

COLOR EMAJL d.o.o.
Alaginci 87/A, Požega



ENERGETSKA OBNOVA COLOR EMAJL
PRORAČUN ISPORUČENE ENERGIJE, UŠTEDA I EMISIJE CO₂

Glavni projekt

Oznaka projekta: **PUD19037-GP-VS-6**

Zagreb, studeni 2020.



Radnička cesta 228, 10000 Zagreb, OIB 26987865935

Investitor:	COLOR EMAJL D.O.O Alaginci 87/A, Požega OIB 80145324726	
Građevina:	Proizvodna hala Dimovodi i Kamini Proizvodna hala - Emajlirnica	
Lokacija građevine:	Alaginci 87/A, k.č. 404/60, k.o. Šeovci	
Zajednička oznaka svih mapa projekta:	PUD19037	
Razina razrade	Glavni projekt	
Vrsta projekta	Strojarsko tehnološki projekt	
Naziv projekta:	ENERGETSKA OBNOVA COLOR EMAJL	
Oznaka mape:	PUD19037-GP-VS-6	
Redni broj mape:	6. od 6	
Glavni projektant:	Valentin Burek, mag. ing. mech.	Hrvatska komora inženjera strojarstva Valentin Burek mag. ing. mech. Ovlašteni inženjer strojarstva  S 1810
Projektant	Boris Ferdelji, mag. ing. mech.	Hrvatska komora inženjera strojarstva Boris Ferdelji mag. ing. mech. Ovlašteni inženjer strojarstva  S 2018
Odgovorna osoba:	Mladen Novaković, dipl. ing. stroj.	
Mjesto i datum:	Zagreb, studeni 2020.	

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA
Zajednička oznaka projekta PUD19037

- Mapa 1. Glavni projekt – ENERGETSKA OBNOVA COLOR EMAJL - Strojarsko - tehnološki projekt
Oznaka projektne mape: PUD19037-GP-ST-1
Projektant: Valentin Burek, mag. ing. mech.
Tehnokom d.o.o, Zagreb
- Mapa 2. Glavni projekt – ENERGETSKA OBNOVA COLOR EMAJL – Strojarski projekt - Projekt plinskih instalacija
Oznaka projektne mape: PUD19037-GP-ST-2
Projektant: Valentin Burek, mag. ing. mech.
Tehnokom d.o.o, Zagreb
- Mapa 3. Glavni projekt – ENERGETSKA OBNOVA COLOR EMAJL - Elektrotehnički projekt - sunčana elektrana i niskonaponska razdioba
Oznaka projektne mape: 101/2020 SE
Projektant: Danijel Fridl, mag. ing. el.
Epik d.o.o, Našice
- Mapa 4. Glavni projekt – ENERGETSKA OBNOVA COLOR EMAJL - Elektrotehnički projekt – mjerjenje, regulacija i upravljanje
Oznaka projektne mape: PUD19037-GP-EM-4
Projektant: Bruno Orešković, mag. ing. el.
Tehnokom d.o.o, Zagreb
- Mapa 5. Glavni projekt – ENERGETSKA OBNOVA COLOR EMAJL – Građevinski projekt
Oznaka projektne mape: 083/2020
Projektant: Krešimir Lešić mag.ing.aedif.
AECOS d.o.o. Gospodarska zona Antunovac 23, Antunovac
- Mapa 6.** **Glavni projekt - ENERGETSKA OBNOVA COLOR EMAJL - Proračun isporučene energije, ušteda i emisije CO₂**
Oznaka projektne mape: PUD19037-GP-VS-6
Projektant: Boris Ferdelji, mag. ing. mech.
Tehnokom d.o.o, Zagreb

SADRŽAJ PROJEKTNE MAPE**OPĆI DIO**

- Naslovna stranica projekta
Popis mapa glavnog projekta
Sadržaj projektne mape
Popis suradnika na projektu

Prilog 1

TEHNIČKI DIO

- Tehnički opis

Prilog 2

POPIS SURADNIKA NA PROJEKTU

Boris Ferdelji, mag. ing. mech. – projektant
Valentin Burek, mag. ing. mech. – suradnik na projektu
Vinko Baršun, mag. ing. mech. – suradnik na projektu
Mateja Krežić, mag. ing. mech. – suradnica na projektu

Projektant:

Boris Ferdelji, mag. ing. mech.

PRORAČUN ISPORUČENE ENERGIJE, UŠTEDA I EMISIJE CO₂

SADRŽAJ

SADRŽAJ	2
POPIS SLIKA.....	4
POPIS TABLICA.....	5
1. UVOD	6
1.1. Postojeće stanje	6
1.1.1. Hala Kamini i Dimovodi	6
1.1.2. Hala Emajlirnice.....	9
1.2. Novo stanje	10
1.2.1. Strojarske instalacije.....	10
1.2.2. Tehnologija	12
1.2.3. Elektrotehnički dio	13
2. METODOLOGIJA PRORAČUNA	14
2.1. Uvod	14
2.2. Projektna cjelina „Proizvodni pogon“	14
2.3. Napomena	14
3. POTROŠNJA ENERGENATA	15
3.1. Potrošnja plina	15
3.2. Potrošnja električne energije	18
3.3. Potrošnja vode	18
4. PODJELA POTROŠNJE PROIZVODNOG POGONA (PP) PREMA NAMJENI	20
4.1. Kamini i Dimovodi	20
4.2. Emajlirnica	23
5. PODAKTIVNOST 1: ENERGETSKA UČINKOVITOST I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U PROIZVODnim POGONIMA.....	25
5.1. MJERA 1 - Postavljanje novih sustava za proizvodnju električne energije iz energije sunca - fotonaponska elektrana.....	25
5.1.1. Opis mjere	25
5.1.2. Proračun	25
5.1.3. Rezultati.....	26
5.2. MJERA 2 - Postavljanje novih sustava za proizvodnju toplinske i/ili rashladne energije - toplinski sunčani kolektori.....	29
5.2.1. Opis mjere	29
5.2.2. Proračun	29
5.2.3. Rezultati.....	31
5.3. MJERA 3 - Postavljanje novih sustava za proizvodnju toplinske i/ili rashladne energije - dizalice toplice.....	33
5.3.1. Opis mjere	33
5.3.2. Proračun	35
5.3.3. Rezultati.....	37

5.4. MJERA 4 - Sve ostale tehnološke mjere – Zamjena lakirnice.....	39
5.4.1. Opis mjere	39
5.4.2. Proračun	39
5.4.3. Rezultati.....	41
5.5. MJERA 5 - Poboljšanje učinkovitosti korištenja toplinske energije u proizvodnim/radnim procesima uz rekuperaciju otpadne topline	44
5.5.1. Opis mjere	44
5.5.2. Proračun	45
5.5.3. Rezultati.....	50
5.6. MJERA 6 - Revitalizacija električnih instalacija-učinkoviti sustavi rasvjete (u skladu s normom HRN EN 12464)	52
5.6.1. Opis mjere	52
5.6.2. Proračun	52
5.6.3. Rezultati.....	52
5.7. MJERA 7 - Uvođenje / rekonstrukcija cjelovite regulacije sustava s ciljem smanjenja potrošnje energije	57
5.7.1. Opis mjere	57
5.7.2. Proračun	59
5.7.3. Rezultati.....	60
6. REKAPITULACIJA	62
6.1. Rezultati proračuna ušteda projektne cjeline po mjerama [kWh].....	63
6.1.1. Ušteda isporučene energije projektne cjeline	63
6.1.2. Količina energije dobivene iz obnovljivih izvora energije	64
6.1.3. Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici sustava.....	64
6.1.4. Ušteda– [sumarno u kn]	64
6.1.5. Smanjenje emisija CO ₂ – sumarno	65

POPIS SLIKA

Slika 1. Potrošnja na obračunskom mjernom mjestu 1	16
Slika 2 Potrošnja na obračunskom mjernom mjestu 2	16
Slika 3 Grafikon potrošnje plina po mjesecima	17
Slika 4 Grafikon potrošnje električne energije po mjesecima	18
Slika 5 Grafikon potrošnje vode po mjesecima	19
Slika 6 Modelirana raspodjela potrošnje plina za potrebe tehnologije	22
Slika 7 Rezultati proračuna (simulacije) fotonaponske elektrane	26
Slika 8. Faktori pretvorbe emisija CO ₂ za pojedine vrste goriva / izvora energije	28
Slika 9 Stupanj pokrivanja i djelovanja solarnog sustava nakon provedbe mjere 3	30
Slika 10. Učinkovitost novo-instalirane opreme u grijanju	34
Slika 11 Bilanca spremnika (nacrt PUD19037-GP-ST-1-211)	36
Slika 12 Prikaz centralnog sustava za nadzor i upravljanje procesne industrije	58
Slika 13. Rekapitulacija – potrošnja prije provedbe mjera [kWh]	63
Slika 14. Rekapitulacija – potrošnja nakon provedbe mjera [kWh]	63

POPIS TABLICA

Tablica 1 Popis svjetiljki Dimovoda	8
Tablica 2 Popis svjetiljki Kamina	9
Tablica 3 Isporučena energija plina evidentirana računima na OMM 1 i OMM 2	15
Tablica 4. Ukupna isporučena energija plina projektne cjeline	17
Tablica 5. Isporučena električna energija evidentirana računima	18
Tablica 6. Potrošnja vode evidentirana računima.....	19
Tablica 7 Podjela potrošnje prema namjeni Kamini i Dimovodi	21
Tablica 8 Podjela potrošnje prema namjeni Emajlirница	24
Tablica 9. Rezultati proračuna (simulacije) fotonaponske elektrane	26
Tablica 10 Rezultati proračuna ušteda mjere 1	27
Tablica 11 Emisije CO ₂ prije i nakon provedbe mjere 1	28
Tablica 12. Ulazni podaci za proračun prikupljene energije solarnim kolektorima	29
Tablica 13. Rezultati proračuna prikupljene energije solarnim kolektorima.....	30
Tablica 14. Međurezultati proračuna ušteda mjere 2	31
Tablica 15. Rezultati proračuna ušteda mjere 2	32
Tablica 16 Emisije CO ₂ prije i nakon provedbe mjere 3.....	32
Tablica 17. Učinkovitost novo-instalirane opreme RTA 00-665 HT CW.....	34
Tablica 18. Potrošnja energije [kWh] prije provedbe mjere 3.....	35
Tablica 19 Iskorištavanje otpadne topline za potrebe grijanja	36
Tablica 20 Potreba za grijanjem projektne cjeline	37
Tablica 21. Potrošnja energije [kWh] nakon provedbe mjere 3.....	38
Tablica 22 Rezultati provedbe mjere 3.....	38
Tablica 23 Emisije CO ₂ prije i nakon provedbe mjere 3.....	39
Tablica 24 Isporučena energija prije provedbe mjere 4	40
Tablica 25 Potreba za energijom mjere 4.....	40
Tablica 26 Potrošnja nakon provedbe mjere 4	41
Tablica 27 Rezultati provedbe mjere 4.....	42
Tablica 28 Bilanca otpadne topline nakon provedbe mjere 4	42
Tablica 29 Emisije CO ₂ prije i nakon provedbe mjere 4.....	43
Tablica 30. Otpadna toplina prikupljena ekonomajzerom	45
Tablica 31 Otpadna toplina prikupljena rekuperatorom	46
Tablica 32 Otpadna toplina iz kompresora	47
Tablica 33 Otpadna toplina iz kompresorske podstanice	48
Tablica 34 Otpadna toplina - sumarno	49
Tablica 35 Proračun potrošnje nakon provedbe mjere 5	50
Tablica 36 Postojeći sustav rasvjete proizvodnog pogona obuhvaćen projektom.....	53
Tablica 37 Novo-projektirano stanje sustava rasvjete proizvodnog pogona	55
Tablica 38 Potrošnja energije [kWh] prije i poslije provedbe mjere 6	56
Tablica 39 Emisije CO ₂ prije i nakon provedbe mjere 6.....	57
Tablica 40 Rezultati studije	59
Tablica 41. Ušteda isporučene energije mjere 7	60
Tablica 42 Emisije CO ₂ prije i nakon provedbe mjere 7.....	61
Tablica 43 Ušteda nakon provedbe mjera [kn]	64

1. UVOD

Proizvođač Color Emajl d.o.o. nalazi se na lokaciji Alaginci 87/A, Požega, k.č. 404/60; k.o. Šeovci. Na čestici je izgrađeno 6 građevina od kojih su 4 legalizirane postupkom izdavanja rješenja o izvedenom stanju, jedna ima ishođenu potvrdu glavnog projekta i jedna građevinsku dozvolu.

