kar predstavlja 11,38% zmanjšanje.

Z zamenjavo oken in vrat se nam pri varianti 1 izračunana toplotna energija za ogrevanje zmanjša za 440,4 MWh na leto, kar predstavlja 56.631,96 € (440,4 MWh · 128,6 €/MWh) letnega prihranka, pri varianti 2 pa za 425,7 MWh na leto, kar predstavlja 54.749,36 € (425,7 MWh · 128,6 €/MWh) letnega prihranka.

6.2.2 Povečanje izolacije sten ovojev objektov

Naslednji ukrep za znižanje toplotnih izgub je povečanje izolacije ovojev – sten objektov. Postavili smo predpostavko, da povečamo izolacijo sten objektov za 15 cm, kjer ne ustrezajo zahtevam PURES. Zahteve PURES so, da mora biti toplotna

prehodnost za stanovanjske stavbe v novogradnjah in stavbah, ki se bodo prenavljale $U < 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar pomeni 15 cm ali več izolacije na opečnem zidaku (PURES, 2010). Tem zahtevam ne ustreza nobeden obravnavan objekt, zato bomo izvedli ta ukrep na vseh objektih (tabela 9).

Z izračunom po SIST EN ISO 6946 se pri varianti 1 izračunana toplotna energija za ogrevanje objektov zmanjša iz 2.309,1 MWh na 1.636,3 MWh na leto, kar predstavlja 29,14%, pri varianti 2 pa se zmanjša iz 3.740,1 MWh na 2.086,7 MWh na leto, kar predstavlja 44,21%.

S povečanjem izolacije sten se nam pri varianti 1 izračunana toplotna energija za ogrevanje zniža za 672,9 MWh na leto, kar predstavlja 86.525,09 € ($672,9 \text{ MWh} \cdot 128,6 \text{ €/MWh}$) letnega prihranka, pri varianti 2 pa za 1.653,4 MWh na leto, kar predstavlja 212.620,28 € ($1.653,4 \text{ MWh} \cdot 128,6 \text{ €/MWh}$) letnega prihranka.

Rezultati toplotne prehodnosti skozi stene po objektih so prikazane v tabeli 34.

Tabela 34: Koeficient toplotne prehodnosti skozi stene po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	14	22	23	25	40
U_{stene} [W/m ² K]	0,15	0,18	0,25	0,25	0,18	0,15	0,18	0,25	0,23	0,23	0,18	0,16

Zahtevam PURES ustreza toplotna prehodnost na vseh objektih.

6.2.3 Povečanje izolacije na stropih objektov

Zadnji ukrep za znižanje toplotnih izgub je povečanje izolacije na stropih objektov. Predpostavili smo, da povečamo izolacijo na stropih objektov za 20 cm.

Zahteve PURES so, da mora biti toplotna prehodnost skozi stropne konstrukcije $U < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar pomeni 20 cm ali več izolacije (PURES, 2010). Tem zahtevam ne ustreza nobeden obravnavan objekt, zato bomo izvedli ta ukrep na vseh objektih (tabela 14).

Izračunana toplotna energija za ogrevanje objektov po SIST EN ISO 6946 se pri varianti 1 zniža iz 2.309,1 MWh na 2.191,2 MWh na leto, kar predstavlja 5,1%, pri varianti 2 pa iz 3.740,1 MWh na 3.585,7 MWh na leto, kar predstavlja 4,13%.

S povečanjem izolacije na stropih objektov se nam pri varianti 1 izračunana toplotna energija za ogrevanje zmanjša za 117,9 MWh na leto, kar predstavlja 15.157,39 € (117,9 MWh · 128,6 €/MWh) letnega prihranka, pri varianti 2 pa za 154,4 MWh na leto, kar predstavlja 19.851,45 € (154,4 MWh · 128,6 €/MWh) letnega prihranka.

Rezultati toplotne prehodnosti skozi stropne po objektih so prikazane v tabeli 35.

Tabela 35: Koeficient toplotne prehodnosti skozi stropne po objektih

Objekti	1	2	4	5	6	9	13	22	23	25	40
U_{stropa} [W/m ² K]	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13

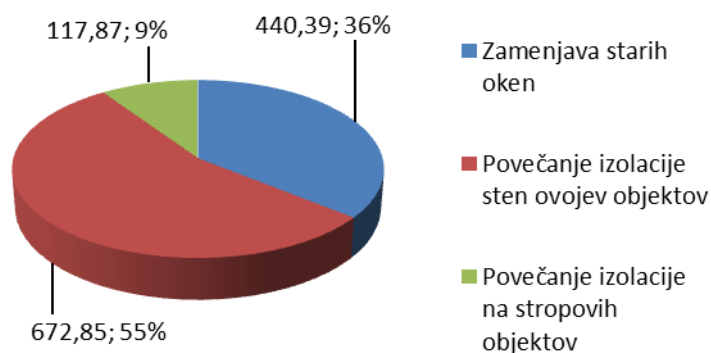
Zahtevam PURES ustreza toplotna prehodnost na vseh objektih.

6.2.4 Vsi trije ukrepi na ovojih objektov

Z vsemi ukrepi na ovojih objektov (zamenjava starih oken in vrat, povečanje izolacije sten ovojev objektov, povečanje izolacije na stropih objektov) znižamo potrebno toplotno energijo za ogrevanje pri varianti 1 iz 2.309,1 MWh na 1.078,0 MWh na leto (53,32%), pri varianti 2 pa iz 3.740,1 MWh na 1.506,6 MWh na leto (59,72%). Potrebna toplotna energija za ogrevanje se pri varianti 1 zniža za 1.231,1 MWh na leto, kar predstavlja 158.314,44 € letnega prihranka, pri varianti 2 pa za 2.233,5 MWh na leto, kar predstavlja kar 287.221,08 € letnega prihranka.

Slika 8 prikazuje primerjavo znižanja izračunane energije v MWh med ukrepi na ovojih objektov pri varianti 1.

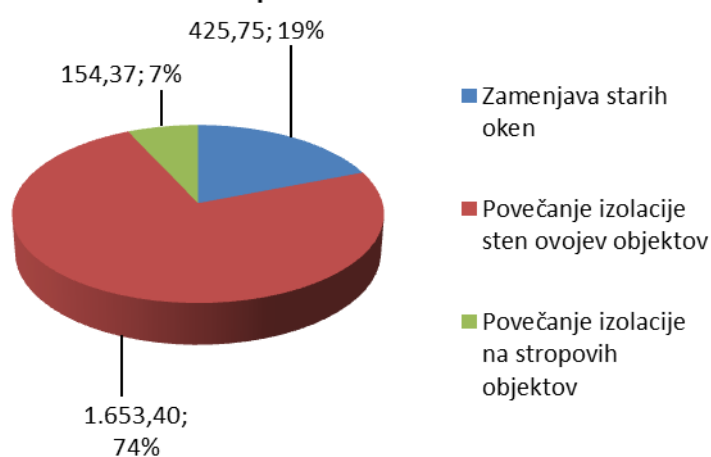
Znižanje potrebne toplote [MWh] pri varianti 1



Slika 8: Primerjava znižanja izračunane toplote med ukrepi na ovojih objektov pri varianti 1

Slika 9 prikazuje primerjavo znižanja izračunane energije v MWh med ukrepi na ovojih objektov pri varianti 2.

Znižanje potrebne toplote [MWh] pri varianti 2



Slika 9: Primerjava znižanja izračunane toplote med ukrepi na ovojih objektov pri varianti 2

V tabeli 36 je prikazano znižanje toplotnih izgub za posamezni ukrep pri varianti 1 in 2.

Tabela 36: Znižanje toplotnih izgub za posamezni ukrep

Ukrep	Znižanje toplotnih izgub [MWh]	
	varianta 1	varianta 2
Zamenjava starih oken in vrat	440,39	425,75
Povečanje izolacije sten ovojev objektov	672,85	1.653,40
Povečanje izolacije na stropih objektov	117,87	154,37
Vsi ukrepi skupaj	1.231,10	2.233,52

Tabela 37 prikazuje letni prihranek za posamezni ukrep znižanja toplotnih izgub pri varianti 1 in 2.

Tabela 37: Letni prihranek za posamezni ukrep

Ukrep	Letni prihranek [€]	
	varianta 1	varianta 2
Zamenjava starih oken in vrat	56.631,96	54.749,36
Povečanje izolacije sten ovojev objektov	86.525,09	212.620,28
Povečanje izolacije na stropih objektov	15.157,39	19.851,45
Vsi ukrepi skupaj	158.314,44	287.221,08

6.2.5 Ocena investicij ukrepov za znižanje toplotnih izgub

Podatki o investiciji so pridobljeni od pogodbenega podjetja Potočnik d.o.o., ki opravlja vzdrževalna dela na infrastrukturi v vojašnici.

Investicija zamenjave oken znaša 250 €/m² oz. pri varianti 1 znaša 560.169 €, pri varianti 2 pa 742.695 € (Potočnik, 2013).

Investicija povečanja izolacije ovojev objektov znaša 35 €/m² oz. pri varianti 1 znaša 351.215 €, pri varianti 2 pa 520.220 € (Potočnik, 2013).

