

NOVELACIJA RAZŠIRJENEGA ENERGETSKEGA PREGLEDA Končno poročilo

Slovensko narodno gledališče Maribor

Slovenska ulica 27, 2000 Maribor

Ljubljana, april 2023

Naziv projekta:	NOVELACIJA RAZŠIRJENEGA ENERGETSKEGA PREGLEDA Slovensko narodno gledališče Maribor Slovenska ulica 27, 2000 Maribor
Št. projekta:	462/2023
Datum:	April 2023
Naročnik:	Republika Slovenija Ministrstvo za kulturo Maistrova ulica 10, 1000 Ljubljana
Izvajalec:	GE PROJEKT d.o.o. Stegne 21C 1000 Ljubljana
Vodja projekta:	Branko Medvešek, univ. dipl. inž. str.
Avtorji:	Jan Lavrič, abs. str. Blaž Černetič, dipl. inž. str. Jakob Lipar, mag. inž. str. Marko Draksler, mag. inž. str. Branko Medvešek, univ. dipl. inž. str. Renato Rerečič, univ. dipl. inž. el.
Žig in podpis:	Direktor: Branko Medvešek, univ. dipl. inž. str.

1. UVODNA POJASNILA

Predmet elaborata je energetske pregled stavbe »Slovensko narodno gledališče Maribor«. Stavba se nahaja na lokaciji Slovenska ulica 27, 2000 Maribor.

Novelacija razširjenega energetskega pregleda se navezuje na obstoječi Razširjeni energetski pregled z naslovom »Razširjen energetski pregled: Slovensko narodno gledališče Maribor, s številko projekta 0436, EUTRIP, d.o.o., november 2022.

Razširjen energetski pregled mora opisovati zadnje stanje objekta in predvidene energetske sanacije, zato so v novelaciji vključene le vsebine, ki se spremenijo glede na prvotno izdelan energetski pregled. Te vsebine so:

- Analiza energetskih tokov v stavbi (izračunano skladno z metodologijo in programskim paketom PURES 3)
- Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov (določitev ukrepov energetske sanacije, prihrankov energije in investicij).

Nove vsebine nadomeščajo sledeče poglavja iz Osnovnega REPa:

- 8: Analiza energetskih tokov v stavbi
- 11: Ocena izvedljivosti investicijskih ukrepov.
- Priloge: Elaborati/izkazi skladno s PURES 3

Razširjen energetski pregled je izdelan po metodologiji za izvedbo razširjenega energetskega pregleda in Priročnika za izvajalce energetskih pregledov. Podlaga za izdelavo energetskega pregleda so ažurni, izmerjeni in sledljivi obratovalni podatki o porabi energije v stavbi (ali kompleksu stavb) končnega odjemalca.

2. OCENA IZVEDLJIVOSTI INVESTICIJSKIH UKREPOV

Potrebno se je zavedati, da so omejene porabe energije, prihranki, vračilne dobe in ostale karakteristike stavbe izračunane pri določenih predpostavkah in robnih pogojih:

- projektni temperaturni primanjkljaj za Maribor = 3300 K*dan,
- cena zemeljskega plina – 49,15 EUR/MWh brez DDV,
- cena električne energije – 85,58 EUR/MWh brez DDV.

Referenčne vrednosti porab in stroškov električne energije ter energenta za toploto (ZP) so določene na podlagi povprečnih rab in stroškov v obdobju med 2019 in 2021. Cena energentov je določena kot razmerje med referenčnimi stroški in porabami posameznega energenta.

Za pripravo tople sanitarne vode se uporabljajo električna energija preko lokalnih bojlerjev. Prihranke toplote smo izračunali s pomočjo programskega orodja PURES 3 ter preko standardov in priročnikov, namenjenim energetske prenovi stavb.

Preglednica 2.1: Referenčne vrednosti porab, stroškov in cen

REFERENČNE VREDNOSTI	Poraba		Cena	Strošek	
	MWh	Opis	EUR/MWh	EUR	Opis
Električna energija	807,69	Povprečje 2019-2021	85,58	69.124	Povprečje 2019-2021
ZP	1.351,24	Povprečje 2019-2021	49,15	66.407	Povprečje 2019-2021

Celovita sanacija toplotnega ovoja

Sanacija strehe

Med elementi ovoja stavbe je pogosto streha oziroma strop proti neogrevanemu prostoru tisti konstrukcijski element, skozi katerega uide največ toplote.

Predvideni ukrep zajema izvedbo toplotne izolacije debeline skupne debeline 30 cm (npr.: steklena volna) v konstrukcijo poševne strehe z notranje strani na površine kjer je možen dostop v podstrešje ali mansardne prostore z izvedbo večslojnega sistema (toplotna izolacija + Alu podkonstrukcija + mavčno-kartonske plošče), menjavo kritine ter izvedbo toplotne izolacije debeline (npr.: kamena volna) v prezračevalnih komorah po celotni površini vključno s pritrdilnim materialom na armirano betonski strop sedežnih podestov v veliki in mali dvorani.