Predmet zahvata energetske obnove je proizvodni pogon koji se nalazi u tri građevine (zgrade):

1) Zahtjevna zgrada gospodarska (proizvodna) prizemna zgrada – proizvodnja peći s izložbenim salonom i restoranom

Dio na koji se odnosi energetska obnova je proizvodnja peći (kamina) za koju će se u nastavku teksta koristit naziv „hala Kamini“ ili „Kamini“.

2) Zahtjevna zgrada gospodarska (proizvodna) katna zgrada - proizvodnja dimovodnih cijevi, uprava i skladište poluproizvoda

Dio na koji se odnosi energetska obnova je proizvodnja dimovodnih cijevi i skladište poluproizvoda za koju će se u nastavku teksta koristit naziv „hala Dimovodi“ ili „Dimovodi“.

3) Gospodarska proizvodna građevina i transformatorska stanica

Dio na koji se odnosi energetska obnova je gospodarska proizvodna građevina za koju će se u nastavku teksta koristit naziv „hala Emajlirnice“ ili „Emajlirnica“.

Unutar pogona Color Emajl-a je zaposleno ukupno 387 zaposlenika koji rade u dvije smjene po 8 sati. Radno vrijeme pogona je od ponedjeljka do petka u trajanju od 06:00 do 22:00 h.

Hala Kamini ima površinu od 4697 m² i izgrađena je 2009. godine, hala Dimovodi ima površinu od 4833 m² i izgrađena je 2003. godine, dok je hala Emajlirnica površine 4223 m² i izgrađena je 2014. godine.

Na objektima sa planira izvesti energetska obnova dijela sustava grijanja, hlađenja i pripreme PTV zamjenom postojeće opreme s energetski učinkovitijom opremom koja koristi obnovljive izvore energije.

Posebnost ovog projektnog prijedloga, uz spomenutu zamjenu opreme sustava grijanja, hlađenja i pripreme PTV-a je iskorištavanje otpadne topline iz postojećeg proizvodnog procesa te zamjena postojeće lakirnice sa novom sve u cilju povećanja energetske učinkovitosti u proizvodnim industrijama.

Hala Kamini i hala Dimovodi su spojeni su na zasebno plinsko obračunsko mjerno mjesto 1 (OMM1) 90110481. Hala Emajlirnica spojena je na plinsko obračunsko mjerno mjesto 2 (OMM2) 90127451. Potrošnja struje i vode čitavog proizvodnog pogona mjeri se preko zajedničkih obračunskih mjesta.

1.1. Postojeće stanje

1.1.1. Hala Kamini i Dimovodi

1.1.1.1. Strojarske instalacije

Postojeći sustav grijanja u hali Kamini i Dimovodi koristi lokalne izvore topline koji osiguravaju zagrijavanje dijela prostora hale koji se koristi za rad.

Sustav grijanja hale Kamini sastavljen je od 3 plinska grijачa zraka i 1 plinskog atmosferskog kombi bojlera ukupnog kapaciteta grijanja ($Q_g=120,9 \text{ kW}$). Zagrijavanje

potrošne tople vode vrši se za halu Kamini sa plinskim atmosferskim kombi bojlerom kapaciteta grijanja ($Q_g=28 \text{ kW}$). Pozicije postojeće opreme u hali Kamini prikazani su na nacrtu PUD19037-GP-ST-1-102. Sustav grijanja hale Dimovodi sastavljen je od 7 plinskih grijачa zraka i 2 plinska atmosferska kombi bojlera ukupnog kapaciteta grijanja ($Q_g=228,9 \text{ kW}$). Pozicije postojeće opreme u hali Dimovodi prikazani su na nacrtu PUD19037-GP-ST-1-101. Za lokalno zagrijavanje pojedinih prostora u hali Kamini i hali Dimovodi koriste se kamini na kruto gorivo. Kamini na kruto gorivo su smješteni u dio prostorija koje se ne mogu zagrijavati plinskim grijачima zraka i bojlerima, povremeno se koriste i kao takvi nisu obuhvaćeni ovim projektom. Unutar hale Kamini postoji više izvora otpadne toplinske energije nastale zbog proizvodnog procesa, rada strojeva i opreme kao što su otpadna toplina od rada kompresorske podstanice ($Q_{otp}=62 \text{ kW}$), strojeva za lasersko zavarivanje ($Q_{otp}=6,6 \text{ kW}$), transmisijski gubici peći za lakiranje ($Q_{otp}=15,6 \text{ kW}$) ukupnog kapaciteta za grijanje prostora od $Q_{otp}=84,2 \text{ kW}$.

Slike postojeće opreme nalaze se u Strojarsko - tehnološkom projektu Mapa 1 Prilog 3 Tehnički opis.

1.1.1.2. Tehnologija

Unutar hale Kamina nalazi se proizvodni pogon za izradu kamina, a u hali Dimovodi pogon za proizvodnju dimovodnih elemenata. Proizvodni proces sastoji se od više faza: rezanja, površinske obrade i zavarivanja, čišćenja, sušenja, nanošenja boja, pečenja bojanih elemenata, sastavljanja i skladištenja. Opširniji opis tehnoloških procesa rada pogona za proizvodnju Kamina i Dimovoda opisan je u Strojarsko - tehnološkom projektu Mapa 1 Prilog 3 Tehnički opis unutar kojeg se nalaze i slike postojeće opreme.

U hali Kamini nalazi se komora za pečenje elemenata kamina koja koristi atmosferski plinski plamenik Baltur tip BTG 20 snage grijanja 205 kW.

U hali Dimovodi nalazi se linija za lakiranje koja kao tehnološka cjelina u izradi dimovodnih cijevi obavlja zadatak čišćenja (tunel za odmašćivanje i pranje), sušenja (kabina za sušenje), nanošenja boje (kabina za bojanje) i pečenja (kabina za pečenje). Tunel za odmašćivanje i pranje koristi atmosferski plinski plamenik Baltur tip BTG 20 snage grijanja 205 kW, komora za sušenje koristi atmosferski plinski plamenik Baltur tip BTG 20 snage grijanja 205 kW, a komora za pečenje boje koristi atmosferski plinski plamenik Baltur tip BGN 60 snage grijanja 738 kW. Lakirnica pri normalnom radu ima transmisijske gubitke $Q_{otp}=46,3 \text{ kW}$ u prostor koji se u zimskim mjesecima koristi za grijanje, ali ga je tijekom većeg dijela godine potrebno hladiti za što se koristi rashladni uređaj FRIGA BOHN sa unutarnjom jedinicom CAH 520 snage hlađenja $Q_h=23,73 \text{ kW}$ sa COP 2,5.

1.1.1.3. Elektrotehničke instalacije

Pozicije postojećih svjetiljki prikazane su u grafičkom dijelu elektroprojekta, dok je u tehničkom opisu mape glavnog elektrotehničkog projekta dana foto dokumentacija svjetiljki. U tablicama (Tablica 1 i Tablica 2) je popis svjetiljki koje su predmet zahvata projektnog prijedloga u Dimovodima i Kaminima.

Tablica 1 Popis svjetiljki Dimovoda

Naziv/namjena prostora-prostorije	Oznaka svjetiljke	Tip postojeće svjetiljke	Način montaže svjetiljke	Snaga svjetiljke	Broj svjetiljki
				snaga (W)	
Pogon dimovodi					
Garderobe i sanitarije	5	fluo štedna 2x15W	nadgradna	30,0	10
	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	4
	9	fluo 4x36W	nadgradna	172,8	1
2x Alatnica	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	17
	8	fluo 4x18W	nadgradna	86,4	3
	13	LED 20W	nadgradna	20,0	1
Električari	9	fluo 4x36W	nadgradna	172,8	1
2x Presaonica	12	LED 150W	ovjesna	150,0	5
	13	LED 50W	nadgradna	50,0	9
	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	20
	17	fluo 1x36W	nadgradna	43,2	19
	18	LED 100W	nadgradna	100,0	1
Brusionica	14	LED 80W	ovjesna	80,0	2
	13	LED 50W	nadgradna	50,0	2
	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	4
	9	fluo 4x36W	nadgradna	172,8	1
	11	fluo 3x36W	nadgradna	129,6	15
Lakirnica	1	fluo 1x58W	nadgradna	69,6	4
	9	fluo 4x36W	nadgradna	172,8	4
	17	fluo 1x36W	nadgradna	43,2	27
2x Lasersko zavarivanje	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	7
	9	fluo 4x36W	nadgradna	172,8	8
	11	fluo 3x36W	nadgradna	129,6	2
	12	LED 120W	ovjesna	120,0	8
		LED 60W	ovjesna	60,0	1
Izrada fullform koljena	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	3
	9	fluo 4x36W	nadgradna	172,8	2
Spremište 2	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	1
3x Skladište	1	fluo 1x58W	nadgradna	69,6	5
	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	8
	9	fluo 4x36W	nadgradna	172,8	1
	11	fluo 3x36W	nadgradna	129,6	11
	13	LED 50W	nadgradna	50,0	1
6x Nadstrešnica					
	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	4
	17	fluo 1x36W	nadgradna	43,2	1
Fasada		metalhalogeni reflektor 150W	nadgradna	180,0	1

Tablica 2 Popis svjetiljki Kamina

Naziv/namjena prostora-prostorije	Oznaka svjetiljke	Tip postojeće svjetiljke	Način montaže svjetiljke	Snaga svjetiljke	Broj svjetiljki
				snaga (W)	
Pogon kamini					
Proizvodnja peći	1	fluo 1x58W	nadgradna	69,6	76
	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	42
	9	fluo 4x36W	nadgradna	172,8	23
	11	fluo 3x36W	nadgradna	129,6	3
	12	LED 120W	nadgradna	120,0	5
		LED 150W	nadgradna	150,0	7
	13	LED 50W	nadgradna	50,0	2
	16	LED 50W	nadgradna	50,0	3
	17	fluo 1x36W	nadgradna	43,2	42
Montaža peći					
	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	41
	3	MH 150W	nadgradna	180,0	3
	4	fluo 2x58W	nadgradna	139,2	1
	6	fluo 2x28W	nadgradna	67,2	12
	7	fluo 1x18W	nadgradna	21,6	1
		LED 100W	nadgradna	100,0	1
		LED 150W	nadgradna	100,0	2
Obrada vermiculita i drvene ambalaže	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	3
	15	LED 100W	nadgradna	100,0	1
Alatnica/Strojna obrada	2	fluo 2x36W	nadgradna	86,4	1
Kompresorsko postrojenje	4	fluo 2x58W	nadgradna	139,2	2
Sanitarije	5	fluo štedna 2x15W	ugradna	30,0	8
UKUPNO					

1.1.2. Hala Emajlirnice

1.1.2.1. Strojarske instalacije

Postojeći sustav grijanja u hali Emajlirnice koristi lokalne izvore topline koji osiguravaju zagrijavanje dijela prostora hale koji se koristi za rad.

Sustav grijanja hale Emajlirnice sastavljen je od 3 plinska grijaća zraka ukupnog kapaciteta grijanja ($Q_g=72,0 \text{ kW}$). Slike postojeće opreme nalaze se u Strojarsko - tehnoškom projektu Mapa 1 Prilog 3 Tehnički opis.