Investicija povečanja izolacije stropov objektov znaša 20 €/m² oz. pri varianti 1 znaša 206.300 €, pri varianti 2 pa 272.300 € (Potočnik, 2013).

V tabeli 38 vidimo ocenjene investicije ukrepov za znižanje toplotnih izgub pri varianti 1 in 2.

Tabela 38: Ocenjene investicije ukrepov

Ukrep	Investicija [€]	
	varianta 1	varianta 2
Zamenjava starih oken in vrat	560.169	742.695
Povečanje izolacije sten ovojev objektov	351.215	520.220
Povečanje izolacije na stropih objektov	206.300	272.300
Vsi ukrepi skupaj	1.117.684	1.535.215

6.2.6 Višina investicije na prihranjen MWh zaradi uvedbe ukrepov

Višina investicije na prihranjen MWh/leto nam pove vrednost vloženih sredstev v investicijo ukrepa za znižanje toplotnih izgub na prihranjen MWh na leto.

V tabeli 39 vidimo ocenjene investicije ukrepov za znižanje toplotnih izgub na prihranjeno toploto na leto pri varianti 1 in 2.

Tabela 39: Višina investicije na prihranjen MWh/leto

Ukrep	Višina investicije na prihranjen MWh/leto	
	varianta 1	varianta 2
Zamenjava starih oken	1.271,99 €	1.744,44 €
Povečanje izolacije sten ovojev objektov	521,98 €	314,64 €
Povečanje izolacije na stropih objektov	1.750,25 €	1.763,93 €
Vsi ukrepi skupaj	907,87 €	687,35 €

6.2.7 Specifična raba toplote za ogrevanje pred in po uvedbi ukrepov

Specifična raba toplote je toplota na kvadratni meter neto uporabne površine objektov na leto in je izražena v enoti kWh/m²a.

Tabela 40 nam prikazuje specifično rabo toplote za ogrevanje pred in po sanaciji pri varianti 1 in 2.

Tabela 40: Specifična raba toplote za ogrevanje pred in po uvedbi ukrepov

Ukrep	Specifična raba toplote [kWh/m ² a]	
	varianta 1	varianta 2
Pred ukrepom	163,48	178,82
Zamenjava starih oken	132,31	158,46
Povečanje izolacije sten ovojev objektov	115,85	99,77
Povečanje izolacije na stropih objektov	155,14	171,44
Vsi ukrepi skupaj	76,32	72,03

Iz tabele 40 vidimo, da se je specifična raba toplote za ogrevanje najbolj zmanjša pri ukrepu povečanja izolacije sten, ovojev objektov.

6.2.8 Doba vračanja investicij ukrepov za znižanje toplotnih izgub

Vračilna doba investicij ukrepov za znižanje toplotnih izgub nam pove, v kolikšnem času se bo investicija v dani ukrep izplačala, oziroma po kolikšnem času bo ukrep povrnil vložena sredstva.

Vračilno dobo investicije izračunamo s pomočjo enačbe (27) (Čibej, 2006):

$$VDI = \frac{SIU}{LPU} \quad (27)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

SIU ... stroški investicije v ukrep (tabela 38)

LPU ... letni prihranek zaradi uvedbe ukrepa (tabela 37)

Iz enačbe (27) smo dobili rezultate, ki so prikazani v tabeli 41.

Tabela 41: Vračilna doba investicije v ukrep

Ukrep	Vračilna doba investicije	
	varianta 1	varianta 2
Zamenjava starih oken	9,89 let	13,57 let
Povečanje izolacije sten ovojev objektov	4,06 let	2,45 let
Povečanje izolacije na stropih objektov	13,61 let	13,72 let
Vsi ukrepi skupaj	7,06 let	5,35 let

6.3 Prenova kotlovnice

Naslednji predlog rešitve je investicija v prenavo kotlovnice. Cilj investicije je zmanjšanje stroškov za toplotno energijo, trajnejša izboljšava energetskega stanja, večja učinkovitost oskrbe toplotne energije ob izkoriščanju lokalnih obnovljivih virov energije in ob istočasnem zmanjševanju emisij snovi v zrak - onesnaževanja okolja.

6.3.1 Predvidena moč kotlovnice

Moč kotlovnice predvidimo glede na maksimalni potreben celotni toplotni tok za ogrevanje po SIST EN ISO 6946 pri varianti 1 in 2.

Moč kotlovnice izračunamo s pomočjo enačbe (28):

$$P_K = \frac{\dot{Q}_{cel}}{\eta_{sist}} \quad (28)$$

V enačbo (28) smo vstavili podatke:

\dot{Q}_{cel} ... maksimalni izračunani celotni toplotni tok za ogrevanje objektov v vojašnici (tabela 27, mesec december 2010)

η_{sist} ... izkoristek ogrevalnega sistema (90 %) (SV EVOJ Postojna, 2013)

Iz izračuna določimo predvideno moč kotlovnice za vojašnico 656,21 kW pri varianti 1 in 1.058,76 kW pri varianti 2.

Izračunani zneski so podani pri povprečni mesečni temperaturi. Če vzamemo realno absolutno minimalno zunanjo temperaturo za Postojno v kurilni sezoni 2010/2011, ki je znašala -19°C se nam predvidena moč kotlovnice za vojašnico zveča pri varianti 1 na 1.218,7 kW in pri varianti 2 na 1.957,5 kW (ARSO, 2012). V nadaljevanju smo upoštevali izračunano moč kotlovnice na podlagi absolutne minimalne temperature za Postojno v kurilni sezoni 2010/2011.

6.3.2 Tehnologija kotlovnice

Prenova kotlovnice zajema prenavo objekta kotlovnice, namestitev novega kotla na lesne sekance z opremo, stroške strojnih instalacij, obnovo toplotnih postaj in podaljšanje toplovodov do objekta številka 14 in naprej do delavnic (varianta 2). Z

upoštevanjem naštetih smernic in izračunov se odločimo za toplovodno ogrevanje z uvedbo kotla na lesno biomaso – sekance moči 1.300 kW (varianta 1) oz. 2.000 kW (varianta 2). Za pokritje izpadov, konične obremenitve in potrebe ogrevanja tople sanitarne vode poleti je potrebno v kotlovnici obdržati novejši toplovodni kotel moči 2.200 kW na kurilno olje, izdelan leta 2006. Z navedenimi spremembami bomo prešli na celotni toplovodni ogrevalni sistem, ter ukinili parnega. Kotlu na kurilno olje moderniziramo gorilnik z modulacijskim gorilnikom, tako da se moč prilagodi glede na potrebe.

6.3.3 Ocena investicije prenove kotlovnice

Podatki o investiciji temeljijo na podlagi izkušenj pri že izvedenih podobnih projektih v Sloveniji, ter na podlagi priprav in izvedbe podobnih študij izvedljivosti v preteklosti podjetja FERING d.o.o. iz Murske Sobote.

V tabeli 42 so prikazani zneski investicije v prenovo kotlovnice po posameznih delih pri varianti 1 in 2.

Tabela 42: Investicijski stroški prenove kotlovnice

Deli investicije	Varianta 1	Varianta 2
Kotel z opremo	600.000,00 €	800.000,00 €
Stroški strojnih instalacij	50.000,00 €	50.000,00 €
Stroški objekta	120.000,00 €	120.000,00 €
Toplovodi	0,00 €	150.000,00 €
Toplotne postaje	50.000,00 €	50.000,00 €
SKUPAJ	820.000,00 €	1.170.000,00 €

6.3.4 Določitev potrebe po lesni biomasi

Glede na letno potrebo po toplotni energiji in povprečno kurilno vrednost lesnih sekancev G30 določimo letno potrebno količino lesnih sekancev.

Letno potrebno količino lesnih sekancev – B_{sek} [nm^3/leto] izračunamo s pomočjo enačbe (29) (Kranjc, 2012).

$$B_{\text{sek}} = \frac{Q_{\text{izr}}}{H_{\text{sek}}} \quad (29)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

Q_{izr} ... letna izračunana toplotna energija za ogrevanje (tabela 32, poglavje 6.2.4)

H_{sek} ... kurilna vrednost lesnih sekancev G30 ($811 \text{ kWh}/\text{nm}^3$) (Kranjc, 2012)

Iz izračuna določimo potrebno količino lesnih sekancev G30, ki je prikazana v tabeli 43.

Tabela 43: Letna potrebna količina lesnih sekancev

	B_{sek} [nm^3/leto]	
	Prenova kotlovnice	Prenova kotlovnice z ukrepi za znižanje toplotnih izgub
Varianta1	2.847,23	1.329,22
Varianta2	4.611,71	1.857,68

Lesni sekanci G30 so sestave mešanega lesa iglavcev in listavcev, vlažnosti do 35%, velikostnega razreda skladnega z avstrijskim standardom: ÖNORM M7133: 1998 (max. 20% grobih delcev, max. presek 3cm, max. dolžina 8,5cm, / 60-80% količine sekancev presek med 2,8-16mm, max. dolžina 30mm, / max. 20% finih delcev, presek pod 2,8mm, od tega max. 4% finih delcev preseka pod 1mm) (Kranjc, 2012).