Vgrajena toplotna izolacija in končna konstrukcija mora izpolnjevati zahteve PURES glede prehodnosti strehe/stropa $\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ukrep zahteva podrobnejšo projektno obdelavo v sklopu priprave PZI, ki mora biti pripravljen z upoštevanjem kulturnovarstvenih pogojev oz. usmeritev.

Preglednica 2.2: Ocena izvedljivosti sanacije strehe

Zmanjšanje porabe ZP	41,84	MWh/leto
Prihranek pri stroških	2.056	EUR/leto
Strošek investicije	366.864	EUR
Enostavna vračilna doba	178,4	leto
Zmanjšanje emisij CO₂	9,2	t/leto

Preglednica 2.3: Terminski plan ter težavnost in tveganje izvedbe sanacije strehe

Terminski plan uvajanja v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	X		
Težavnost (nizka, srednja, visoka)			srednja
Tveganje (nizko, srednje, visoko)			srednje

Stavbno pohištvo

Zamenjava oken z novimi ALU okni:

Predviden ukrep zajema odstranitev obstoječih oken in montaža ali vgradnja aluminijских oken enakih oblik in velikosti z dvoslojno termopan zasteklitev, toplotne prehodnosti $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ ter zunanji senčili na elektro pogon. Ukrep zajema tudi vgradnjo novih aluminijastih strešnih oken enakih oblik in velikosti, toplotne prehodnosti $U = 0,8 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, v mansardnih oziroma strešnih prostorih. Na severni stran fasade je zaradi konstrukcijske neustreznosti potrebna odstranitev obstoječih podokenskih panelov. Nastale odprtine (parapetni zid) se pozidajo z plinobetonom in izolirajo skladno z ukrepi na fasadnem ovoju.

Zamenjava zunanjih vrat z novimi ALU vrati:

Predviden ukrep zajema odstranitev obstoječih zunanjih vrat in montaža ali vgradnja novih aluminijских vrat toplotne prehodnosti $U = 1,5 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, enakih oblik in velikost.

Izvedba steklenih sten z drsnimi avtomatskimi vrati v pritličju prostora – avla pri glavnem vhodu II. etape:

Predviden ukrep zajema vgradnjo in rekonstrukcijo steklenih sten z avtomatsko drsnimi dvokrilnimi vhodnimi vrati v prostoru - Avla II. Etape ob glavnem vhodu. V ceno zamenjave zunanjega stavbnega pohištva je vključena demontaža obstoječih oken in vrat, dobava in vgradnja novih skladno z RAL smernicami ter kulturnovarstvenimi navodili za izvedbo,

vgradnja novih zunanjih in notranjih polic, popravilo špalet in vgradnja kamnitega okenskega okvirja iz domačega sivega apnenca po vzoru in detajlu obstoječih tam, kjer je predvideno skladno z načrti.

V ceno zamenjave zunanjega stavbnega pohištva je vključena demontaža obstoječih oken, dobava in vgradnja novih skladno z RAL smernicami ter kulturnovarstvenimi navodili za izvedbo, dobava in vgradnja notranjih oz. zunanjih senčil skladno z določili kulturnovarstvenimi smernicami, vgradnja novih zunanjih in notranjih polic in popravilo špalet.

Preglednica 2.4: Ocena izvedljivosti sanacije toplotnega ovoja

Zmanjšanje porabe ZP	67,01	MWh/leto
Prihranek pri stroških	3.293	EUR/leto
Strošek investicije	497.732	EUR
Enostavna vračilna doba	151,1	leto
Zmanjšanje emisij CO2	14,7	t/leto

Preglednica 2.5: Terminski plan ter težavnost in tveganje izvedbe sanacije ovoja

Terminski plan uvajanja v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	X		
Težavnost (nizka, srednja, visoka)			srednja
Tveganje (nizko, srednje, visoko)			srednje

Preglednica 2.6: Ocena izvedljivosti sanacije toplotnega ovoja

Zmanjšanje porabe ZP	108,84	MWh/leto
Prihranek pri stroških	5.349	EUR/leto
Strošek investicije	864.596	EUR
Enostavna vračilna doba	161,6	leto
Zmanjšanje emisij CO2	23,9	t/leto

Preglednica 2.7: Terminski plan ter težavnost in tveganje izvedbe sanacije toplotnega ovoja

Terminski plan uvajanja v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	X		
Težavnost (nizka, srednja, visoka)			srednja
Tveganje (nizko, srednje, visoko)			srednje

Posodobitev prezračevanja

Stavba je delno klimatizirana s centralnim absorpcijskim sistemom hlajenja za predele dvorane. Omenjen sistem klimatizacije je zastarel, potraten in ima potencialne za prihranke. S sodobnimi sistemi hlajenja/ogrevanja, z delovanjem toplotnih črpalk se izboljša sistem hlajenja in prihrani na proizvodnji toplotne in električne energije.