1.1.2.2. Tehnologija

Unutar hale Emajlirnice nalazi se proizvodni pogon za emajliranje polugotovih dimovodnih elemenata. Proizvodni proces emajliranja sastoji se od više faza: čišćenja, sušenja, nanošenja emajla , po potrebi sušenja i pečenja emajliranih elementa. Opširniji opis tehnoških proces rada pogona unutar hale Emajlirnice opisan je u Strojarsko - tehnoškom projektu Mapa 1 Prilog 3 Tehnički opis unutar kojeg se nalaze i slike postojeće opreme.

U hali Emajlirnice nalazi se linija za emajliranje dimovodnih elemenata izvedena kao tehnološka cjelina koja uključuje čišćenje elemenata (tunel za odmašćivanje i pranje), sušenje (Sušara tunela za pranje i odmašćivanje), nanošenja emajla (robotska linija nanošenja praškastog elektrostatskog emajla ili putem ručnog nanošenja mokrog emajla nakon čega se dodatno emajlirani element suši) i pečenja (peć za emajliranje).

Tunel za odmašćivanje i pranje koristi dva atmosferska plinska plamenika Weishaupt, tip WG20N/1-C-Z-LN snage grijanja 200 kW (ukupno 400 kW) od kojih se jedan koristi u kadi za pranje 1, a drugi u kada za pranje 2.

Komora za sušenje koristi jedan atmosferski plinski plamenik Weishaupt, tip WG20N/1-C-Z-LN snage grijanja 200 kW, a peć za emajliranje koristi pet atmosferskih plinskih plamenika First North America, tip 4725-4 E svaki snage grijanja 150 kW (ukupno 750 kW).

1.2. Novo stanje

1.2.1. Strojarske instalacije

Detaljni opis strojarskog zahvata na predmetnoj građevini dan je u Strojarsko - tehnološkom projektu Mapa 1 Prilog 3 Tehnički opis.

U dalnjem tekstu dan je opis opreme koja ima važnu ulogu u proračunu ušteda.

1.2.1.1. Ogrjevno postrojenje Robur RTA 00-665 HT CW

Ogrjevno postrojenje Robur RTA 00-665 HT CW sastoje se od pet plinskih apsorpcijskih dizalica topline Robur GAHP-A ($Q_g=38,3 \text{ kW}$), kompletno hidraulički i električki povezani na zajedničkom čeličnom postolju.

Snaga grijanja navedenog plinskog postrojenja je 191,5 kW pri vanjskoj temperaturi od 7 °C. Za pogon postrojenja koristi se prirodni plin koji izgara na plamenicima ukupne snage 123,5 kW (5x24,7). Postrojenje je dvocijevne izvedbe (plinske apsorpcijske dizalice topline GAHP-A spojene su na svoj cjevovod).

Za potrebe grijanja hale Kamini i hale Dimovodi instalirana su dva postrojenja Robur RTA 00-665 HT CW (DT3 i DT4) ukupne snage 393,0 kW kojima se preko izmjenjivača topline zagrijava stratifikacijski spremnik u hali Kamini (SS2). Plinske apsorpcijske dizalice topline zajedno osiguravat će toplinsku energiju za krugove grijanja proizvodne hale Kamina i hale Dimovoda zajedno sa otpadnom toplinskom energijom od kompresora zamijenit će iduće uređaje:

- plinske atmosferske bojlere Vaillant
- plinske atmosferske bojlere Viessmann
- plinske grijачe zraka Robur
- plinske grijачe zraka Plinotehnika Čakovec

U hali Emajlirnice instalirat će se stratifikacijski spremnik (SS1) koji će služiti kao akumulator toplinske energije. Na stratifikacijski spremnik (SS1) će se spojiti krugovi ekonomajzera, rekuperatora topline usisne haube, izmjenjivača topline kompresora 5 koji će služiti za zagrijavanje spremnika otpadnom toplinskom energijom.

Ako otpadna toplina nije dovoljna (nije konstantan izvor toplinske energije ukoliko pogon za emajliranje nije u radu) za zagrijavanje stratifikacijskog spremnika (SS1) dodatno će

se upaliti i plinske apsorpcijske dizalice topline kojima se preko izmjenjivača topline zagrijavati stratifikacijski spremnik (SS1) i osiguravati dodatni potrebni kapacitet grijanja. Za tehnološke potrebe grijanje novih izmjenjivača topline Tunela za odmašćivanje i pranje emajlirnice, grijanja nove linije za lakiranje te potreba za grijanjem hale Emajlirnice instalirat će se dva postrojenja Robur RTA 00-665 HT CW (DT1 i DT2) ukupne snage 393,0 kW

Novi sustav za grijanje u hali Emajlirnice će zamijeniti iduće uređaje:

- plinske grijачe zraka Robur
- plinske atmosferske plamenike Weishaupt, tip WG20N/1-C-Z-LN na kadi za pranje 1
- plinske atmosferske plamenike Weishaupt, tip WG20N/1-C-Z-LN na kadi za pranje 2
- plinski atmosferski plamenik Baltur tip BTG 20 u tunelu za odmašćivanje i pranje postojeće lakirnice

Navedene dizalice topline koriste zrak kao obnovljivi izvor energije.

Plinske apsorpcijske dizalice topline imaju efikasnost u režimu grijanja 164 % što je ekvivalentno COP 3,75 uz korištenje 33,3% energije iz obnovljivih izvora (zraka). Na ovaj način štedi se oko 30 - 40% na potrošnji plina u odnosu na klasične plinske kotlove. Apsorpcijske plinske dizalice topline kao radnu tvar koriste mješavinu amonijak - voda koja ima GWP=0 i ODP=0, odnosno to je prirodna radna tvar koja ne oštećuje ozonski omotač.

1.2.1.2. Rekuperacija topline kompresora (IK 1, IK2, IK3, IK4 i IK5)

Kako bi se iskoristio čim veći potencijal otpadne topline procesa hlađenja kompresora ugrađuju se izmjenjivači topline na svaki od kompresora. Svi kompresori su proizvođača Kaeser.

Postojeća kompresorska podstanica u hali Kamini sastoji se od 4 kompresora.

- Na Kompresor 1 CSD 125 T se postavlja izmjenjivač topline PTG125-25 (IK1) sa učinkovitosti rekuperacije od 78,13 %
- Na Kompresor 2 ASD 37 se postavlja izmjenjivač topline PTG37-25 (IK2) sa učinkovitosti rekuperacije od 87,73 %
- Na Kompresor 3 SK21-T se postavlja izmjenjivač topline PTG21-25 (IK3) sa učinkovitosti rekuperacije od 80,0 %
- Na Kompresor 4 SK21-T se postavlja izmjenjivač topline PTG21-25 (IK4) sa učinkovitosti rekuperacije od 80,0 %

Otpadna toplina prikupljena sa kompresora 1,2,3 i 4 će se predavati u stratifikacijski spremnik (SS2).

Unutar hale Emajlirnice nalazi se jedan kompresor na koji se ugrađuje izmjenjivač topline:

- Na Kompresor 5 CSD 125 T se postavlja izmjenjivač topline PTG125-25 (IK5) sa učinkovitosti rekuperacije od 78,13 %

Otpadna toplina prikupljena sa izmjenjivača topline (IK5) kompresora 5 će se predavati u stratifikacijski spremnik (SS1).

1.2.1.3. Pločasti solarni kolektor Vitosol 200-FM (SK)

Vitosol 200-FM, proizvođača Viessmann je pločasti solarni kolektor za pripremu potrošne tople vode, površine apsorbera 2,33 m² i optičkog stupanj iskoristivosti 81,3 %. Izведен je za okomitu montažu na kosi krov.

Za potrebe zagrijavanja potrošne tople vode ručnog pranja elemenata i ruku, predviđena je ugradnja 10 pločastih solarna kolektora Vitosol 200-FM, zajedno sa solarnim bivalentnim spremnikom tople vode, Solarcell BIV R2BC kapaciteta 2000 lit. time će se zamijeniti dosadašnji sustav pripreme tople vode za plinskim atmosferskim bojlerom Vaillant.

1.2.2. Tehnologija

1.2.2.1. *Ekonomajzer dimnih plinova(EK)*

Postojeći sustav peći za emajliranje ne iskorištava otpadne dimne plinove peći za emajliranje otprilike 95% ukupnog vremena rada sustava. Novim sustavom će se omogućiti kontinuirano iskorištavanje otpadnih dimnih plinova putem ekonomajzera (EK) sa zaobilaznim vodom. Ekonomajzer proizvođača TPK Orometal je kapaciteta 175 kW, s motornom zaklopkom dimnih plinova, izведен sa svim priključcima, sigurnosnom i mjernom opremom. Na ekonomajzeru će se zagrijavati voda temperature 70°C na 95°C, pritom hlađeći dimne plinove protoka 4335 m³/h s 243°C na temperaturu od 80°C.

Otpadna toplina prikupljena sa ekonomajzera će se predavati u stratifikacijski spremnik (SS1).

1.2.2.2. *Rekuperator topline (RE) odsisne haube*

Postojeća peć za emajliranje zbog načina izvedbe i visokih temperatura u peći nije u mogućnosti zadржati svu toplinu unutar peći, nego se kao posljedica pojavljuje na izlaznom dijelu peći zrak visoke temperature. Zrak na izlasku iz peći prirodnom konvekcijom zagrijava prostor unutar hale Emajlirnice. Kako bi se iskoristio mogući potencijal vrućeg zraka, ovim projektom planira se ugraditi odsisna hauba dimenzija 1500x2000 mm. Na gornji dio haube spojiti će se odisni kanal fi 355 mm na koji će se instalirati rekuperator topline (RE). Rekuperator topline (RE) proizvođača TPK Orometal bit će kapaciteta 39 kW za uvjete protoka zraka od 5400 m³/h ulazne temperature zraka od 86°C i izlazne 60°C, te će zagrijavati vodu u sekundarnom krugu.

Otpadna toplina prikupljena sa rekuperatora topline (RE) će se predavati u stratifikacijski spremnik (SS1).

1.2.2.3. *Nova lakirnica*

U hali Emajlirnica instalirat će se i nova lakirnica koja mijenja postojeću lakirnicu u hali Dimovodi. Nova lakirnica koristi plinske grijače kao izvore topline za rad komore sušenja i komore za pečenje, a za sustav tunelskog pranja, odmašćivanja i fosfatizacije elemenata imat će integrirani izmjenjivač topline voda/voda. Izmjenjivač topline voda/voda u kadi komore za odmašćivanje i fosfatiranje će se spojiti na stratifikacijski spremnik otpadne topline (SS1) te tako zamijeniti plinski plamenik koji se koristi u postojećoj lakirnici.

Nova lakirnica koristit će plinski plamenik proizvođača Riello kapaciteta 465 kW i učinkovitosti 90% kao izvor topline za komoru sušenja, a plinski plamenik Riello kapaciteta 581 kW i učinkovitosti 90% za komoru pečenja. Sustav grijanja vode za tunelsko pranje, odmašćivanje i fosfatizaciju elemenata izведен je preko integriranog izmjenjivač topline voda/voda kapaciteta 232,5 kW. Izmjenjivač topline voda/voda u kadi komore za odmašćivanje i fosfatiranje će se snabdijevati sa topom vodom iz stratifikacijskog spremnika (SS1).

1.2.2.4. Novi sustav grijanja kade 1 i kade 2 linije za emajliranje

Postojeći sustav grijanja kade 1 i kade 2 linije za emajliranje putem plinskih plamenika Weishaupt, tip WG20N/1-C-Z-LN na kadi za pranje 1 i kadi za pranje 2 će se zamijeniti sa krugovima grijanja preko dva izmjenjivača topline voda/voda (IZ1 i IZ2) maksimalnog kapaciteta 205 kW koje će se snabdijevati sa topлом vodom iz stratifikacijskog spremnika (SS1).