6.3.5 Stroški obratovanja in vzdrževanja

Stroški obratovanja so stroški biomase, vzdrževanja, zavarovanja osebja in ostali stroški (materialni stroški, telefon, internet, izobraževanje,...). Stroške osebja, dela

ostajajo isti po prenovi kotlovnice, zato jih nismo upoštevali. Cena lesnih sekancev je 15 €/nm³ (Gjerkeš, 2013).

Stroški obratovanja in vzdrževanja pri varianti 1 in 2 so prikazani v tabeli 44 (FERING d.o.o., 2013). Med stroške smo upoštevali tudi strošek ELKO (10.000 l – varianta 1 in 15.000 l – varianta 2), ki ga načrtujemo za uporabo obstoječega toplovodnega kotla v primeru izpadov, konične obremenitve in potrebe ogrevanja tople sanitarne vode v poletnem času.

Tabela 44: Letni stroški obratovanja in vzdrževanja prenovljene kotlovnice

Letni stroški obratovanja in vzdrževanja [€]	Prenova kotlovnice		Prenova kotlovnice z ukrepi	
	Varianta1	Varianta2	Varianta1	Varianta2
Sekanci (15 €/nm ³)	42.708,47	69.175,70	19.938,34	27.865,13
ELKO (rezerva ob izpadih, konična obremenitev)	10.520,00	15.780,00	10.520,00	15.780,00
Vzdrževanje (5%)	41.000,00	58.500,00	41.000,00	58.500,00
Drugi stroški (1%)	8.200,00	11.700,00	8.200,00	11.700,00
Zavarovanje obratovanja (1%)	8.200,00	11.700,00	8.200,00	11.700,00
SKUPAJ	110.628,47	166.855,70	87.858,34	125.545,13

7 UČINKI PREDLAGANIH REŠITEV

Vse predlagane rešitve za izboljšanje rabe energije v vojašnici smo analizirali skozi energetske, ekonomske in ekološke učinke.

7.1 Energetski učinki rešitev

Energetski učinki zajemajo letni prihranek pri energentih z upoštevanjem obnovljivega lokalnega vira.

7.1.1 Letni prihranek energentov pri prenovi kotlovnice

Letni prihranek z zamenjavo energentov, ki nastane s prenovno kotlovnice je razlika stroška energentov pred in po prenovi.

Letni prihranek stroškov energentov (LPSE) smo izračunali z enačbo (30).

$$LPSE = LSE - LSLSiE \quad (30)$$

V enačbo (30) smo vstavili podatke:

LSE ... letni strošek energentov (tabela 33)

LSLSiE ... letni strošek lesnih sekancev in ELKO (tabela 44)

Letni prihranek stroška energentov pri prenovi kotlovnice prikazuje tabela 45.

Tabela 45: Letni prihranek stroška energentov pri prenovi kotlovnice

	Letni prihranek stroška energentov [€/leto]	
	Prenova kotlovnice	Prenova kotlovnice z ukrepi za znižanje toplotnih izgub
Varianta1	243.095,89	265.866,01
Varianta2	396.004,02	437.314,59

7.2 Ekonomski učinki rešitev

Ekonomske učinke smo ugotovili s skupnimi realnimi denarnimi tokovi, neto sedanjo vrednostjo projekta in dobo vračanja investicije, ki smo jo izračunali s pomočjo dinamične metode (Čibej, 2006). Upoštevali smo tudi oceno tveganja in negotovosti.

7.2.1 Skupni realni denarni tokovi

a) Prenova kotlovnice

Skupni realni denarni tok prenove kotlovnice pri varianti 1 je prikazan v prilogi 1. Za varianto 2 je prikazan v prilogi 2. Skupni realni denarni tok prenove kotlovnice z ukrepi za znižanje toplotnih izgub pri varianti 1 je prikazan v prilogi 3, pri varianti 2 pa je prikazan v prilogi 4.

7.2.2 Doba vračanja investicije

Vračilna doba investicije nam pove, v kolikšnem času se bo investicija v projekt izplačala, oziroma nas zanima po kolikšnem času bo obratovanje povrnilo vložena sredstva.

Dinamična metoda izračuna upošteva različno časovno dinamiko investicijskih naložb in donosov, pri čemer upoštevajo življenjsko dobo investicij. Bistvo je, da donosi in vlaganja v različnih letih niso enakovredni, zato moramo vrednosti preračunati v sedanje vrednosti (Bizjak, 2008).

Ena najuporabnejših dinamičnih metod je metoda neto sedanje vrednosti projekta (NSV) ali čista sedanja vrednost, ki jo izračunamo s pomočjo enačbe (31) (Čibej, 2006):

$$NSV = \sum_{k=1}^n \frac{D_k}{(1+i)^k} - I_0 \quad (31)$$

V enačbo smo vstavili podatke:

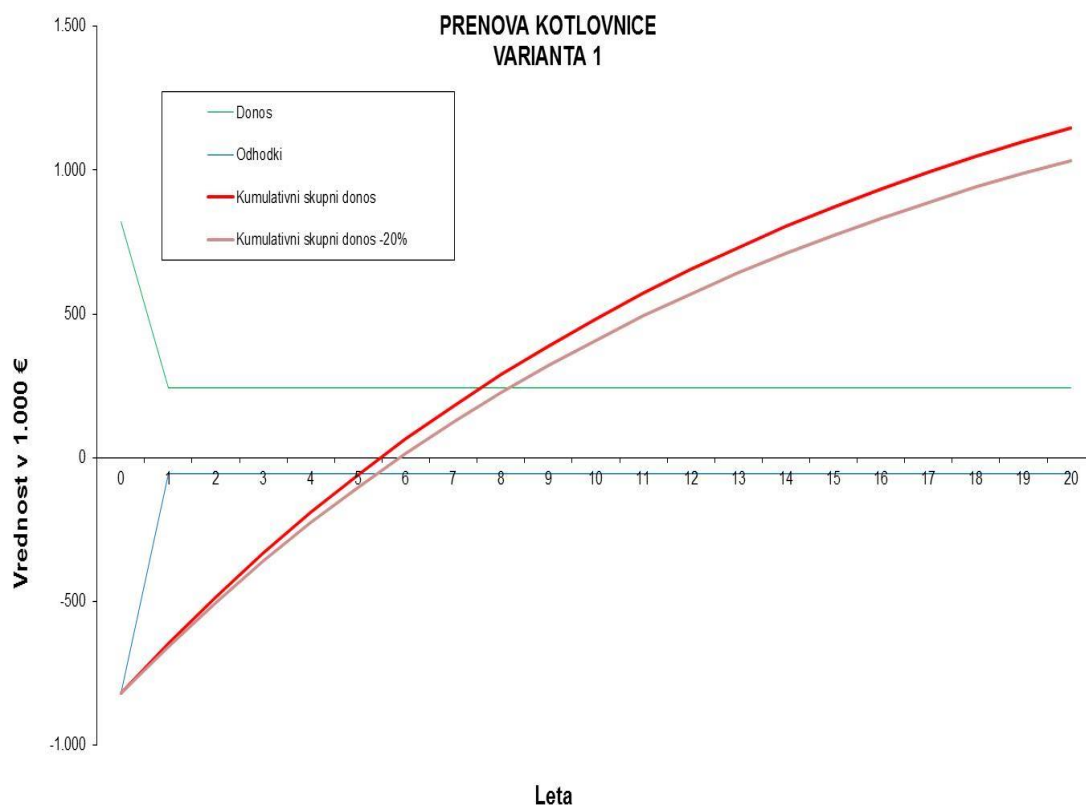
D_k ... bodoči donosi, prihranki (tabela 45)

i ... obrestna mera (7%) (Gjerkeš, 2013)

I_0 ... investicijski vložek (tabela 38 in tabela 42)

Projekt je po tej metodi sprejemljiv, ko izpolnjuje pogoj: $NSV > 0$. Pri pogoju $NSV = 0$ se nam investicija izplača oziroma povrne.

Slika 10 grafično prikazuje donosnost projekta po dinamični metodi izračuna vračilne dobe investicije preнове kotlovnice pri varianti 1.