Za izboljšanje toplotnega udobja v poletnem obdobju bi bilo potrebno celotno stavbo pohlajevati ali ustrezno toplotno izolirati in zatesniti toplotni ovoj stavbe. Vgradnja novega hladilnega sistema ne prinaša energijskih prihrankov, zato predlagamo, da se v sklopu vgradnje prezračevalnih naprav predvidi pohlajevanje preko prezračevalnih naprav. V prostorih, kjer je zahtevana kontrolirana klima, pa predlagamo, da se vgradijo dodatni sistemi (razvlaževalci in vlažilci), ki bodo ustrezno uravnavali mikroklimo v prostoru, glede na željene parametre.

Obstoječe vlaženje zraka:

- neracionalno z obstoječim kotlom G ~ 2.000 kg/h pare 0,5 bar.
- določiti je potrebno lokacijo prostorov, kjer je potreba po vlaženju zraka (oder, dvorane za vaje).
- vlaženje zraka v obstoječih klimatskih napravah III. etape ne deluje kot bi bilo potrebno, zaradi dotrajanosti delovanja sistema z neustrezno (trdo) vodo je potrebno zaradi kvalitete zraka urediti vlaženje v prostoru, kjer so prisotni nastopajoči.

Glede na potrebe po količini pare se določi ali vlaženje z lokalnimi el. vlažilci ali manjši plinski kotel. Pomembno je upoštevati električne priključne moči vlažilcev.

Zamenjava klimatskih naprav in ventilatorjev I. etape:

- Prezračevalne klimatske naprave v predelu I. etape so bile vgrajene leta 1982 in ne vsebujejo rekuperacije toplotne energije.

Zamenjava in rekonstrukcija prezračevalnega sistema II. etape

- Prezračevalne klimatske naprave v predelu II. etape so bile vgrajene leta 1987 v katerih je izkoristek rekuperacije toplotne energije manjši od 40%.

Servisno vzdrževanje in vlaženje prezračevalnega sistema III. etape

- Prezračevalne klimatske naprave v predelu III. etape so bile vgrajene leta 1994. Skupno je nameščenih 8 naprav, na katerih je potrebno opraviti servisno vzdrževana dela.
- Z ukrepom vzdrževanja so prihranki minimalni, vendar so nujno potrebni za tekoče in zanesljivo delovanje naprav. Na podlagi obstoječega stanja se bistveno izboljšajo delovni pogoji v stavbi.

Preglednica 2.8: Ocena izvedljivosti posodobitve prezračevanja

Zmanjšanje porabe ZP	435,37	MWh/leto
Zmanjšanje porabe EE	26,32	MWh/leto
Prihranek pri stroških	23.649	EUR/leto
Strošek investicije	738.848	EUR
Enostavna vračilna doba	31,2	leto
Zmanjšanje emisij CO2	106,8	t/leto

Preglednica 2.9: Terminski plan ter težavnost in tveganje izvedbe posodobitve prezračevanja

Terminski plan uvajanja v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	X		
Težavnost (nizka, srednja, visoka)			visoka
Tveganje (nizko, srednje, visoko)			srednje

Centralni nadzorni sistem, energetski monitoring

Trenutno v stavbi učnih delavnic ne obvladujejo vseh energetskih tokov, tako da bi centralni nadzorni sistem v veliki meri omogočil sprotni nadzor nad porabo energentov in ločevanje posameznih segmentov, kjer ni potrošnje.

Nadzorni sistem je sestavljen iz števecv električne in toplotne energije, zaznaval in naprav za daljinski prenos podatkov. Predvideno je spremljanje (histografiranje) parametrov in alarmiranje pri posameznih parametrih.

Prihranek je možno doseči s sprotno analizo porabe energentov.

Investicija v centralni nadzorni sistem je lahko zelo različna, saj so velike razlike v kvaliteti in količini opreme ter avtomatiziranosti sistema (programska oprema). Pri investiciji smo izbrali srednjo varianto, ki omogoča realizacijo zgornjih zahtev.

V investicijski oceni je zajeto:

- Nadgradnja obstoječe programske in strojne oprema z licencami (PC, Scada), mrežni analizator,
- priklop naprav za zajem podatkov (števci električne in toplotne energije) na komunikacijsko omrežje,
- avtomatska regulacija ogrevalnega/hlailnega sistema (inštalacijska oprema, razdelilnik in stikalna oprema, krmilna oprema, komunikacijska oprema)
- avtomatska regulacija prezračevalnega sistema (razdelilnik, krmilna oprema),
- programiranje, parametriranje,
- mesečni najem omrežnih podatkovnih storitev dobaviteljev energentov,
- izvajanje energetskega knjigovodstva.

Višina investicije lahko občutno niha, kljub temu pa ocenjujemo, da bi z izbrano investicijo zadostili pogojem, ki omogočajo ustrezen nadzor porabe energentov in je podlaga za njihovo analizo. Pričakujemo prihranke v višini 5 %.