1.2.3. Elektrotehnički dio

Projektom energetske obnove je predviđena instalacija sunčane elektrane i zamjena rasvjetnih tijela u hali Kagini i Dimovodi. Detaljniji opis zahvata dan je u elektrotehničkom projektu PUD19022-GP-EE-2.

1.2.3.1. Sunčana elektrana

Sunčana elektrana je fotonaponski (FN) sustav koji direktno pretvara sunčevu energiju u električnu energiju te se sastoji od fotonaponskih modula, fiksne konstrukcije prilagođene načinu montaže modula i krovu, izmjenjivača („invertera“) sa integriranim sustavom za nadzor rada i pohranu podataka o proizvodnji, zaštitnih naprava, razdjelnika elektrane RO-E, kabela za spajanje i spojnog pribora.

Dimenzioniranje sunčane elektrane napravljeno je programskim paketom PV*SOL Premium 2020, na temelju računa za električnu energiju od rujna 2019 do kolovoza 2020. godine na jednom obračunskom mjernom mjestu (OMM) i povoljnih krovnih površina. Predmetna sunčana elektrana je dimenzionirana na način da pokrije što veći udio vlastite potrošnje električne energije s očekivanom proizvodnjom od 915.959 kWh godišnje. Od tog iznosa 745.850 kWh bit će iskorišteno na lokaciji i dio predan u mrežu. Zbog uvjeta iz EES i ograničenja koje je distributer postavio, predviđa se da će moguće proizvedenih 170.109 kWh energije ostati neiskorišteno. Energija predana u mrežu u doba veće proizvodnje od potrošnje oduzima se od energije preuzete iz mreže što u konačnici dovodi do toga da se sva energija proizvedena iz sunčane elektrane (umanjena za ograničenja) iskoristi za vlastitu potrošnju.

1.2.3.2. Zamjena rasvjete

Postojeće svjetiljke su dijelom dotrajale, neadekvatno dimenzionirane s obzirom na namjenu prostorije i doprinose ne željenom zagrijavanju prostora. Mijenjaju se na način da se ugrađuje nova LED rasvjeta, koja je minimalno 30% učinkovitija u odnosu na postojeću uz istovremeno zadržavanje ili povećavanje razine rasvjetljjenosti. Predviđena je ugradnja LED svjetiljki renomiranih proizvođača Philips i Sylvania.

2. Metodologija proračuna

2.1. Uvod

Proračun isporučene energije, ušteda i emisije CO₂ specifičan je za svaki projekt obnove i energetske učinkovitosti, ali je uvjek baziran na isporučenoj energiji koja se dokazuje priloženim računima za energente od strane investitora. Za predmetni objekt popisani su svi postojeći uređaji koji konzumiraju energente evidentirane računima za svaki pojedini mjesec promatranog razdoblja (referentna godina nije nužno razdoblje od 01.01. do 31.12.). Za potrebe proračuna ušteda predmetnog projektnog prijedloga, uzeto je referentno razdoblje od rujna 2019. do kolovoza 2020.

Analizirana je potrošnja energije, intenzitet proizvodnje te, u razgovoru s investitorom, navike korištenja opreme od strane zaposlenika kako bi projektantsko modeliranje potrošnje (što, gdje i kako se troši) što bolje odgovaralo realnom stanju.

U skladu s finansijskim mogućnostima investitora te optimalnih potreba rekonstrukcije tehničkih i proizvodnih cjelina, projektiran je opseg zahvata na postojećem proizvodnom pogonu i zgradi koji je opisan u Mapi 1 ovog projekta zajedničke oznake PUD19037.

Predmetni objekti, s obzirom na opseg zahvata projekta, obuhvaćaju proizvodni pogon. Prema uvjetima natječaja, projektom je predviđena implementacija 7 mjera obnove koje su opisane u dalnjem tekstu na projektnu cjelinu „Proizvodni pogon“.

2.2. Projektna cjelina „Proizvodni pogon“

Proizvodni pogon obuhvaća halu Kamini, halu Dimovodi i Emajlirnica.

Hala Kamini je prostor izведен spajanjem više hala ukupne površine 4388,02 m², hala Dimovodi je prostor izведен od više prostora ukupne površine 5984,04 m². Emajlirnica je prostor izведен od tri manje hale Proizvodnja - obrada limova, hala Emajlirnice i Automatsko regalno skladište. Od kojih su ovim projektom obuhvaćene hala za emajliranje, proizvodnja i obrada limova 4223 m².

2.3. Napomena

Proračun ušteda rađen je u računalnom programu Excel u kojem su upisivani svi ulazni podaci. Izlazni podaci ili rješenja, posljedica matematičkih operacija upisanih u pojedine ćelije, prikazani su tablično koje su ubaćene, tj. uvrštene u tekstualni dio projekta ušteda. Konačni rezultati su brojevi zaokruženi na 2 decimalne, ali je moguće da zbog velikog broja matematičkih formula u proračunu, neki međurezultati nisu zaokruživani na dvije decimalne. Zbog činjenica da umnožak dva broja s dva decimalna mjesta rezultira brojem s 4 decimalna mjesta, da računalni program računa i sa vrijednostima treće i svake slijedeće decimalne, da radi sažetosti i preglednosti projekta ušteda međurezultati nisu prikazivani, već samo krajnji rezultati proračuna, prikazani rezultat na dvije decimalne može se razlikovati od zaokruženog rezultata na dvije decimalne, ali samo u broju na drugom decimalnom mjestu. (u pravilu za 0,01 apsolutnog iznosa).

Pošto je riječ o načinu prikazivanja rezultata dobivenih istim postupkom, istom metodologijom, istim redoslijedom iste vrste matematičkih operacija nad istim ulaznim podacima, takvi rezultati smatraju se istima.

3. Potrošnja energenata

Izvor podataka za utvrđivanje ukupne isporučene energije je referentno razdoblje od 1.9.2019. do 31.8.2020. Referentno razdoblje je u ovom slučaju razdoblje u trajanju od godine dana, što znači da uključuje sve mjesecu u godini. Mjeseci u godini u svim tablicama i dijagramima poredani su od prvog do dvanaestog mjeseca. To znači da su mjeseci: siječanj, veljača, ožujak, travanj, svibanj, lipanj, srpanj i kolovoz iz 2020. godine, a rujan, listopad, studeni i prosinac iz 2019. godine.

3.1. Potrošnja plina

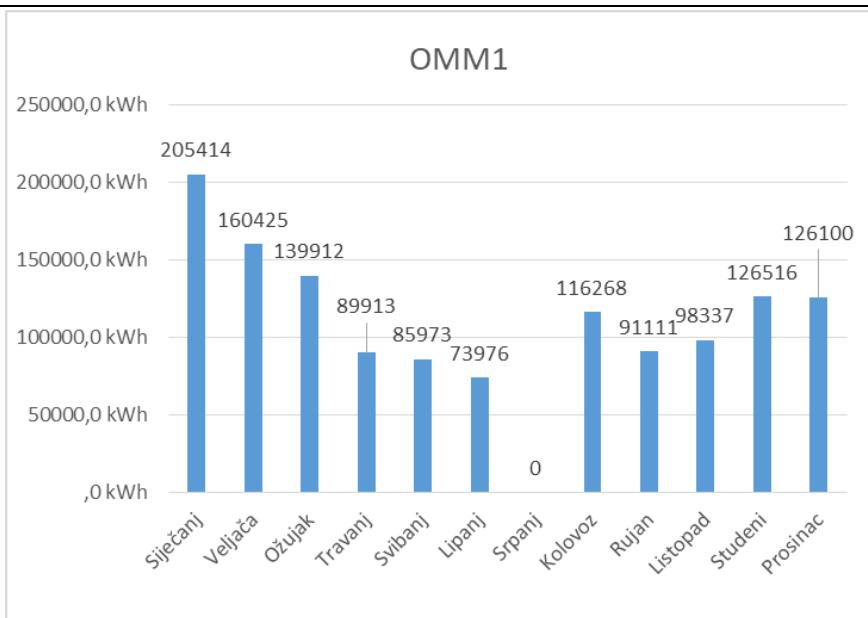
Postojeći objekti proizvodnog pogona Color Emajl d.o.o. spojeni su na dva obračunska mjerna mjesta OMM 1 i OMM 2. Podaci o isporučenoj energiji plina po mjesecima za svako obračunsko mjerno mjesto dani su tablicom :

Tablica 3 Isporučena energija plina evidentirana računima na OMM 1 i OMM 2

Mjesec	Isporučena energija plina OMM 1 br.90110481 [kWh]	Isporučena energija plina OMM 2 br.90127451 [kWh]
Siječanj	205414	229927
Veljača	160425	257645
Ožujak	139912	199305
Travanj	89913	293058
Svibanj	85973	312769
Lipanj	73976	267139
Srpanj*	0	0
Kolovoz	116268	464231
Rujan	91111	227262
Listopad	98337	230959
Studeni	126516	209991
Prosinac	126100	154483
Σ	1.313.945,00	2.846.769,00
Σ		4.160.714,00

*- Na računu za srpanj nije evidentirana potrošnja plina, što se objašnjava nekorištenjem osnovnog sustava grijanja i zbog prekida rada proizvodnje (kako bi se obavio godišnji servis i popravak strojeva). Kako bi dva sustava (onaj postojeći i novoprojektirani) bili usporedivi, na isti način predviđeno je korištenje novog sustava.

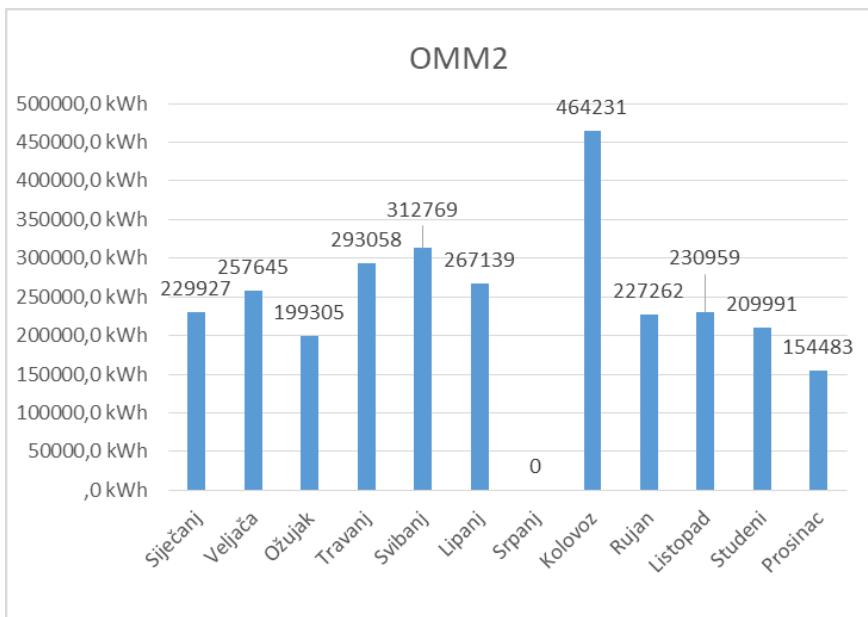
Prema podacima priloženih računa za potrošnju plina u 2019. i 2020. godini, ukupna isporučena količina plina za obračunsko mjereno mjesto 1 iznosila je 136.160,00 m³, odnosno 1.313.945,00 kWh isporučene energije.



Slika 1. Potrošnja na obračunskom mjernom mjestu 1

Ukupna isporučena količina plina za obračunsko mjereno mjesto 1 trošila se u hali Kamini i Dimovodi.

Za obračunsko mjereno mjesto 2, ukupna isporučena količina plina iznosila je 294.760,00 m³, odnosno 2.846.769,00 kWh isporučene energije.



Slika 2 Potrošnja na obračunskom mjernom mjestu 2

Ukupna isporučena količina plina za obračunsko mjereno mjesto 2 trošila se u hali Emajlirnice.