Slika 10: Donosnost projekta preнове kotlovnice pri varianti 1

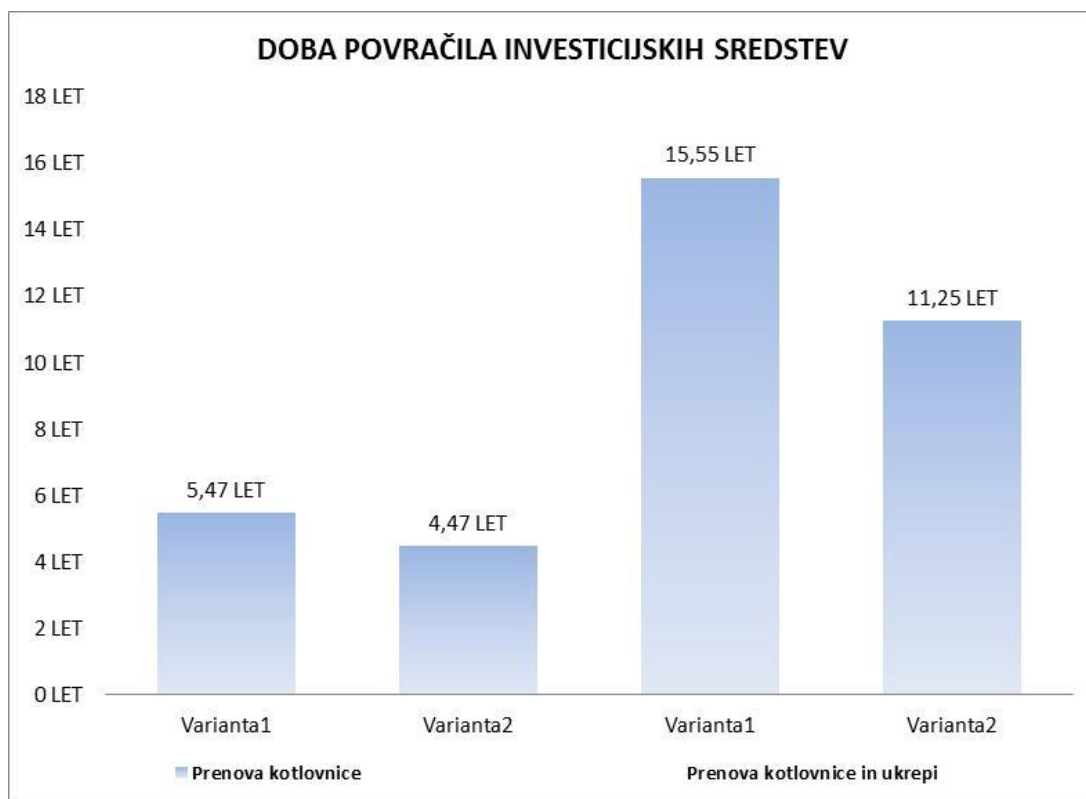
Po izračunu in iz slike 10 vidimo, da se investicija po dinamični metodi izračuna povrne po 5,47 letih. Interna stopnja donosa na investicijo je 14,24%, kar predstavlja stopnjo donosnosti, pri kateri se izenačujejo vsi donosi in vsi odhodki projekta v času življenjske dobe, $NSV = 0$. Iz izračuna lahko vidimo, da nam naložba prinaša dobičke – realne prihranke.

Neto sedanje vrednosti projekta preнове kotlovnice smo izračunali s pomočjo enačbe (31) in pri varianti 1 znaša 537.166 € (Čibej, 2006).

Slike v prilogi 5 grafično prikazujejo donosnost projekta po dinamični metodi izračuna vračilne dobe investicije preнове kotlovnice pri varianti 2 in preнове

kotlovnice z upoštevanjem vseh ukrepov za zmanjšanje toplotnih izgub pri varianti 1 in 2.

Slika 11 prikazuje dobo povračila investicij vseh predlogov za izboljšanje rabe energije v vojašnici.



Slika 11: Doba povračila investicij vseh predlogov za izboljšanje rabe energije

7.2.3 Ocena tveganja in negotovosti

Oceno tveganja in negotovosti smo predvideli pri 20% podražitvi energentov, lesne biomase – sekancev in ELKO.

V skupni ekonomski analizi smo zajeli vse ekonomske kazalnike, ki smo jih izračunali za predlog manjše investicije v prenovo kotlovnice in predlog večje investicije prenovo kotlovnice z ukrepi za znižanje toplotnih izgub po dinamični metodi z upoštevanjem ocene tveganja in negotovosti.

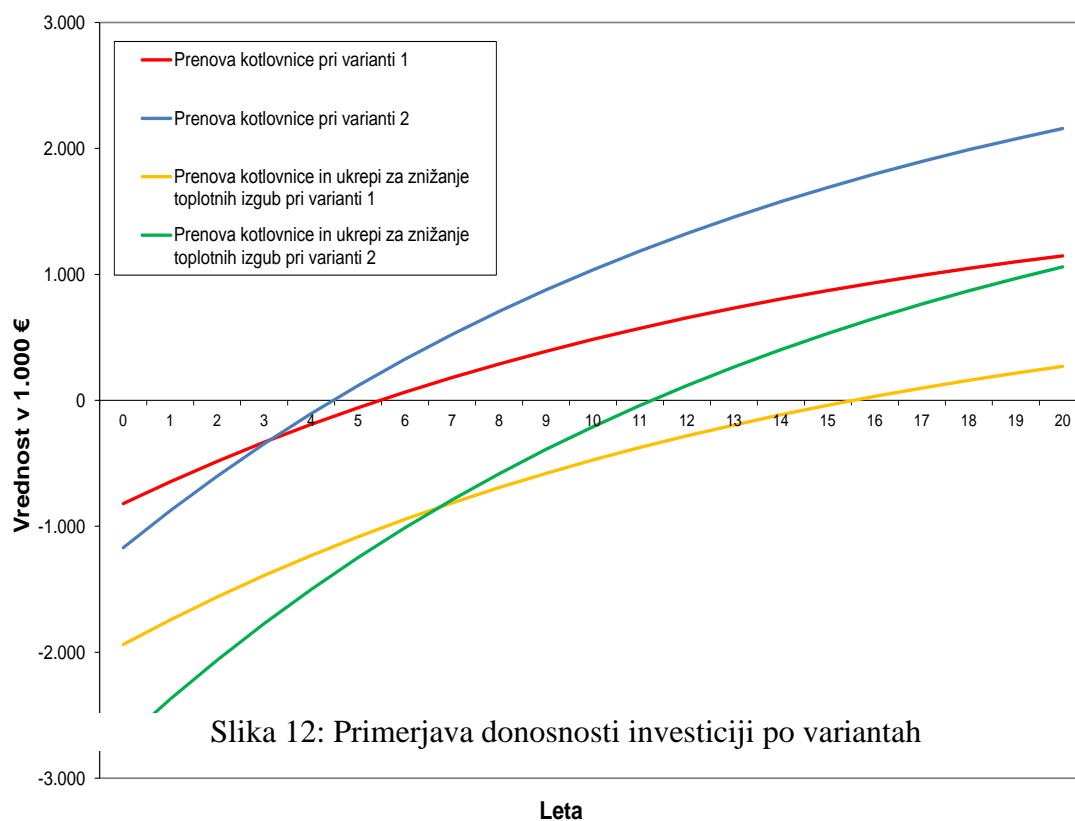
Tabela 46 prikazuje vse ekonomske kazalnike vseh opcij prenove kotlovnice in ukrepov za znižanje toplotnih izgub tudi z upoštevanjem ocene tveganja in negotovosti.

Tabela 46: Ekonomski kazalci prenove kotlovnice in ukrepov

	Prenova kotlovnice		Prenova kotlovnice in ukrepi za znižanje toplotnih izgub	
	Varianta1	Varianta2	Varianta1	Varianta2
INTERNA STOPNJA DONOSA-ISD	14,24%	18,32%	1,63%	4,39%
NETO SEDANJA VREDNOST-NSV	537.166	1.125.642	-414.102	-107.653
DOBA POVRAČILA INVESTICIJE-DPI	5,47 LET	4,47 LET	15,55 LET	11,25 LET
RELATIVNA NSV	0,66	0,96	-0,21	-0,04
ISD pri 20% podražitvi energenta	12,96%	16,92%	1,25%	4,03%
NSV pri 20% podražitvi energenta	459.361	1.001.461	-458.624	-171.450
DPI pri 20% podražitvi energenta	5,88 LET	4,77 LET	16,40 LET	11,69 LET
RELATIVNA NSV pri 20% podražitvi energenta	0,56	0,86	-0,24	-0,06

Z upoštevanjem ocene povišanja cene energenta se ekonomski kazalniki poslabšajo, vendar ostajajo v rangi osnovnih izračunov.

Slika 12 prikazuje primerjavo donosnosti investicij po izračunu s dinamično metodo. Na sliki so prikazani kumulativni skupni donosi z dobo vračanja investicij po variantah.



Iz slike vidimo, da je prenova kotlovnice najrentabilnejša, še posebno pri varianti 2. Če se odločimo še za ukrepe za znižanje toplotnih izgub, je ugodnejša varianta 2. Pri varianti 2 nismo upoštevali investicij v obnovo namestitvenih objektov.

7.3 Ekološki učinki rešitev

Ekološke učinke rešitev smo ugotavljali z izračunom emisij snovi v zrak, ki nastajajo pri izgorevanju fosilnih goriv in biomase. Za dobro zgorevanje je potrebna dovolj visoka temperatura, določena dolžina časa zgorevanja in prava mešanica goriva in zraka, da izgorijo tudi smole in eterična olja. Pri izgorevanju fosilnih goriv se CO₂ intenzivno sprošča v ozračje in posledice se kažejo v ogrevanju ozračja in drugih klimatskih spremembah. Pri izgorevanju lesne biomase pa so količine CO₂ enake

količinam CO₂, ki bi se sprostile pri razpadanju (gnitju) v naravi, zato pravimo, da je uporaba lesne biomase za proizvodnjo toplotne energije CO₂ nevtralna (BIOMASA, 2013).

Masa posamezne sproščene škodljive snovi v kilogramih, ki nastane pri pretvorbi energije goriva v 1 MWh toplote pri kurjenju posamezne vrste energentov v kotlih prikazuje tabela 47 (BIOMASA, 2013).