Preglednica 2.10: Ocena izvedljivosti vgradnje CNS

Zmanjšanje porabe ZP	67,56	MWh/leto
Zmanjšanje porabe EE	40,38	MWh/leto
Prihranek	6.777	EUR/leto
Strošek investicije	72.135	EUR
Enostavna vračilna doba	10,6	leto
Zmanjšanje emisij CO2	31,8	t/leto

Preglednica 2.11: Terminski plan ter težavnost in tveganje vgradnje CNS

Terminski plan uvedbe v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			X
Težavnost (nizka, srednja, visoka)			srednja
Tveganje (nizko, srednje, visoko)			nizko

Sanacija razsvetljave

Osvetlitev delovnih mest in prostorov je eden od osnovnih pogojev za varno in kvalitetno delo in bivanje v objektu. Osnovno vodilo pri uvajanju ukrepov na področju učinkovite rabe električne energije za razsvetljavo je, da se kvaliteta osvetljenosti ne sme poslabšati, ostati mora enaka, ali boljša oziroma mora biti v skladu s Pravilnikom o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnem mestu in pripadajočimi standardi.

Pri novih menjavah, bi bilo potrebno predvideti menjavo fluorescentnih svetilk z novjšimi LED sijalkami, ki v primerjavi s klasičnimi fluorescentnimi svetilkami z EM dušilkami prihrani do 50 % električne energije. Žarnice z žarilno nitko in halogenske sijalke naj se zamenjajo z varčnimi kompaktnimi fluorescenčnimi sijalkami ali LED sijalkami. V prostorih z občasno zasedenostjo bi bilo potrebno predvideti vgradnjo senzorjev prisotnosti.

Ukrep vključuje demontažo obstoječih svetilk v vseh prostorih s stalno prisotnostjo uporabnikov objekta ter dobavo in montažo novih svetilk po sistemu menjave 1 za 1. Napajanje novih svetilk in prižiganje ostane nespremenjeno. V investiciji je zajet strošek vgradnje senzorjev prisotnosti in zamenjava starih svetilk z novimi svetilkami z elektronsko predstikalno napravo ali LED, vendar le za doseg sedanjih parametrov svetilnosti:

- demontaža starih svetilk in odvoz na deponijo,
- zamenjava klasičnih in halogenskih žarnic,
- zamenjava zastarelih T8 svetilk in sijalk,
- zamenjava starih svetilk, kjer je osvetljenost prostorov neustrezna,
- izvedba potrebnih elektro inštalacij.

Ukrep zajema tudi posodobitev odrske razsvetljave na energetsko učinkovito z LED svetili. Pri prehodu s konvencionalne odrske razsvetljave na LED tehnologijo se mora upoštevati, da se nadomešča profesionalno opremo z enakovredno v LED tehnologiji. Pri uvedbi sodobnih svetil bo potrebno obstoječo krmilno opremo dopolniti s krmilnimi DMX računalniki – konzolami, kot so npr. od proizvajalca ETC; tip EOS Ti (Stara dvorana in Velika dvorana), EOS Gio (Mali oder), EOS ION XE (Komorni oder in Kazinska dvorana). Obstoječa inteligentna svetila je smiselno nadomestiti z močnejšimi, primerno sodobnemu času. Potrebna bo predelava obstoječih zatemnilnih sistemov (dimmerjev) v direktno napajanje, prav tako bo treba izvesti instalacijo DMX – Ethernet krmilnih povezav.

Preglednica 2.12: Ocena izvedljivosti sanacije razsvetljave

Zmanjšanje porabe EE	129,82	MWh/leto
Prihranek pri stroških	11.110	EUR/leto
Strošek investicije	2.932.507	EUR
Enostavna vračilna doba	264,0	leto
Zmanjšanje emisij CO2	54,5	t/leto

Preglednica 2.13: Terminski plan ter težavnost in tveganje sanacije razsvetljave

Terminski plan uvedbe v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	X		
Zahtevnost (nizka, srednja, visoka)			visoka
Tveganje (nizko, srednje, visoko)			srednje

Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje

Na radiatorjih so nameščeni ročni večinoma ventili. Predlaga se vgradnja termostatskih ventilov z regulatorjem diferenčnega tlaka, na vseh radiatorjih. Obstoječe termostatske glave se ohrani, kolikor ustrezajo predlaganim termostatskim ventilom. Sama centralna regulacija temperature ne zagotavlja doseganje želenih temperatur v vseh prostorih, še posebej če ogrevalni sistem ni natančno projektiran in izveden. Regulacija ogrevanja prostorov z ročnimi ventili na ogrevalih je zelo groba in z vidika energijske učinkovitosti slaba. Investicija v ta ukrep učinkovite rabe energije se hitro povrne, saj lahko na ta način prihranimo do 15 % toplotne energije.

Ocenjujemo, da lahko z ustrezno nastavitvijo ventilov na 20-23 °C (blokada glave) prihranimo do 5 % toplotne energije potrebne za ogrevanje prostorov.