Podaci o ukupno isporučenoj energiji plina za projektu cjelinu, po mjesecima, prikazani su tablicom :

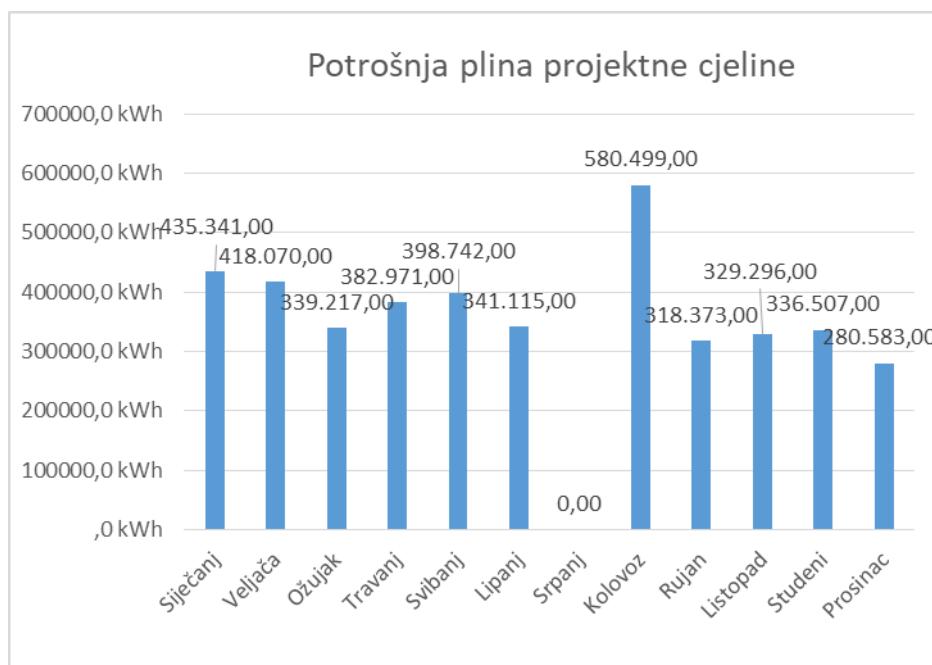
Tablica 4. Ukupna isporučena energija plina projektne cjeline

Mjesec	Isporučena energija plina [kWh]
Siječanj	435.341,00
Veljača	418.070,00
Ožujak	339.217,00
Travanj	382.971,00
Svibanj	398.742,00
Lipanj	341.115,00
Srpanj	0,00
Kolovoz	580.499,00
Rujan	318.373,00
Listopad	329.296,00
Studeni	336.507,00
Prosinac	280.583,00
Σ	4.160.714,00

Ukupna isporučena količina plina u 2019. i 2020. godini iznosila je 430.920,00 m³, odnosno 4.160.714,00 kWh.

Prirodni plin se koristio za pogon plinskih bojlera, plinskih grijača zraka za potrebe grijanja proizvodnog pogona i zgrade uprave. Prirodni plin se također koristio za pogon proizvodnih linija u hali Kamini, hali Dimovodi i hali Emajlirnice.

Potrošnja plina prikazana je grafom (Slika 3 Grafikon potrošnje plina po mjesecima) gdje se slikevito može vidjeti kako potrošnja najviše ovisi o proizvodnji i načinu korištenja sustava, a nešto manje o grijanju (potrošnja plina u kolovozu).

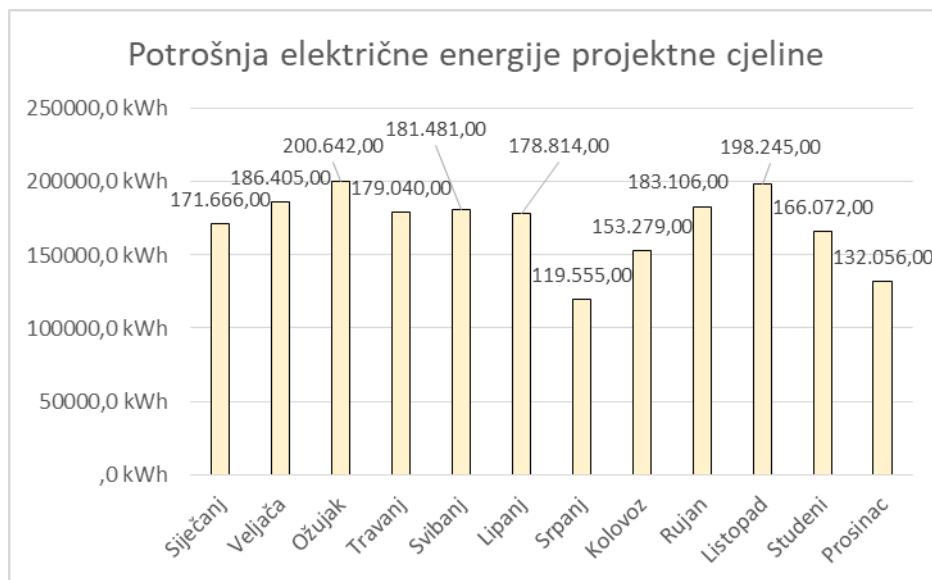

Slika 3 Grafikon potrošnje plina po mjesecima

3.2. Potrošnja električne energije

Tablica 5. Isporučena električna energija evidentirana računima

Mjesec	Isporučena električna energija [kWh]
Siječanj	171.666,00
Veljača	186.405,00
Ožujak	200.642,00
Travanj	179.040,00
Svibanj	181.481,00
Lipanj	178.814,00
Srpanj	119.555,00
Kolovoz	153.279,00
Rujan	183.106,00
Listopad	198.245,00
Studeni	166.072,00
Prosinac	132.056,00
Σ	2.050.361,00

Prema podacima priloženih računa za potrošnju električne energije u 2019. i 2020. godini (pričekani prijašnjom tablicom), ukupna isporučena električna energija iznosila je 2.050.361,00 kWh. Električna se energija najviše koristila za pogon proizvodnih strojeva, rashladni uređaj, na unutarnju i vanjsku rasvjetu te pogon svih ostalih električnih uređaja (poput cirkulacijskih pumpi, ventilatora, računala, radnih alata itd..).



Slika 4 Grafikon potrošnje električne energije po mjesecima

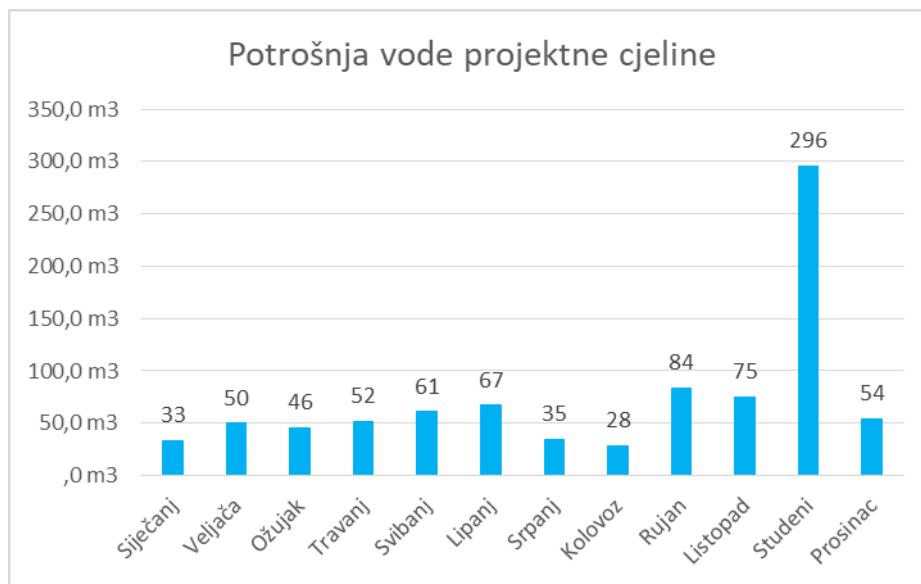
3.3. Potrošnja vode

Potrošnja vode mjeri se u kubicima. Za pojedine periode evidentirana je računima i prikazana tablicom (Tablica 6. Potrošnja vode evidentirana računima):

Tablica 6. Potrošnja vode evidentirana računima

Mjesec	Isporučena voda. [m ³]
Siječanj	33
Veljača	50
Ožujak	46
Travanj	52
Svibanj	61
Lipanj	67
Srpanj	35
Kolovoz	28
Rujan	84
Listopad	75
Studeni	296
Prosinac	54
Σ	881,00

Nakon listopada način očitanja i obračuna potrošnje vode značajno se promijenio, što se može vidjeti skokom u potrošnji vode. Devijacija od prosjeka u studenom uključuje neevidentirane a potrošene kubike vode u 2019. Računi u 2020. predstavljaju realniju potrošnju koja više odgovara stvarnom stanju. Bez obzira na to, radi dosljednosti činjenici da potrošnja odgovara računima za referentno razdoblje, uzeta je cjelogodišnja potrošnja vode (prvi stupac Tablice). Naravno, samo dio od ukupne potrošene vode se zagrijavao, što je modelirano i objašnjeno u mjeri 2.


Slika 5 Grafikon potrošnje vode po mjesecima

4. Podjela potrošnje proizvodnog pogona (PP) prema namjeni

4.1. Kamini i Dimovodi

S obzirom na informacije o proizvodnom procesu, broju zaposlenika po pojedinim organizacijskim sektorima unutar poduzeća, broju i snagama trošila, različitom načinu korištenja energenata u različite svrhe kao direktna posljedica različite prirode posla te ostalim specifičnostima poduzeća Color Emajl d.o.o., ukupnu potrošnju evidentiranu računima unutar dijela projektne cjeline Kamini i Dimovodi, moguće je prikazati na način prikazan tablicom na slijedećoj stranici.

Tamno plavom bojom označena je energija koja potječe od prirodnog plina, koja se koristila u razne svrhe, najviše za potrebe tehnologije. U proračunu ušteda uvrštena je ona energija koja se koristila u sklopu i za potrebe proizvodnog pogona. Ostatak (manji dio) isporučene energije iz plina, koristio se za potrebe uredskih prostora i za potrebe PTV-a uredskih prostora („Ostatak“).

Lakirnica je s oko 1,15 MW instalirane snage plinskih trošila očekivano je najveći konzument energije iz plina, prosječno na godišnjoj razini 67%. Naravno, po mjesecima postotak varira ovisno o količini proizvedenih komada u proizvodnji te radi li se o sezoni grijanja ili ne. Za potrebe grijanja (s instaliranih cca 350 kW plinskih grijaća) odvojena je i prikazana energija u stupcu „Grijanje p“. „Peć“ (za kamine) s instaliranom snagom od 205 kW, treći je najveći potrošač plina.

Potrošnja peći za kamine nije u opsegu zahvata projektnog prijedloga.

U stupcu „Upravljanje“ odvojen je dio energije plina koji se nepotrebno troši lošim ili nepostojećim sustavom nadzora i upravljanja. Detaljnije o podjeli i mjeri opisano je u mjeri 7 (MJERA 7 - Uvođenje / rekonstrukcija cjelovite regulacije sustava s ciljem smanjenja potrošnje energije).

Žutom bojom je označena potrošnja električne energije (EE). Pošto je instalirano samo jedno brojilo EE, bilo je potrebno podijeliti potrošnju EE koja se odnosi na halu Kamini i Dimovodi i onu koja se odnosi na halu Emajlirnice. Podjela je napravljena prema broju isporučenih/proizvedenih komada. Prosječno, 86,09% svih isporučenih komada dolaze iz proizvodnje vezane za halu Dimovodi i Kamini, stoga je na taj način i podijeljena ukupna potrošnja EE. Raspodjela na mjesecnoj razini napravljena je s obzirom na udio potrošnje EE na mjesecnoj razini evidentirane računima za struju.

EE u hali Kamini i Dimovodi se najviše koristila za pogon strojeva (80% označena stupcem „Tehnologija“) ali i za rasvjetu, pogon pumpi i uređaja za potrebe grijanja i hlađenja (plinsko postrojenje, ventilokonvektori, klima uređaji i sl.).