Tabela 47: Specifične emisije škodljivih snovi za različna goriva

Enota [kg/MWh]	NO_x	SO_x	CO₂	Delci
ELKO	0,9	4,75	270	0,18
UNP	0,144	0	215	0
Les (biomasa)	0,36	0,18	0	0,36

V tabeli 48 so prikazane emisije škodljivih snovi pri sedanjem stanju in vseh predlogih za izboljšanje rabe energije. Emisije so podane v kilogramih na leto.

Tabela 48: Emisije škodljivih snovi pri vseh variantah

Emisije [kg/leto]	Brez investicij		Prenova kotlovnice		Prenova kotlovnice in ukrepi za znižanje toplotnih izgub	
	Sedanje stanje	Varianta2	Varianta1	Varianta2	Varianta1	Varianta2
NO _x	2.031	3.289	886	1.428	443	624
SO _x	10.443	16.915	876	1.364	655	962
CO ₂	671.395	1.087.471	27.216	40.824	27.216	40.824
Delci	396	641	813	1.319	370	515

V tabeli 49 so prikazane razlike emisij škodljivih snovi med sedanjim stanjem in vsako predlagano varianto za izboljšanje rabe energije.

Tabela 49: Razlika emisij škodljivih snovi med sedanjim stanjem in vsako varianto

Razlika emisij [kg/leto]	Prenova kotlovnice		Prenova kotlovnice in ukrepi za znižanje toplotnih izgub	
	Varianta1	Varianta2	Varianta1	Varianta2
NO _x	-1.145	-603	-1.588	-1.407
SO _x	-9.567	-9.079	-9.788	-9.481
CO ₂	-644.179	-630.571	-644.179	-630.571
Delci	417	923	-26	119

Iz rezultatov razberemo, da se z novim stanjem zmanjša emisija toplogrednih plinov; emisijo CO₂ zmanjšamo od 630,6 do 644,2 ton v enem letu, NO_x od 603 kg do 1.588 kg, SO_x od 9.079 kg do 9.788 kg. Poveča pa se izpust trdih delcev v ozračje od -26 kg do 923 kg na leto odvisno od variante za izboljšanje rabe energije.

Grafično primerjavo emisij snovi v zrak (NO_x, SO_x, CO₂ in trdi delci) med variantami predlogov za izboljšanje rabe energije prikazujejo slike v prilogi 6. Iz njih razberemo, da so v zrak spuščeni največji deleži emisij škodljivih snovi pri varianti 2 brez investicij (NO_x – 3.289 kg/leto, SO_x – 16.915 kg/leto in CO₂ – 1.087.471 kg/leto), uporaba ELKO in UNP, ter največ trdih delcev v varianti 2 pri prenovi kotlovnice (delci – 1.319 kg/leto).

8 ZAKLJUČEK

V Sloveniji se v javnih zgradbah za oskrbo s toplotno energijo še vedno množično uporabljajo fosilna goriva (nafta in zemeljski plin). Za ta goriva je značilno, da so škodljiva okolju, zaloge so omejene in njihove cene strmo naraščajo.

Za izboljšavo oskrbe s toplotno energijo vse bolj posegamo po obnovljivih virih energije, med katere spada tudi lesna biomasa. Izraba biomase ima številne prednosti pred uporabo fosilnih virov energije, saj je domači energent, s katerim povečujemo stopnjo lokalne energetske samooskrbe.

V magistrskem delu smo analizirali obstoječe stanje oskrbe s toplotno energijo v vojašnici Postojna. Z upoštevanjem smernic investicijskega vzdrževanja Ministrstva za obrambo smo obstoječe stanje primerjali z izračunom toplotnih izgub objektov v vojašnici po standardu SIST EN ISO 6946. Na podlagi ugotovitev smo predlagali ukrepe za znižanje toplotnih izgub na ovojih objektov in izbrali lokalni obnovljivi vir toplote. Sledile so rešitve za izboljšanje rabe energije z energetskimi, ekonomskimi in ekološkimi učinki.

Analiza obstoječega stanja je pokazala, da so bili letni stroški energentov za ogrevanje zelo visoki, 222.931,21 €. Z normiranjem stanja v kurilni sezoni 2010/11 in stanja cene energentov v mesecu januar 2013 pa le ti narastejo za 24,93% na 296.324,36 €.

Z izračunom toplotnih izgub objektov v vojašnici po standardu SIST EN ISO 6946 smo dobili skupni izračunani celotni toplotni tok za ogrevanje objektov v vojašnici 3.338,3 kW oz. 5.414,1 kW, odvisno ali upoštevamo ali ne upoštevamo smernice investicijskega vzdrževanja Ministrstva za obrambo (varianta 1 ali varianta 2).

Analiza porabljene in izračunane toplote za ogrevanje je potrdila ustreznost izračuna po standardu SIST EN ISO 6946.

Med predlogi za znižanje toplotnih izgub po izračunu po standardu SIST EN ISO 6946 je najrentabilnejši ukrep povečanje izolacije ovojev objektov (vračilna doba investicije pri varianti 1 je 4,06 let, pri varianti 2 pa 2,45 let), sledi zamenjava starih oken (vračilna doba investicije pri varianti 1 je 9,89 let, pri varianti 2 pa 13,57 let) in na koncu povečanje izolacije na stropih objektov (vračilna doba investicije pri varianti 1 je 13,61 let, pri varianti 2 pa 13,72 let).

Izbrali smo nov vir toplote, biomaso, ker je lokalni obnovljiv vir energije, ki prispeva k nujnemu čiščenju gozdov, zmanjšuje emisije škodljivih snovi v ozračje, denar za nakup goriva ostaja doma, zagotavlja razvoj podeželja, odpira nova delovna mesta. Občina Postojna ima za naš primer dovolj lesne biomase, 48.759 nm³, zato jo lahko opravičeno imenujemo lokalni obnovljivi vir energije.

V rešitvah za izboljšanje rabe energije smo na podlagi opravljenih analiz in smernic proučili tri opcije: stanje brez investicij, investicijo v prenavo kotlovnice in investicijo v prenavo kotlovnice in ukrepe za znižanje toplotnih izgub.

Stanje brez investicij nam pove, da se stroški energentov hitro dražijo, za 24,93% od 2010/11 do 2012/13. Naša izračunana sedanja cena energije znaša 128,60 €/MWh. V kurilni sezoni 2010/11 je znašala 96,54 €/MWh. Če upoštevamo povečanje namestitvenih kapacitet, varianta 2 (obnova objekta številka 4 in 14) se nam izračunana potreba po toploti zveča za 61,97% in prav za toliko strošek letnih energentov in emisij.

Investicija v prenavo kotlovnice z uvedbo kotla na lesno biomaso se pri sedanjem stanju izplača po 5,47 letih, letni prihranek na energentih je 243.095,89 €, zmanjšana je emisija CO₂ toplogrednega plina letno za 644,2 ton in povečana pa se emisija trdih delcev letno za 417 kg. Pri povečanju namestitvenih kapacitet, varianta 2, se investicija v prenavo kotlovnice izplača že po 4,47 letih, prihranek na energentih je 396.004,02 €/leto, emisija toplogrednega plina CO₂ je zmanjšana za 630,6 ton in emisija trdih delcev se poveča za 923 kg/leto.

Investicija v prenavo kotlovnice z ukrepi za znižanje toplotnih izgub se pri varianti 1 izplača po 15,55 letih, letni prihranek na energentih je 265.866,01 €, enako je zmanjšana emisija CO₂ toplogrednega plina (644,2 ton/leto), zmanjša se tudi emisija trdih delcev za 26 kg/leto. Pri varianti 2 z ukrepi za znižanje toplotnih izgub se investicija izplača po 11,25 letih, prihranek na energentih je 437.314,59 €/leto, emisija toplogrednega plina CO₂ je zmanjšana za 630,6 ton in emisija trdih delcev se poveča za 119 kg/leto.

Iz vseh učinkov lahko zaključimo, da je najboljša predlagana rešitev investicija v prenavo kotlovnice pri povečanju namestitvenih kapacitet brez uvedbe ukrepov za znižanje toplotnih izgub, saj se investicija z upoštevanjem 7% diskontne stopnje povrne že v 4,47 letih.

9 LITERATURA

Arkar, C. (2012). Gradbena fizika, gradivo za vaje. Pridobljeno 23.10.2012 s svetovnega spleta: http://www.ee.fs.uni-lj.si/GradbenaFizika/Gradivo_vajeGF_2012.pdf

ARSO (2012). Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno 25.10.2012 s svetovnega spleta: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days.txt in http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/cooling-heating-degree-days_136.txt in <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>

AURE (5/01). Biomasa. Pridobljeno 13.05.2013 s svetovnega spleta: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznjicaAURE/IL5-01.PDF>

AURE (1/16). Priprava tople sanitarne vode. Pridobljeno 30.12.2012 s svetovnega spleta: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznjicaAURE/IL1-16.PDF>

BIOMASA (2013). Lesna biomasa, staro kurivo v sodobni in prijazni preobleki. Pridobljeno 19.02.2013 s svetovnega spleta: <http://www.focus.si/files/Publikacije/biomasa.pdf>

Bizjak F. (2008). Osnove ekonomike podjetja za inženirje. Založba Univerze v Novi Gorici: 259 stran.