V investicijski oceni je zajeto:

- demontaža starih ročnih in termostatskih ventilov z prednastavitvijo ,
- dobava in montaža novih termostatskih ventilov z regulatorjem diferenčnega tlaka

Preglednica 2.14: Ocena izvedljivosti vgradnje termostatskih ventilov

Zmanjšanje porabe ZP	67,56	MWh/leto
Prihranek pri stroških	3.320	EUR/leto
Strošek investicije	58.525	EUR
Enostavna vračilna doba	17,6	leto
Zmanjšanje emisij CO2	14,9	t/leto

Preglednica 2.15: Terminski plan ter težavnost in tveganje vgradnje termostatskih ventilov

Terminski plan uvajanja v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
X			
Težavnost (nizka, srednja, visoka)			nizka
Tveganje (nizko, srednje, visoko)			nizko

Vgradnja toplotne črpalke

Predlagamo vgradnjo toplotne črpalke zrak/voda, ki se bo v poletnih mesecih lahko uporabila tudi za pripravo hladilne energije in TSV. Za rezervo in pokrivanje konic pa lahko skrbi plinski kotel, ki pa lahko služi tudi kot glavni vir v primeru nižje cene energije.

V sklopu ukrepa vgradnje TČ predlagamo, da se predvidi vgradnja sodobnega CNS sistema s krmilniki in ostalih potrebnih naprav za optimalno in energetska učinkovito delovanje naprav, hladilnega in ogrevalnega sistema.

V investicijski oceni je zajeto:

- nabava in vgradnja cevne razvoda,
- nabava in vgradnja reverzibilne toplotne črpalke zrak/voda,
- potrebni preboji v gradbeno konstrukcijo za razvod,
- montaža in ostali material potreben za izvedbo »na ključ«.

Preglednica 2.16: Ocena izvedljivosti vgraditve toplotne črpalke

Zmanjšanje porabe ZP	1351,24	MWh/leto
Zmanjšanje porabe EE	-474,87	MWh/leto
Prihranek pri stroških	25.766	EUR/leto
Strošek investicije	387.468	EUR
Enostavna vračilna doba	15,0	leto
Zmanjšanje emisij CO2	97,8	t/leto

Preglednica 2.17: Terminski plan ter težavnost in tveganje vgradnje toplotne črpalke

Terminski plan uvedbe v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
	X		
Zahtevnost (nizka, srednja, visoka)		srednja	
Tveganje (nizko, srednje, visoko)		srednje	

Organizacijski ukrepi

Osveščanje in nadzor nad porabo toplotne energije in vode v stavbi:

- kontrola odprtosti oken in vrat,
- kontrola termostatskih ventilov,
- pravilno prezračevanje,
- ekonomična raba sveže vode,
- ugašanje luči,
- izklop računalnikov in ostalih naprav ostalih naprav v času nedelovanja in ob koncu delovnega dne,
- zamenjava iztrošenih električnih aparatov z razredom energetske učinkovitosti "A" s sodobnejšimi energetsko učinkovitejšimi napravami z bistveno manjšo porabo električne energije, kar je še posebej pomembno pri pogostejše delujočih porabnikih električne energije,
- spremljanje porabe energije.

Preglednica 2.18: Ocena izvedljivosti uvedbe organizacijskih ukrepov

Zmanjšanje porabe ZP	67,56	MWh/leto
Zmanjšanje porabe EE	40,38	MWh/leto
Prihranek	6.777	EUR/leto
Strošek investicije	0	EUR
Enostavna vračilna doba	0,0	leto
Zmanjšanje emisij CO2	31,8	t/leto

Preglednica 2.19: Terminski plan ter težavnost in tveganje uvedbe organizacijskih ukrepov

Terminski plan uvedbe v mesecih			
0 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 24
			X
Težavnost (nizka, srednja, visoka)			srednja
Tveganje (nizko, srednje, visoko)			nizko

Povzetek ukrepov scenarija celovite energetske prenove

V nadaljevanju so predstavljeni posamezni ukrepi scenarija in njihovi učinki pri individualni izvedbi brez upoštevanja medsebojne soodvisnosti izvedbe ukrepov.

Preglednica 2.20: Povzetek ukrepov scenarija celovite energetske prenove

Povzetek ukrepov	Investicija	Prihranek ZP	Prihranek Elektrike	Prihranek pri stroških za energente	Enostavna vračilna doba	Trajanje uvedbe	Zahtevnost	Tveganje	Ekološka presoja	Prioriteta	Zmanjšanje emisij CO2
Enota	EUR	MWh/leto	MWh/leto	EUR/leto	leto	mesec	/	/	/	/	tCO2/leto
Celovita sanacija toplotnega ovoja	864.596	108,84	0	5.349	161,6	3 - 6	srednja	srednje	primerno	1	23,95
Posodobitev prezračevanja	738.848	435,37	26,32	23.649	31,2	3 - 6	visoka	srednje	primerno	1	106,84
Sanacija razsvetljave	2.932.507	0	129,82	11.110	264,0	3 - 6	visoka	srednje	primerno	1	54,52
CNS	72.135	67,56	40,38	6.777	10,6	12 - 24	srednja	nizko	primerno	1	31,83
Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	58.525	67,56	0	3.320	17,6	0 - 3	nizka	nizko	primerno	1	14,86
Organizacijski ukrepi	0	67,56	40,38	6.777	0,0	12 - 24	srednja	nizko	primerno	1	31,83
Vgradnja toplotne črpalke	387.468	1351,24	-474,87	25.766	15,0	3 - 6	srednja	srednje	primerno	1	97,83