Ostatkom električne energije pokriven je onaj dio energije koji se u pogonu potroši neevidentiranim ili prijenosnim trošilima (žutom osjenčan stupac „Ostatak“). Taj dio potrošnje energije nije u opsegu zahvata projektnog prijedloga.

Potrošna topla voda pripremala se pomoću plinskih bojlera. „Ostatak se odnosi na potrošnju kombi-bojlere za grijanje i pripremu PTV-a za potrebe uredskih prostora. Taj dio potrošnje energije nije u opsegu zahvata projektnog prijedloga.

U posljednjim stupcima („ukupno“) sumirana je potrošnja iz pojedinih izvora energije.

Tablica 7 Podjela potrošnje prema namjeni Kamini i Dimovodi

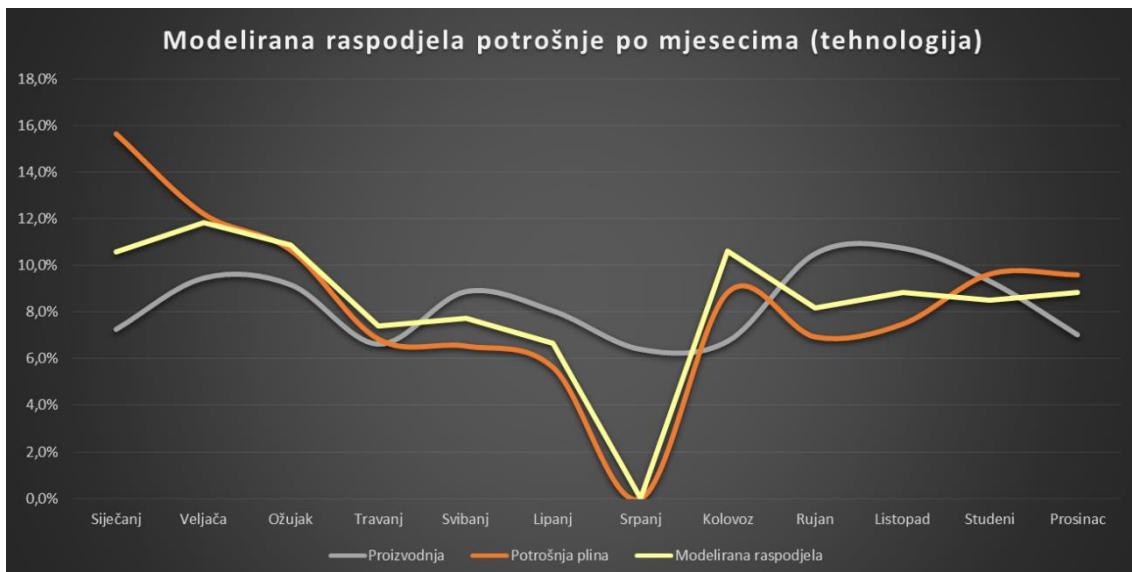
KAMINI i DIMOVODI													
	Lakirница [kWh]	Lakirница (hladenje) [kWh]	Peć [kWh]	Tehnologija [kWh]	Rasvjeta [kWh]	Grijanje p [kWh]	Grijanje [kWh]	PTV [kWh]	Upravljanje [kWh]	Ostatak [kWh]	Ostatak [kWh]	Ukupno [kWh]	Ukupno [kWh]
Siječanj	93.771,49	3.800,00	15.941,15	118.226,12	8.251,53	81.343,94	1.330,16	817,00	10.382,65	3.157,77	16.174,84	205.414,00	147.782,65
Veljača	105.190,67	3.800,00	17.882,41	128.376,85	8.168,92	27.625,19	1.263,65	1.237,85	7.193,30	1.295,58	18.861,64	160.425,00	160.471,06
Ožujak	96.385,38	3.952,00	16.385,51	138.181,85	8.003,54	19.028,03	691,68	1.139,05	6.151,23	822,80	21.898,24	139.912,00	172.727,31
Travanj	65.672,46	3.648,00	11.164,32	123.304,58	7.044,33	7.121,11	305,94	1.287,25	3.782,10	885,76	19.827,88	89.913,00	154.130,73
Svibanj	68.503,29	3.648,00	11.645,56	124.985,70	6.674,17	0,00	0,00	1.510,50	3.425,16	888,49	20.924,25	85.973,00	156.232,12
Lipanj	58.944,08	3.648,00	10.020,49	123.148,94	6.385,74	0,00	0,00	1.658,70	2.947,20	405,53	20.753,49	73.976,00	153.936,17
Srpanj	0,00	0,00	0,00	82.337,35	5.232,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15.352,02	0,00	102.921,69
Kolovoz	94.089,88	3.496,00	15.995,28	105.563,02	6.320,89	0,00	0,00	693,50	4.704,49	784,85	16.573,87	116.268,00	131.953,78
Rujan	72.597,24	3.800,00	12.341,53	126.104,83	7.439,76	0,00	0,00	2.079,55	3.629,86	462,82	20.286,45	91.111,00	157.631,04
Listopad	78.354,92	4.104,00	13.320,34	136.531,04	8.245,94	0,00	0,00	1.857,25	3.917,75	886,74	21.782,82	98.337,00	170.663,80
Studeni	75.605,96	3.496,00	12.853,01	114.373,54	8.008,90	27.985,34	611,87	3.664,15	5.739,27	668,27	16.476,62	126.516,00	142.966,93
Prosinac	78.497,25	3.800,00	13.344,53	90.946,77	7.521,56	26.165,75	997,62	1.336,65	5.756,47	999,36	10.417,51	126.100,00	113.683,46
Σ	887.612,62	41.192,00	150.894,13	1.412.080,59	87.297,60	189.269,36	5.200,92	17.281,45	57.629,49	11.257,95	219.329,63	1.313.945,00	1.765.100,74

Slika 6 Modelirana raspodjela potrošnje plina za potrebe tehnologije prikazuje odnos (u postotcima), po pojedinim mjesecima. Ovaj prikaz je izdvojen kako bi se zornije prikazala problematika i metodologija modeliranja potrošnje za pojedine namjene (Tablica 7 Podjela potrošnje prema namjeni Kamini i Dimovodi).

Graf sive boje prikazuje kretanje broja isporučenih komada prema evidenciji poduzeća Color Emajl d.o.o. tijekom godine, u postotcima.

Graf narančaste boje prikazuje potrošnju plina evidentiranoj računima na plinskom brojilu OMM1 poduzeća Color Emajl d.o.o., također tijekom godine u postotcima.

Zbog prirode proizvodne djelatnosti, nedvojbeno se najviše plina trošilo za potrebe tehnologije (proizvodnje), stoga je logično proporcionalno povezati broj proizvedenih komada i potrošnju plina. Problem je što podaci iz evidencije investitora govore o isporučenom broju komada u pojedinom mjesecu, a ne o broju proizvedenih komada. Drugim riječima, podaci o broju izlaznih jedinica za pojedini mjesec ne vežu se nužno na potrošnju plina za taj mjesec. Najbolji primjer je mjesec srpanj u kojem nema evidentirane potrošnje plina (o kWh), ali postoji evidencija isporučenih komada (73257 ili 6,4% godišnje proizvodnje).



Slika 6 Modelirana raspodjela potrošnje plina za potrebe tehnologije

Žutom bojom označen je graf kojom je modelirana raspodjela potrošnje plina po mjesecima za potrebe tehnologije u Kaminima i Dimovodima (lakirnica, tunel, sušenje, peć). Prioritet pri modeliranju raspodjele imaju računi za plin, stoga raspodjela u najvećoj mjeri prati potrošnju plina evidentiranu računima.

4.2. Emajlirnica

S obzirom na informacije o proizvodnom procesu, broju zaposlenika po pojedinim organizacijskim sektorima unutar poduzeća, broju i snagama trošila, različitom načinu korištenja energenata u različite svrhe kao direktna posljedica različite prirode posla te ostalim specifičnostima poduzeća Color Emajl d.o.o., ukupnu potrošnju evidentiranu računima unutar dijela projektne cjeline Emajlirnice, moguće je prikazati način prikazan tablicom na slijedećoj stranici.

Tamno plavom bojom označena je energija koja potječe od prirodnog plina, koja se koristila u razne svrhe, daleko najviše za potrebe tehnologije. 98,5% evidentirane potrošnje na OMM2 koristila se za potrebe tehnologije (emajliranje, tunel za pranje, sušara), a samo cca 1,5% za potrebe grijanja.

Pečenje emajlirnice je s oko 750 kW instalirane snage plinskih trošila najveći konzument energije iz plina, prosječno na godišnjoj razini 58% od evidentirane potrošnje OMM2. Naravno, po mjesecima postotak varira ovisno o stvarnoj potrošnji evidentiranoj računima. „Tunel“ (za kamine) s instaliranom snagom od cca 400 kW, drugi je najveći potrošač plina. Treći potrošač po količini isporučene energije plina je pogon sušare (200 kW instalirane snage). Za potrebe grijanja (s instaliranih cca 72 kW plinskih grijaća) odvojena je i prikazana energija u stupcu „Grijanje“.

Važno je napomenuti da se od ukupne potrošnje evidentirane plinskim brojilom OMM2 projektnim prijedlogom utječe samo na onu označenu u stupcu „Tunel“. Naime, projektnim prijedlogom zamjenjuju se plinski plamenici na tunelu za odmašćivanje toplovodnim izmjenjivačima koji će iskorištavati otpadnu toplinu dimnih plinova (i otpadnu toplinu prostora putem odsisne haube) iz najvećeg potrošača plina, procesa pečenja emajlirnice. Dakle, predloženim mjerama ne utječe se ni na potrošnju procesa pečenja ni potrošnju procesa sušenja, ali se predloženim mjerama omogućava iskorištavanje otpadne topline u procesu odmašćivanja i pranja („tunel“).

Žutom bojom je označena potrošnja električne energije (13,91% od ukupno isporučene EE evidentirane računima, ostatak kada se oduzme 86,09% koji otpada na halu Kamini i Dimovodi) koja se najviše koristila za pogon strojeva („Tehnologija“). Posebno je odvojena ona EE isporučena za pogon pumpi i uređaja za potrebe grijanja. Ostatkom električne energije pokriven je onaj dio energije koji se u pogonu potroši neevidentiranim ili prijenosnim trošilima ali i za rasvjetu.

U posljednjim stupcima („ukupno“) sumirana je potrošnja iz pojedinih izvora energije.