Borzen d.o.o., Sodo d.o.o. (2012). Koristni nasveti za izgradnjo manjših elekترم. Pridobljeno 24.04.2013 s svetovnega spleta: http://www.sodo.si/files/400/brosura_v2012.pdf

Borzen (2013). Določanje višine podpor električni energiji proizvedeni iz OVE in SPTE in višine podpor v letu 2013. Pridobljeno 17.02.2013 s svetovnega spleta: http://www.borzen.si/si/cp/Shared%20Documents/Podpore_slo.pdf

Butala, V., Turk, J. (1998). Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije. Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani.

Čibej, J. A. (2006). Investicije. Pridobljeno 13.02.2013 s svetovnega spleta: http://www.erevir.si/Moduli/Clanki/JAC_ppo/JAC_EREVIR_060516_Investicije.pdf

Ekstra lahko kurilno olje v gospodarstvu. Pridobljeno 11.05.2013 s svetovnega spleta: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije/URE/URE1-15.htm>.

Energetska bilanca (2011). Pridobljeno 5.12.2012 s svetovnega spleta: http://www.mg.gov.si/fileadmin/mg.gov.si/pageuploads/Energetika/Porocila/EBRS_2011.pdf.

FERING d.o.o. (2013). Pridobljeno z osebnim stikom s predstavnikom podjetja FERING d.o.o. iz Murske Sobote.

GIS (1998). Analiza potenciala lesne biomase v Sloveniji: GEF.

Gjerkeš, H. (2013). Osebna korespondenca.

Google Earth (2011). Računalniški program Google Earth. Pridobljeno 26.12.2011 s svetovnega spleta: <http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>.

http://www.erevir.si/Moduli/Clanki/JAC_ppo/JAC_EREVIR_060516_Investicije.pdf

Kos, L. (1996). Prehod toplote. Pridobljeno 10.02.2013 s svetovnega spleta: <http://www.lecad.si/~leon/teaching/thermo/node2.html>

Krajnc, N., Kovač, Š. (2003). Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije: Občina Slovenska Bistrica.

Kranjc, N. (2012). Zagotavljanje kakovosti lesnih goriv. Pridobljeno 13.02.2013 s svetovnega spleta: http://gte.gozdis.si/wp-content/uploads/2011/06/Krajnc_kakovost-lesnih-goriv.pdf

LoCaRe (2012). Študija izvedljivosti kogeneracije na lesno biomaso. Pridobljeno 16.02.2013 s svetovnega spleta: http://www.rasora.si/%C5%A0tudija%20izvedljivosti%20pilotne%20ideje%20uporabe%20obnovljivih%20virov%20energije%20-%20kogeneracija%20na%20lesno%20biomaso%20.pdf.ashx?Picture=VSEBINEDO_KUMENTI&KeyID=4731

Poročilo ZGS za leto 2011. Pridobljeno 5.12.2012 s svetovnega spleta: http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/2011_o_gozdovih.pdf.

Potočnik d.o.o. (2013). Pridobljeno 15.11.2013 z osebnim stikom z direktorjem podjetja Potočnik d.o.o.

Prihodnost je obnovljiva! (2005). Pridobljeno 12.05.2013 s svetovnega spleta:
<http://www.focus.si/files/OVEprirocnikL.pdf>.

PURES (2010). Pridobljeno 11.05.2013 s svetovnega spleta:
<http://www.energetskabilanca.si/PURESS>.

SIST EN ISO 13790 (1999). Thermal performance of buildings – Calculation of energy use for heating. European committee for standardisation. Brussels, Belgium.

SIST EN ISO 6946 (1996). Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method. European committee for standardisation, Brussels, Belgium.

SV EVOJ Postojna (2013). Arhiv Slovenske vojske, Enote vojašnice Postojna.

Uradni list RS, št. 77/2009. Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb – priloga 5. Pridobljeno 5.12.2012 s svetovnega spleta:
http://www.uradni-list.si/files/RS_-2009-077-03362-OB~P005-0000.PDF

Zavod za gozdove Slovenije. Pridobljeno 5.12.2012 s svetovnega spleta:
<http://www.zgs.gov.si/slo/obmocne-enote/postojna/o-obmocju/index.html>.

Wikipedia. Pridobljeno 12.3.2014 s svetovnega spleta:
http://sl.wikipedia.org/wiki/Voja%C5%A1nica_barona_Andreja_%C4%8Cehovina.

PRILOGA 1: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE PRI VARIANTI 1

	PRENOVA KOTLOVNICE VARIANTA 1	Diskontna stopnja	Investicija	Letni prihranek	Lastna sredstva	Kredit	Anuiteta - mesečna	Anuiteta - letna	Letni stroški obratovanja	Letni stroški vzdrževanja	Ostali stroški	Letni prihranek pri podražitvi:	Znižanje letnega prihranka
	REALNI DENARNI TOK	7,0%	820.000	243.096	820.000	0	0	0	0	41.000	16.400	232.450	4,38%
	Stanje	skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	LETO	[€]	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
I.	SKUPNI PRIHODKI (1+2)	5.681.918	820.000,00	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89
1.	PRIHODKI	4.861.918	0,00	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89
1.1.	Letni prihranek	4.861.918	0,00	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89
2.	PRIHODKI FINANCIRANJA	820.000	820.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1.	Lastna sredstva	820.000	820.000,00										
2.2.	Kredit	0	0,00										
II.	SKUPNI ODHODKI (3+4+5)	-328.000	-820.000,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00
3.	VREDNOST INVESTICIJE	820.000	820.000,00										
4.	ODHODKI POSLOVANJA	1.205.400	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00
4.1.	Letni stroški obratovanja	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.2.	Letni stroški vzdrževanja	861.000	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00
4.3.	Ostali stroški	344.400	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00
5.	ODHODKI FINANCIRANJA	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.1.	Anuiteta kredita	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diskontna stopnja		7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
	Diskontni faktor		1,00	1,07	1,14	1,23	1,31	1,40	1,50	1,61	1,72	1,84	1,97
III.	Neto skupni donos (I-II)	6.009.918	-820.000,00	173.547,56	162.193,98	151.583,16	141.666,50	132.398,60	123.737,01	115.642,07	108.076,70	101.006,26	94.398,37
IV.	Kumulativni skupni donos	1.147.265	-820.000,00	-646.452,44	-484.258,46	-332.675,30	-191.008,79	-58.610,19	65.126,82	180.768,89	288.845,59	389.851,85	484.250,22

Opomba: Se nadaljuje na naslednji strani.

PRILOGA 1: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE PRI VARIANTI 1

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89
243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89
243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89	243.095,89
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00
57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00
16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
2,10	2,25	2,41	2,58	2,76	2,95	3,16	3,38	3,62	3,87
88.222,78	82.451,20	77.057,19	72.016,07	67.304,74	62.901,62	58.786,56	54.940,71	51.346,46	47.987,35
572.473,00	654.924,19	731.981,39	803.997,45	871.302,19	934.203,81	992.990,37	1.047.931,09	1.099.277,55	1.147.264,90

PRILOGA 2: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE PRI VARIANTI 2

	PRENOVA KOTLOVNICE VARIANTA 2	Diskontna stopnja	Investicija	Letni prihranek	Lastna sredstva	Kredit	Anuiteta - mesečna	Anuiteta - letna	Letni stroški obratovanja	Letni stroški vzdrževanja	Ostali stroški	Letni prihranek pri podražitvi:	Znižanje letnega prihranka
	REALNI DENARNI TOK	7,0%	1.170.000	396.004	1.170.000	0	0	0	0	58.500	23.400	379.013	4,29%
	Stanje	skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	LETO	[€]	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
I.	SKUPNI PRIHODKI (1+2)	9.090.080	1.170.000,00	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02
1.	PRIHODKI	7.920.080	0,00	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02
1.1.	Letni prihranek	7.920.080	0,00	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02
2.	PRIHODKI FINANCIRANJA	1.170.000	1.170.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1.	Lastna sredstva	1.170.000	1.170.000,00										
2.2.	Kredit	0	0,00										
II.	SKUPNI ODHODKI (3+4+5)	-468.000	-1.170.000,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00
3.	VREDNOST INVESTICIJE	1.170.000	1.170.000,00										
4.	ODHODKI POSLOVANJA	1.719.900	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00
4.1.	Letni stroški obratovanja	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.2.	Letni stroški vzdrževanja	1.228.500	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00
4.3.	Ostali stroški	491.400	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00
5.	ODHODKI FINANCIRANJA	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.1.	Anuiteta kredita	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diskontna stopnja		7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
	Diskontni faktor		1,00	1,07	1,14	1,23	1,31	1,40	1,50	1,61	1,72	1,84	1,97
III.	Neto skupni donos (I-II)	9.558.080	-1.170.000,00	293.555,16	274.350,62	256.402,45	239.628,46	223.951,83	209.300,77	195.608,20	182.811,40	170.851,78	159.674,56
IV.	Kumulativni skupni donos	2.157.623	-1.170.000,00	-876.444,84	-602.094,22	-345.691,77	-106.063,32	117.888,51	327.189,29	522.797,49	705.608,89	876.460,66	1.036.135,22

Opomba: Se nadaljuje na naslednji strani.