Scenarij celovite energetske prenove

Glede na cilje strategije Slovenije v tekoči perspektivi, kjer je predvidena celovita sanacija objektov, je v nadaljevanju prikazana varianta z upoštevanjem soodvisnosti ukrepov.

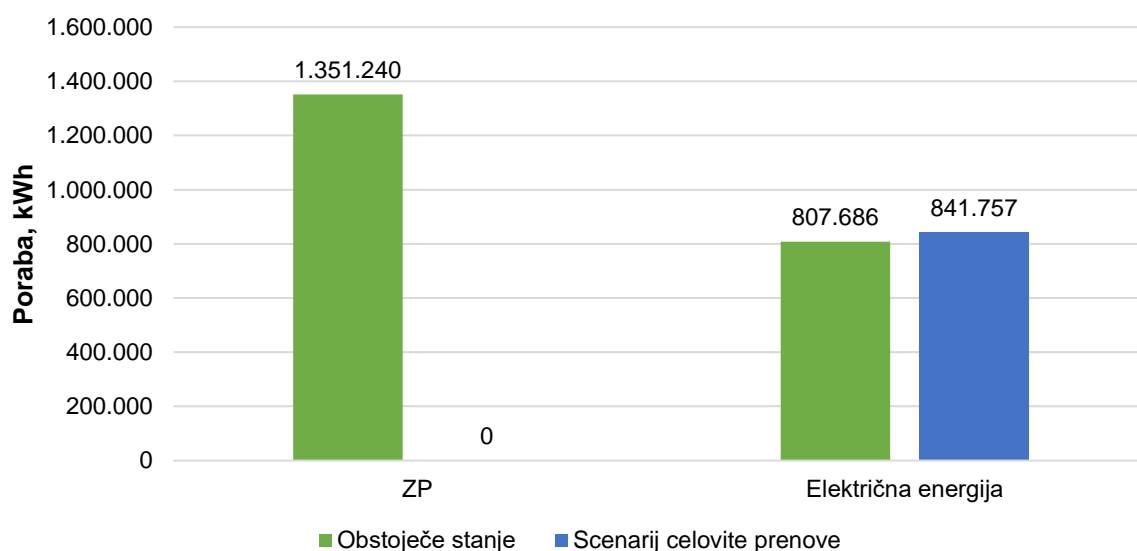
V nadaljevanju so naštet ukrepi, ki so zajeti v scenariju energetske prenove stavbe:

- Celovita sanacija toplotnega ovoja
- Posodobitev prezračevanja
- CNS
- Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje
- Organizacijski ukrepi
- Vgradnja toplotne črpalke

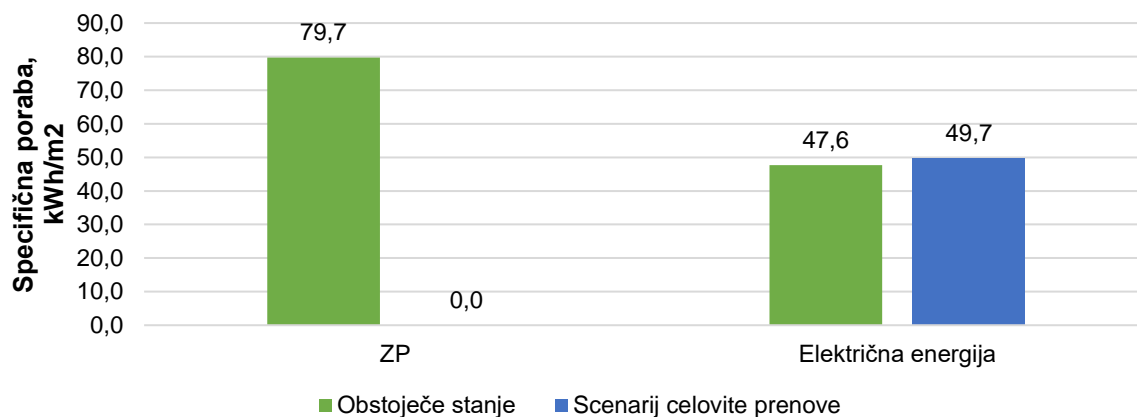
V scenariju energetske prenove stavbe je prikazan in upoštevan medsebojni vpliv posameznih ukrepov, oziroma t.i. soodvisnost ukrepov. Učinki soodvisnosti so prikazani v spodnji preglednici soodvisnosti.