Tablica 8 Podjela potrošnje prema namjeni Emajlirnica

Mjesec	EMAJLIRNICA								Ukupno [kWh]	Ukupno [kWh]
	Pečenje EM [kWh]	Tehnologija [kWh]	Tunel EM [kWh]	Grijanje [kWh]	Grijanje [kWh]	Sušenje EM [kWh]	Ostatak [kWh]			
Siječanj	133.357,66	17.300,68	64.379,56	10.921,11	412,00	21.268,67	6.170,67	229.927,00	23.883,35	
Veljača	149.434,10	18.805,73	72.140,60	10.375,05	391,40	25.695,25	6.736,81	257.645,00	25.933,94	
Ožujak	115.596,90	20.284,35	55.805,40	5.678,98	214,24	22.223,72	7.416,10	199.305,00	27.914,69	
Travanj	169.973,64	18.319,41	82.056,24	2.511,86	94,76	38.516,26	6.495,10	293.058,00	24.909,27	
Svibanj	181.406,02	18.654,82	87.575,32	0,00	0,00	43.787,66	6.594,06	312.769,00	25.248,88	
Lipanj	154.940,62	18.446,43	74.798,92	0,00	0,00	37.399,46	6.431,40	267.139,00	24.877,83	
Srpanj	0,00	12.509,09	0,00	0,00	0,00	0,00	4.124,22	0,00	16.633,31	
Kolovoz	269.253,98	15.824,91	129.984,68	0,00	0,00	64.992,34	5.500,31	464.231,00	21.325,22	
Rujan	131.811,96	18.643,13	63.633,36	0,00	0,00	31.816,68	6.831,83	227.262,00	25.474,96	
Listopad	133.956,22	19.980,75	64.668,52	0,00	0,00	32.334,26	7.600,45	230.959,00	27.581,20	
Studeni	121.794,78	16.788,28	58.797,48	5.023,71	189,52	24.375,03	6.127,27	209.991,00	23.105,07	
Prosinac	89.600,14	13.431,65	43.255,24	8.190,83	309,00	13.436,79	4.631,89	154.483,00	18.372,54	
Σ	1.651.126,02	208.989,23	797.095,32	42.701,54	1.610,92	355.846,12	74.660,11	2.846.769,00	285.260,26	

5. Podaktivnost 1: Energetska učinkovitost i obnovljivi izvori energije u proizvodnim pogonima

5.1. MJERA 1 - Postavljanje novih sustava za proizvodnju električne energije iz energije sunca - fotonaponska elektrana

5.1.1. Opis mjere

Puni naziv mjeru (12. mjeru iz popisa prihvatljivih mjera podaktivnosti 1) je „Postavljanje novih sustava za proizvodnju električne energije iz energije sunca (stupanj korisnog djelovanja sunčanih fotonaponskih pretvarača veći od 15%), uključujući i sustave za njeno skladištenje (baterije, vodik/gorive ćelije i dr.)“. Energetskom obnovom proizvodnog pogona predviđena je ugradnja fotonaponske elektrane na krov postojećeg objekta. Detaljnije opisan zahvat moguće je pronaći u elektrotehničkom projektu 101/2020 SE, a u poglavljiju 3.3 Prilog: Proračun sunčane elektrane. Ova mjeru, prema Radnom listu „Prihvatljive aktivnosti“ Obrasca 2. Obrazac s dodatnim podacima o projektnom prijedlogu, svrstava se u **mjere promicanja energije iz obnovljivih izvora energije**.

5.1.2. Proračun

Dimenzioniranje sunčane elektrane napravljeno je programskim paketom PV*SOL Premium 2020, na temelju računa za električnu energiju iz 2019. i 2020. godine na obračunskom mjernom mjestu (OMM) 2108414947 i povoljnih krovnih površina. Predmetna sunčana elektrana je dimenzionirana na način da pokrije što veći udio vlastite potrošnje električne energije s potencijalnom proizvodnjom od 915.959,30 kWh godišnje. Stvarna godišnja proizvodnja elektrane je 745.850,60 kWh. Razlika u potencijalnoj i stvarnoj proizvodnji od 170.108,70 kWh stvara se zbog ograničenja ukupne priključne snage u smjeru predaje u mrežu od 99 kW. Od stvarne godišnje proizvodnje (745.850, 60 kWh) direktno se na lokaciji potroši 597.470,50 kWh, dok se 148.380,10 kWh predaje u mrežu.

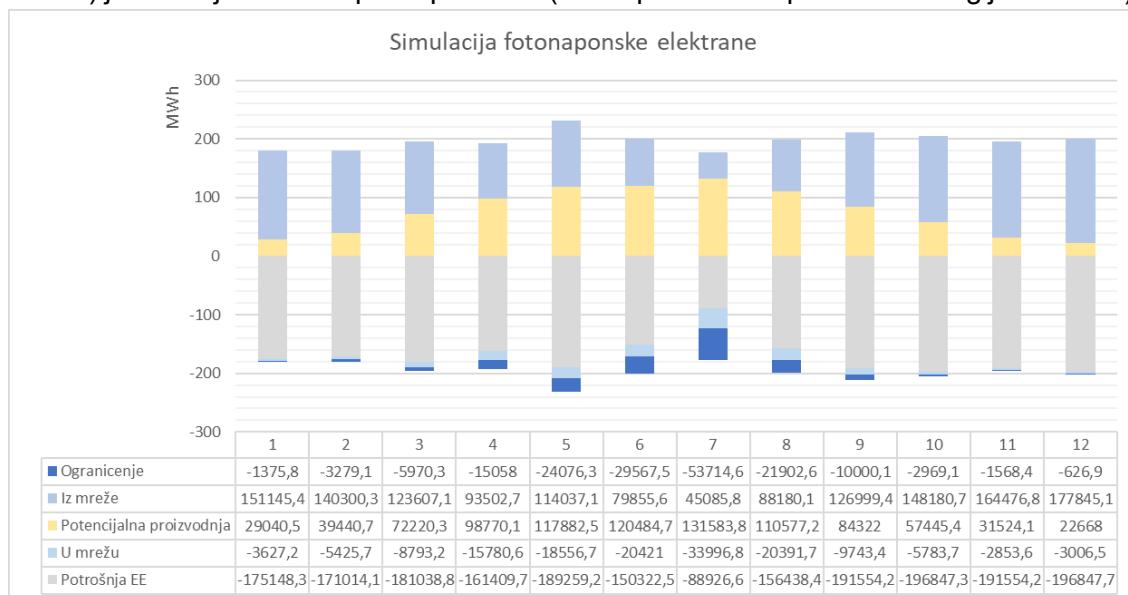
Energija predana u mrežu u doba veće proizvodnje od potrošnje oduzima se od energije preuzete iz mreže što u konačnici dovodi do toga da se sva energija proizvedena iz sunčane elektrane iskoristi za vlastitu potrošnju.

Tablica 9. Rezultati proračuna (simulacije) fotonaponske elektrane prikazuje tablično rezultate proračuna (simulacije) fotonaponske elektrane. U drugom stupcu navedeni su iznosi potencijalne proizvodnje elektrane po mjesecima. U trećem stupcu navedena je potrošnja električne energije (prema računima), u 4. i 5. stupcu navedena količina električne energije koja se preuzima iz mreže i predaje u mrežu, naravno, s obzirom na simuliranu trenutnu proizvodnju i potrošnju, dok je u 6. stupcu navedena količina energije koja se potencijalno mogla proizvesti, ali nije zbog ograničenja.

Tablica 9. Rezultati proračuna (simulacije) fotonaponske elektrane

	Potencijalna proizvodnja	Potrošnja	Preuzeto iz mreže	Predano u mrežu	Ograničenje
Mjesec	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
SIJ	29.040,5	-175.148,3	151.145,4	-3.627,2	-1375,8
VELJ	39.440,7	-171.014,1	140.300,3	-5.425,7	-3279,1
OŽU	72.220,3	-181.038,8	123.607,1	-8.793,2	-5970,3
TRA	98.770,1	-161.409,7	93.502,7	-15.780,6	-15058
SVI	117.882,5	-189.259,2	114.037,1	-18.556,7	-24076,3
LIP	120.484,7	-150.322,5	79.855,6	-2.0421	-29567,5
SRP	131.583,8	-88.926,6	45.085,8	-33.996,8	-53714,6
KOL	110.577,2	-156.438,4	88.180,1	-20.391,7	-21902,6
RUJ	84.322	-191.554,2	126.999,4	-9.743,4	-10000,1
LIS	57.445,4	-196.847,3	148.180,7	-5.783,7	-2969,1
STU	31.524,1	-191.554,2	164.476,8	-2.853,6	-1568,4
PRO	22.668	-196.847,7	177.845,1	-3.006,5	-626,9
UKUPNO	915.959,30	-2.050.361,00	1.453.216,10	-148.380,10	-170.108,70

Slika 7 Rezultati proračuna (simulacije) fotonaponske elektrane prikazuje iste podatke u obliku grafikona. Visina stupca iznad nule (suma proizvedene i isporučene energije u mrežu) jednaka je visini stupca ispod nule (suma potrošene i preuzete energije u mrežu).


Slika 7 Rezultati proračuna (simulacije) fotonaponske elektrane

5.1.3. Rezultati

5.1.3.1. Ušteda isporučene energije

Svu potencijalnu energiju proizvedenu fotonaponskom elektranom [u kWh] na godišnjoj razini nije moguće iskoristiti zbog ograničenja predaje energije u mrežu (ukupna priključna snaga u smjeru predaje u mrežu je 99 kW). Naravno, nemoguće je postići istovremenost proizvodnje i potrošnje (Slika 7 Rezultati proračuna (simulacije) fotonaponske elektrane), a ni svu potencijalno proizvedenu električnu energiju nije moguće iskoristiti zbog ograničenja. Energija u količini od 745.850,60 kWh električne

energije proizvedena elektranom predstavlja uštedu koja se ostvaruje provedbom ove mjere (stvarno proizvedena količina električne energije).

Za proizvodni pogon, modelirana je potrošnja električne energije. Zbroj predzadnjeg i zadnjeg stupca („proizvodnja“ + „ostatak“) predstavlja potrošnju električne energije koja nije do sada ni jednom mjerom obuhvaćena.

Upravo se na tu potrošnju referencira ova mjera.

Tablica 10 Rezultati proračuna ušteda mjere 1

Mjesec	Prije provedbe mjera [kWh]	Elektrana za PP [kWh]	Poslije provedbe mjera [kWh]	Ušteda [kWh]
Siječanj	135.526,80	27.664,70	107.862,10	27.664,70
Veljača	147.182,58	36.161,60	111.020,98	36.161,60
Ožujak	158.466,20	66.250,00	92.216,20	66.250,00
Travanj	141.623,99	83.712,10	57.911,89	83.712,10
Svibanj	143.640,52	93.806,20	49.834,32	93.806,20
Lipanj	141.595,37	90.917,20	50.678,17	90.917,20
Srpanj	94.846,44	77.869,20	16.977,24	77.869,20
Kolovoz	121.387,93	88.674,60	32.713,33	88.674,60
Rujan	144.747,96	74.321,90	70.426,06	74.321,90
Listopad	156.511,79	54.476,30	102.035,49	54.476,30
Studeni	131.161,82	29.955,70	101.206,12	29.955,70
Prosinac	104.378,42	22.041,10	82.337,32	22.041,10
Σ	1.621.069,82	745.850,60	875.219,22	745.850,60

Energija proizvedena fotonaponskom elektranom predviđa se ušteda na potrošnji cjeline proizvodni pogon, kako bi se za cjelinu mogle pokazati uštede.

Konkretno, 79% modelirane potrošnje električne energije koja nije obuhvaćena ostalim mjerama troši se za potrebe rada pogona, stoga je uzeto sva stvarno proizvedena električna energija, elektrana proizvede za potrebe pogona (stupac 3 gornje tablice).

Kako je ranije objašnjeno, ta energija predstavlja uštedu koja se ostvaruje u cjelini pogona (**745.850,6 kWh/god.**).

5.1.3.2. Smanjenje emisija CO₂

Za svaki izvor energije može se iskazati potencijal stvaranja ugljičnog dioksida.

U sklopu natječaja „Povećanje energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije u proizvodnim industrijama“ u Dodatku 5 (Tablica 4) dani su faktori pretvorbe emisija CO₂ za pojedine vrste goriva i pojedine izvore energije.

Gorivo/energija	Emisijski faktori* [kgCO ₂ /kWh]
Lignit	0,364
Mrki ugljen	0,364
Kameni ugljen	0,341
Teško loživo ulje	
Srednje loživo ulje	0,279
Ekstra lako loživo ulje	
Lako loživo ulje	0,267
Dizel	
Benzin	0,250
Ukapljeni naftni plin (UNP)	0,227
Prirodni plin	
Stlačeni prirodni plin (SPP)	0,202
Biomasa**	0
Električna energija	0,330***
Toplinska energija	0,274****

Slika 8. Faktori pretvorbe emisija CO₂ za pojedine vrste goriva / izvora energije

Emisije CO₂ prije i poslije provedbe mjera računaju se na način da se kWh pomnože s odgovarajućim emisijskim faktorom, ovisno iz kojeg izvora potječe.