PRILOGA 2: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE PRI VARIANTI 2

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02
396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02
396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02	396.004,02
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00
81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00
23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
2,10	2,25	2,41	2,58	2,76	2,95	3,16	3,38	3,62	3,87
149.228,56	139.465,94	130.342,00	121.814,96	113.845,75	106.397,90	99.437,29	92.932,05	86.852,38	81.170,45
1.185.363,78	1.324.829,72	1.455.171,73	1.576.986,68	1.690.832,44	1.797.230,34	1.896.667,63	1.989.599,67	2.076.452,05	2.157.622,50

PRILOGA 3: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE IN INVESTICIJ ZA ZNIŽANJE TOPLOTNIH IZGUB PRI VARIANTI 1

	PRENOVA KOTLOVNICE IN INVESTICIJE ZA ZNIŽANJE TOPLOTNIH IZGUB VARIANTA 1	Diskontna stopnja	Investicija	Letni prihranek	Lastna sredstva	Kredit	Anuiteta - mesečna	Anuiteta - letna	Letni stroški obratovanja	Letni stroški vzdrževanja	Ostali stroški	Letni prihranek pri podražitvi	Znižanje letnega prihranka
	REALNI DENARNI TOK	7,0%	1.937.684	265.866	1.937.684	0	0	0	0	41.000	16.400	259.774	2,29%
	Stanje	skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	LETO	[€]	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
I.	SKUPNI PRIHODKI (1+2)	7.255.005	1.937.684,34	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01
1.	PRIHODKI	5.317.320	0,00	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01
1.1.	Letni prihranek	5.317.320	0,00	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01
2.	PRIHODKI FINANCIRANJA	1.937.684	1.937.684,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1.	Lastna sredstva	1.937.684	1.937.684,34										
2.2.	Kredit	0	0,00										
II.	SKUPNI ODHODKI (3+4+5)	789.684	-1.937.684,34	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00
3.	VREDNOST INVESTICIJE	1.937.684	1.937.684,34										
4.	ODHODKI POSLOVANJA	1.205.400	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00
4.1.	Letni stroški obratovanja	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.2.	Letni stroški vzdrževanja	861.000	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00
4.3.	Ostali stroški	344.400	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00
5.	ODHODKI FINANCIRANJA	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.1.	Anuiteta kredita	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diskontna stopnja		7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
	Diskontni faktor		1,00	1,07	1,14	1,23	1,31	1,40	1,50	1,61	1,72	1,84	1,97
III.	Neto skupni donos (I-II)	6.465.320	-1.937.684,34	194.828,05	182.082,29	170.170,36	159.037,72	148.633,39	138.909,71	129.822,16	121.329,12	113.391,70	105.973,55
IV.	Kumulativni skupni donos	270.808	-1.937.684,34	-1.742.856,29	-1.560.774,00	-1.390.603,64	-1.231.565,92	-1.082.932,53	-944.022,82	-814.200,67	-692.871,55	-579.479,85	-473.506,30

Opomba: Se nadaljuje na naslednji strani.

PRILOGA 3: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE IN INVESTICIJ ZA ZNIŽANJE TOPLOTNIH IZGUB PRI VARIANTI 1

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01
265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01
265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01	265.866,01
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00	-57.400,00
57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00	57.400,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00	41.000,00
16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00	16.400,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
2,10	2,25	2,41	2,58	2,76	2,95	3,16	3,38	3,62	3,87
99.040,70	92.561,40	86.505,98	80.846,71	75.557,68	70.614,65	65.995,00	61.677,57	57.642,59	53.871,58
-374.465,60	-281.904,20	-195.398,22	-114.551,50	-38.993,83	31.620,83	97.615,83	159.293,40	216.935,99	270.807,57

PRILOGA 4: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE IN INVESTICIJ ZA ZNIŽANJE TOPLOTNIH IZGUB PRI VARIANTI 2

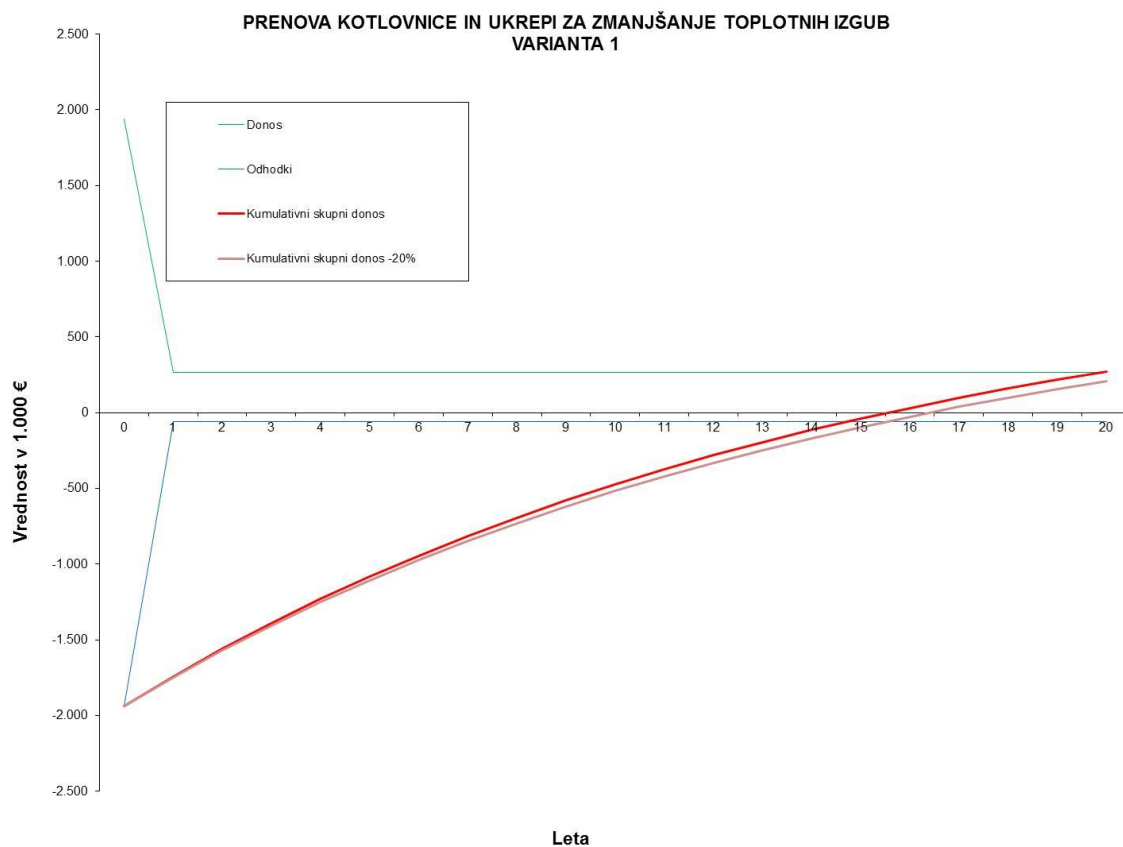
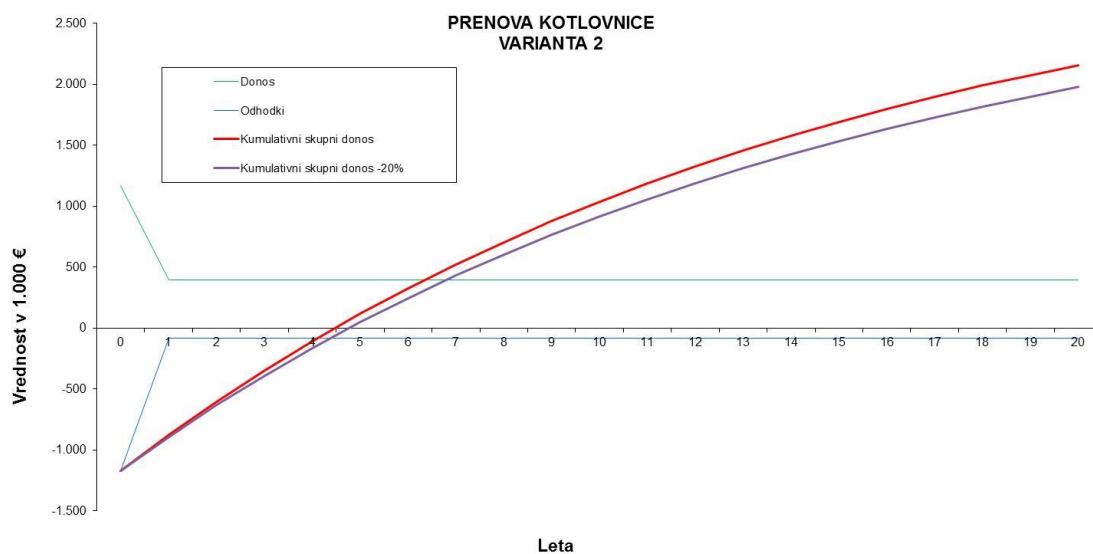
	PRENOVA KOTLOVNICE IN INVESTICIJE ZA ZNIŽANJE TOPLOTNIH IZGUB VARIANTA 2	Diskontna stopnja	Investicija	Letni prihranek	Lastna sredstva	Kredit	Anuiteta - mesečna	Anuiteta - letna	Letni stroški obratovanja	Letni stroški vzdrževanja	Ostali stroški	Letni prihranek pri podražitvi:	Znižanje letnega prihranka
	REALNI DENARNI TOK	7,0%	2.705.215	437.315	2.705.215	0	0	0	0	58.500	23.400	428.586	2,00%
	Stanje	skupaj	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	LETO	[€]	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
I.	SKUPNI PRIHODKI (1+2)	11.451.507	2.705.214,70	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59
1.	PRIHODKI	8.746.292	0,00	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59
1.1.	Letni prihranek	8.746.292	0,00	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59
2.	PRIHODKI FINANCIRANJA	2.705.215	2.705.214,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1.	Lastna sredstva	2.705.215	2.705.214,70										
2.2.	Kredit	0	0,00										
II.	SKUPNI ODHODKI (3+4+5)	1.067.215	-2.705.214,70	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00
3.	VREDNOST INVESTICIJE	2.705.215	2.705.214,70										
4.	ODHODKI POSLOVANJA	1.719.900	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00
4.1.	Letni stroški obratovanja	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.2.	Letni stroški vzdrževanja	1.228.500	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00
4.3.	Ostali stroški	491.400	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00
5.	ODHODKI FINANCIRANJA	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.1.	Anuiteta kredita	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diskontna stopnja		7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
	Diskontni faktor		1,00	1,07	1,14	1,23	1,31	1,40	1,50	1,61	1,72	1,84	1,97
III.	Neto skupni donos (I-II)	10.384.292	-2.705.214,70	332.163,17	310.432,87	290.124,18	271.144,09	253.405,69	236.827,75	221.334,35	206.854,53	193.321,99	180.674,76
IV.	Kumulativni skupni donos	1.060.053	-2.705.214,70	-2.373.051,53	-2.062.618,66	-1.772.494,48	-1.501.350,39	-1.247.944,70	-1.011.116,95	-789.782,60	-582.928,08	-389.606,09	-208.931,33