Preglednica 2.21: Učinki scenarija celovite energetske prenove

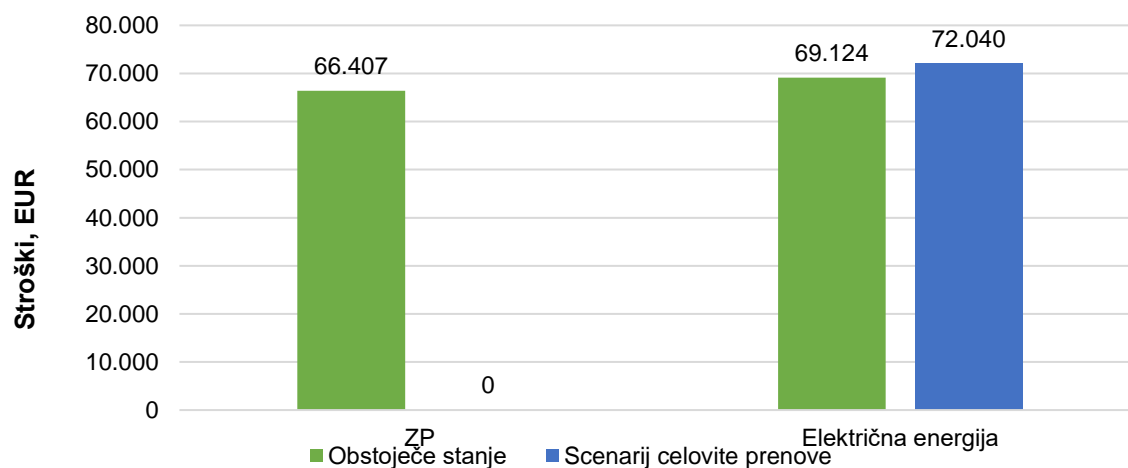
	SC	Enote
Zmanjšanje porabe ZP	1.351,2	MWh/leto
Zmanjšanje porabe EE	-34,1	MWh/leto
Prihranek	63.491	EUR/leto
Strošek investicije	5.054.079	EUR
Enostavna vračilna doba	79,6	leto
Zmanjšanje emisij CO ₂	283,0	t/leto



Slika 2.1: Poraba in proizvodnja energentov



Slika 2.2: Specifična poraba in proizvodnja energentov



Slika 2.3: Stroški za energente

Preglednica 2.22: Scenarij celovite energetske prenove z upoštevanjem odvisnosti ukrepov

Scenarij celovite prenove	ZP			Električna energija			Strošek			
	Relativni prihranek energenta	Prihranek energenta	Poraba energenta po uvedbi ukrepa	Relativni prihranek energenta	Prihranek energenta	Poraba energenta po uvedbi ukrepa	Prihranek	Stroški energentov po uvedbi ukrepa	Investicija	Enostavna vračilna doba
	%	kWh/a	kWh/a	%	kWh/a	kWh/a	EUR	EUR	EUR	leta
Obstoječe stanje	/	/	1.351.240	/	/	807.686	/	135.531	/	/
Celovita sanacija toplotnega ovoja	8,1%	108.843	1.242.396	0,0%	0	807.686	5.349	130.182	864.596	161,6
Posodobitev klimata	32,2%	400.304	842.092	3,3%	26.318	781.368	21.925	108.256	738.848	33,7
Sanacija razsvetljave	0,0%	0	842.092	16,6%	129.815	651.553	11.110	97.146	2.932.507	264,0
CNS	5,0%	42.105	799.987	5,0%	32.578	618.976	4.857	92.289	72.135	14,9
Vgradnja termostatskih ventilov in hidravlično uravnoteženje	5,0%	39.999	759.988	0,0%	0	618.976	1.966	90.323	58.525	29,8
Organizacijski ukrepi	5,0%	37.999	721.989	5,0%	30.949	588.027	4.516	85.807	0	0,0
Vgradnja toplotne črpalke	100,0%	721.989	0	-43,1%	-253.730	841.757	13.767	72.040	387.468	28,1
Skupno	100,0%	1.351.240	0	-4,2%	-34.071	841.757	63.491	72.040	5.054.079	79,6

Ekološka presoja ukrepov in njihov vpliv na bivalno ugodje

Izvedeni ukrepi bodo vplivali na zmanjšanje emisij CO₂.

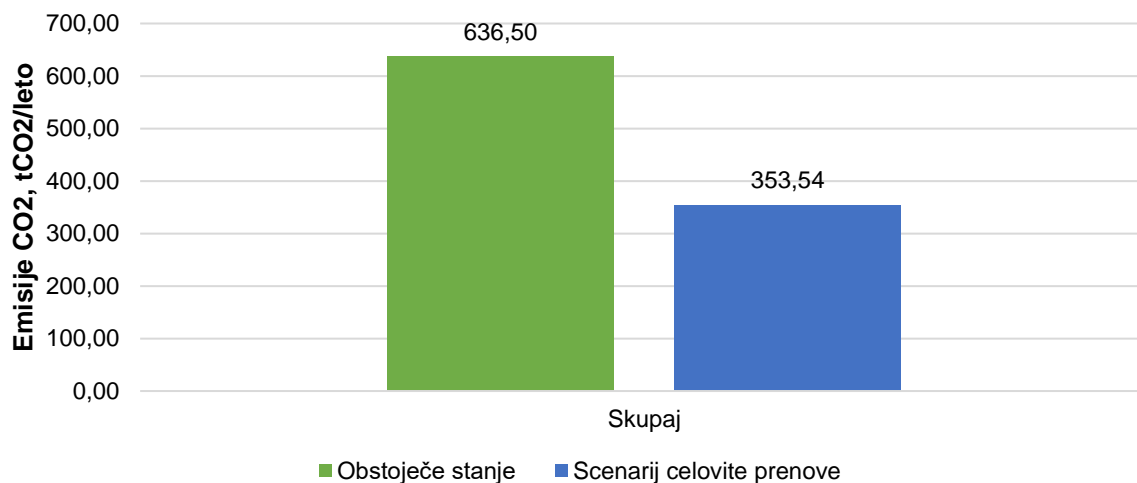
Rezultati emisij CO₂ so prikazani spodaj. Emisijski faktorji so povzeti po PURES 2022.

Preglednica 2.23: Emisijski faktorji

Emisijski faktor	t CO ₂ /MWh
ZP	0,290
Električna energija	0,420

Preglednica 2.24: Predvideno zmanjšanje emisij CO₂

Emisije CO ₂	ZP	Električna energija	Skupaj	Zmanjšanje
	tCO ₂ /leto	tCO ₂ /leto	tCO ₂ /leto	tCO ₂ /leto
Obstoječe stanje	297,27	339,23	636,50	/
SC	0,00	353,54	353,54	282,96



Slika 2.4: Letne emisije CO₂

V spodnji preglednici so podatki za obstoječe stanje in scenarij celovite energetske prenove, ki so dobljeni na podlagi referenčnih vrednosti (ne dejanskih rab), ki jih določa PURES 3.

Preglednica 2.25: Primerjava izkazov stavbe v obstoječem stanju ter po scenariju celovite energetske prenove

	OBSTOJEČE	SC	PRIHRANKI	PRIHRAN KI V %
	Količina (kWh/an)	Količina (kWh/an)	Količina (kWh/an)	
Neutežena dovedena energija za delovanje TSS $E_{del,an}$	2.946.995	1.235.502	1.711.493	58,1%
Utežena dovedena energija za delovanje TSS $E_{w,del,an}$	5.700.675	2.810.505	2.890.170	50,7%
Potrebna obnovljiva primarna energija dovedene energije $E_{Pren,an}$	1.835.787	1.235.502	600.285	32,7%
Potrebna neobnovljiva primarna energija dovedene energije $E_{Pnren,an}$	3.976.009	1.575.003	2.401.006	60,4%
Potrebna skupna primarna energija dovedene energije $E_{Ptot,an}$	5.811.796	2.810.505	3.001.291	51,6%
Iz stavbe oddana računska primarna energija $E_{Ptot,exp,an}$	0	0	0	
	Vrednost (%)	Vrednost (%)	Vrednost (%)	
Razmernik obnovljivih virov energije ROVE	32	44	/	
Minimalni zahtevani razmernik $ROVE_{min}$	55	55		
Ustreza minimalni zahtevi	Ne ustreza	Ne ustreza		
	Vrednost (-)	Vrednost (-)		
Korekcijski faktor razmernika ROVE X_{OVE}	1,1	1,1		
Kompensacijski faktor razmernika ROVE Y_{ROVE}	1,2	1,2		
Korekcijski faktor dovoljene skupne primarne energije glede na vrsta stavbe X_s	1,2	1,2	/	
Korekcijski faktor dovoljene skupne primarne energije glede na leto uveljavitve X_p	0,9	0,9		
	Količina (kWh/(m ² an))	Količina (kWh/(m ² an))	Količina (kWh/(m ² an))	
Specifična potrebna skupna primarna energija $E'_{Ptot,an}$	342,9	165,8	177,1	51,6%
Korigirana specifična potrebna primarna energija $E'_{Ptot,kor,an}$	411,4	199,0	212,5	51,6%
Specifična potrebna skupna primarna energija referenčne stavbe $E'_{Ptot,ref,an}$	88,1	71,4		
Korigirana spec. potrebna skupna primarna energija referenčne stavbe $E'_{Ptot,ref,kor,an}$	95,1	77,1		
Ustreza minimalni zahtevi	Ne ustreza	Ne ustreza	/	
	Vrednost (kg/an)	Vrednost (kg/an)	Vrednost (kg/an)	
Izpusti ogljikovega dioksida $M_{CO2,an}$	1.015.496	441.001	574.495	56,6%