Opomba: Se nadaljuje na naslednji strani.

PRILOGA 4: SKUPNI REALNI DENARNI TOK PRENOVE KOTLOVNICE IN INVESTICIJ ZA ZNIŽANJE TOPLOTNIH IZGUB PRI VARIANTI 2

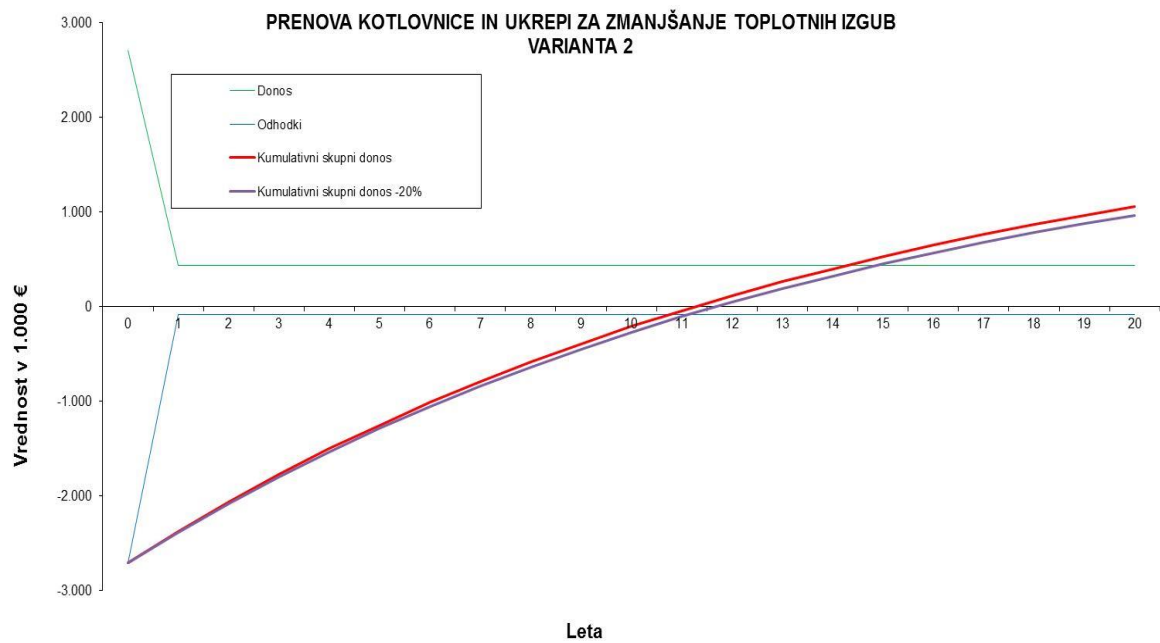
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59
437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59
437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59	437.314,59
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00	-81.900,00
81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00	81.900,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00	58.500,00
23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00	23.400,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
2,10	2,25	2,41	2,58	2,76	2,95	3,16	3,38	3,62	3,87
168.854,91	157.808,33	147.484,42	137.835,91	128.818,60	120.391,22	112.515,16	105.154,35	98.275,10	91.845,88
-40.076,42	117.731,91	265.216,33	403.052,24	531.870,84	652.262,06	764.777,22	869.931,57	968.206,67	1.060.052,55

PRILOGA 5: DONOSNOST PROJEKTOV

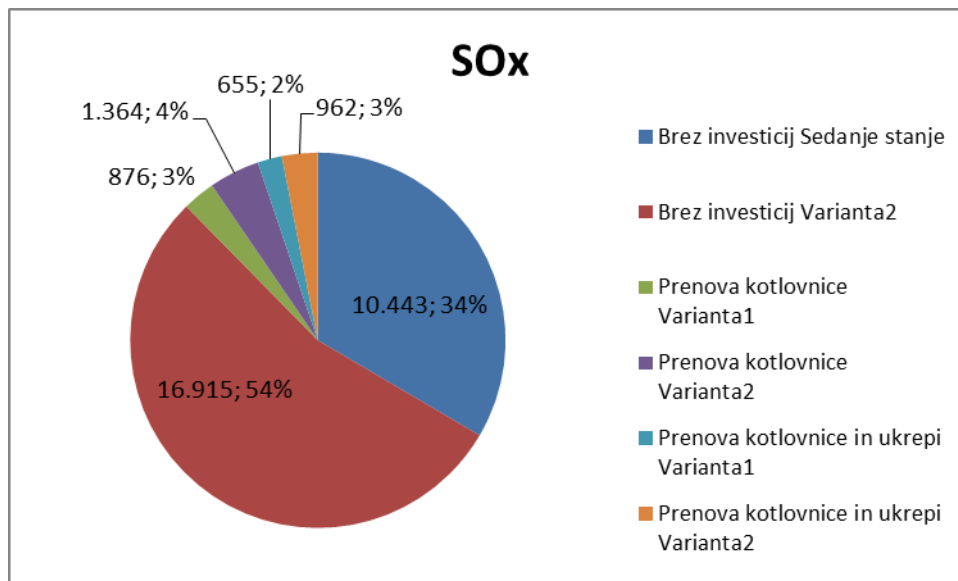
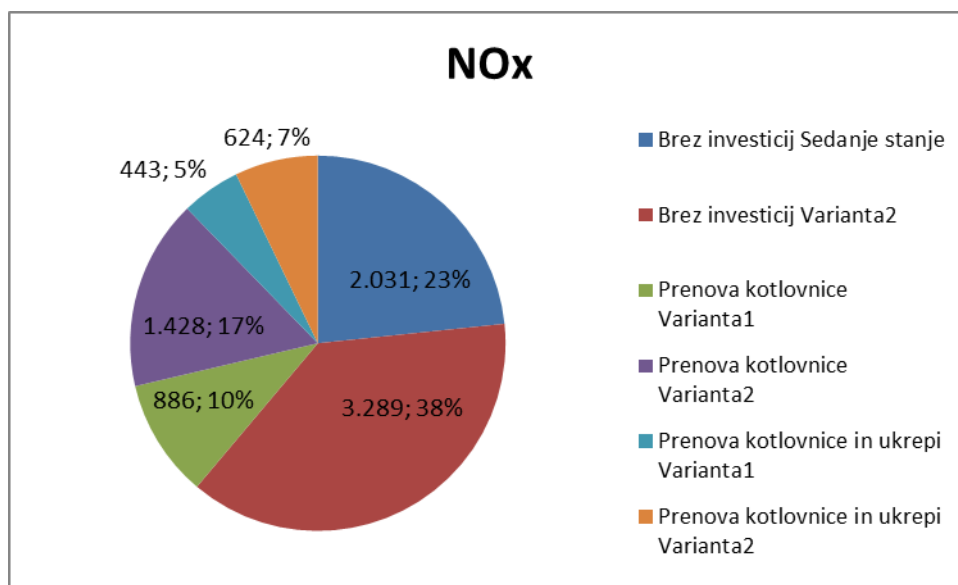


Opomba: Se nadaljuje na naslednji strani.

PRILOGA 5: DONOSNOST PROJEKTOV



PRILOGA 6: PRIMERJAVA EMISIJ SNOVI V ZRAK



Opomba: Se nadaljuje na naslednji strani.

PRILOGA 6: PRIMERJAVA EMISIJ SNOVI V ZRAK