Pošto je, u sklopu ove mjere, riječ samo o električnoj energiji koja se koristi, proizvodi i štedi, faktor smanjenja emisija CO₂ je 0,33 kg/kWh, s čime se množi posljednji stupac prethodne tablice (Tablica 10)

Tablica 11 Emisije CO₂ prije i nakon provedbe mjere 1

Mjesec	Σ	Ušteda na emisijama CO ₂ [kg]
Siječanj	9.129,35	
Veljača	11.933,33	
Ožujak	21.862,50	
Travanj	27.624,99	
Svibanj	30.956,05	
Lipanj	30.002,68	
Srpanj	25.696,84	
Kolovoz	29.262,62	
Rujan	24.526,23	
Listopad	17.977,18	
Studeni	9.885,38	
Prosinac	7.273,56	
Σ	246.130,71	

Rezultati uštede na emisijama CO₂ koji se ispušta u okoliš u pojedinom mjesecu nakon provedbe mjere prikazani su tablično (Tablica 11).

Smanjenje emisije CO₂ nakon provedbe mjere na godišnjoj razini je **246.130,71 kgCO₂/god.**

5.2. MJERA 2 - Postavljanje novih sustava za proizvodnju toplinske i/ili rashladne energije - toplinski sunčani kolektori

5.2.1. Opis mjere

Puni naziv mjere (12. mjeru iz popisa prihvatljivih mjera podaktivnosti 1) je „Postavljanje novih sustava za proizvodnju toplinske i/ili rashladne energije, energije za grijanje sanitарне i/ili tehnološke vode te energije za grijanje i hlađenje prostora sa toplinskim sunčanim kolektorima (stupanj korisnog djelovanja veći od 70%), sa ili bez dodatnog sustava na ukapljeni naftni ili prirodni plin“

Ova mjeru, prema Radnom listu „Prihvatljive aktivnosti“ Obrasca 2. Obrazac s dodatnim podacima o projektnom prijedlogu, svrstava se u **mjeru promicanja energije iz obnovljivih izvora energije**.

Za potrebe zagrijavanja potrošne tople vode, predviđena je ugradnja 10 pločastih solarnih kolektora VFK 135 D, zajedno sa solarnim bivalentnim spremnikom tople vode uniSTOR, 2 m³ zapremine.

Time će se zamijeniti dosadašnji sustav pripreme tople vode električnim bojlerima.

5.2.2. Proračun

Korišten je postupak f-Chart za proračun solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode i simulacija provedena pomoću računala programom MS “Excel”.

Uz navedeni metodički pristup kod proračuna solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode postupkom f-Chart proračunava se mjeseca srednja vrijednost dnevnog ukupnog ozračenja H_{β} na nagnutu površinu kolektora, zatim mjeseca potrebna toplinska energija Q_p , mjeseci solarni stupanj pokrivanja, zatim slijede mjesecne vrijednosti energetskog doprinosa solarnog sustava, potrebe dodatne energije i stupnja djelovanja solarnog sustava pri čemu se proračunski koraci ponavljaju za sve mjesece u godini s unaprijed odabranom površinom kolektora A_k .

Na kraju su proračunate godišnje vrijednosti energetskog doprinosa sustava, potrebe dodatne energije, solarnog stupnja pokrivanja i stupnja djelovanja solarnog sustava.

Rezultati proračuna solarnog sustava za navedeni objekt navedenih karakteristika za područje grada Slavonskog Broda i usmjerenoje kolektora prema jugu s nagibom $\beta = 45^\circ$ dani su u tablici ispod. Rezultati su u tablicama prikazani kao mjesecne i godišnje vrijednosti.

Tablica 12. Ulazni podaci za proračun prikupljene energije solarnim kolektorima

Lokacija:	Požega (podaci od Slavonskog Broda)						
Broj kolektora	10	kom	2,51	m ² /kom	Specifični toplinski kapacitet:	4,182	kJ/kgK
Spremnik tople vode	80	2000	75	1882,5	Površina kolektora:	25,1	m ²
Temperatura tople vode:			60	°C	Koeficijent prolaza topline:	4	W/m ² K
Temperatura hladne vode:			15	°C	Optički stupanj djelovanja:	0,79	-

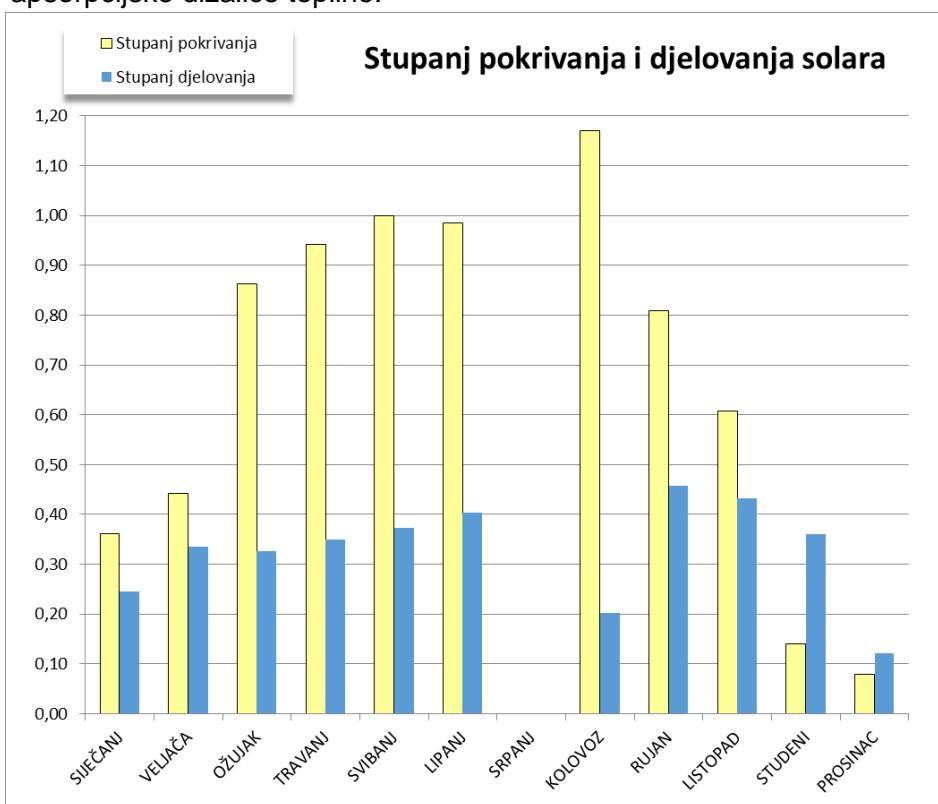
Tablica 13. Rezultati proračuna prikupljene energije solarnim kolektorima

	N	θ _z [°C]	H _β [MJ/m ² d]	Q _{ptv} [kWh]	X [-]	Y [-]	f [-]	Q _k [kWh]	Q _d [kWh]	η [-]
Siječanj	31	0,3	5,56	817,00	12,76	1,16	0,36	295,94	521,06	0,25
Veljača	29	2,5	8,10	1237,85	7,59	1,05	0,44	547,96	689,89	0,33
Ožujak	31	6	13,97	1139,05	8,29	2,09	0,86	982,81	156,24	0,33
Travanj	30	10,6	16,60	1287,25	6,50	2,13	0,94	1212,45	74,80	0,35
Svibanj	31	15,8	18,74	1510,50	5,13	2,12	1,00	1508,83	1,67	0,37
Lipanj	30	18,8	19,33	1658,70	4,21	1,93	0,98	1633,17	25,53	0,40
Srpanj	31	20,8	20,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	31	20,7	18,58	693,50	9,94	4,57	1,17	811,53	0,00	0,20
Rujan	30	16,5	17,53	2079,55	3,55	1,39	0,81	1680,69	398,86	0,46
Listopad	31	11,1	12,04	1857,25	4,61	1,11	0,61	1126,86	730,39	0,43
Studeni	30	5	6,82	3664,15	2,54	0,31	0,14	514,80	3149,35	0,36
Prosinac	31	1,1	4,09	1336,65	7,70	0,52	0,08	107,08	1229,57	0,12
Godina		10,8	13,5	17281,450			0,617	10422,12	6977,37	0,301

Uštede koje se ostvaruju ugradnjom sunčevih kolektora je energija koja se iskoristi za zagrijavanje PTV-a. Tablica 13. Rezultati proračuna prikupljene energije solarnim kolektorima prikazuje rezultate proračuna o prikupljenoj energiji po mjesecima.

Q_k je energija prikupljena solarnim kolektorima i prenesena na vodu (PTV).

Q_d je energija koja se nekim sustavom treba prenijeti na vodu (PTV) kako bi se u potpunosti zadovoljile modelirane potrebe za potrošnom toplom vodom. U ovom slučaju, otpadna toplina dostupna na lokaciji bit će dosta za pokrivanje potreba za PTV-om, što je obuhvaćeno mjerom 5. Kao rezervni i stabilni sustav projektom su predložene plinske apsorpcijske dizalice topline.


Slika 9 Stupanj pokrivanja i djelovanja solarnog sustava nakon provedbe mjere 3

Stupanj djelovanja solarnog sustava ovdje je definiran kao kvocijent energije koja se predaje sustavu PTV-a i energije koja se Suncem dozračuje na površinu kolektora. Stupanj djelovanja tako definiran ovisi o karakteristikama solarnog kolektora, ali najviše o potrošnji/potrebama sustava PTV-a u pojedinom mjesecu te ga treba razlikovati od optičkog stupnja djelovanja definiranog od strane proizvođača.

5.2.3. Rezultati

5.2.3.1. Ušteda isporučene energije

Tablica 14. Međurezultati proračuna ušteda mjere prikazuje koliko se energije treba trošiti na pripremu PTV-a za cjelinu „proizvodni pogon“ prije provedbe mjere, koliko se energije prikupilo solarnim kolektorima i koliko se energije treba dodati sustavu da bi se pokrile potrebe pogona za PTV-om („ostatak“). Taj dio energije nadomjestiti će se otpadnom toplinom dostupnom od kompresora u hali Emajlirnice, a uračunat je i opisan u mjeri 5.

Prema uvjetima natječaja i važećoj metodologiji, ova mjera „Postavljanje novih sustava za proizvodnju toplinske i/ili rashladne energije, energije za grijanje sanitарне i/ili tehnološke vode te energije za grijanje i hlađenje prostora sa toplinskim sunčanim kolektorima (stupanj korisnog djelovanja veći od 70%), sa ili bez dodatnog sustava na ukapljeni naftni ili prirodni plin“ svrstava se u mjeru koje promiču obnovljive izvore energije. Iskorištavanje otpadne topline dio je mjeru koje se svrstavaju u mjeru energetske učinkovitosti, stoga je proračunom odvojen njihov utjecaj na ukupne uštede. Sva energija koja se prikupi solarnim kolektorima i koja se može iskoristiti (ne može se sva energija iskoristiti, npr. u kolovozu) predstavlja povećanje udjela obnovljivih izvora energije i uštedu nakon provedbe mjeri 2. Razlika drugog i četvrтog stupca predstavlja energiju koja se trošila za potrebe PTV-a prije provedbe mjeri. Nakon provedbe mjeri neće se trošiti energija za potrebe pripreme PTV-a. Na taj način, kako je objašnjeno, sva energija koju je moguće iskoristiti od solarnih kolektora je ušteda i predstavlja energiju koja dolazi iz obnovljivih izvora energije. „Ostatak“ potrebe za PTV-om pribrojen je potrebama u mjeri 5 koja uključuje svu otpadnu toplinu koja se planira iskorištavati projektnim prijedlogom.

Tablica 14. Međurezultati proračuna ušteda mjere 2

Mjesec	PTV [kWh]	Solarni kolektor [kWh]	Ostatak [kWh]
Siječanj	817,00	295,94	521,06
Veljača	1.237,85	547,96	689,89
Ožujak	1.139,05	982,81	156,24
Travanj	1.287,25	1.212,45	74,80
Svibanj	1.510,50	1.508,83	1,67
Lipanj	1.658,70	1.633,17	25,53
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	693,50	811,53	0,00
Rujan	2.079,55	1.680,69	398,86
Listopad	1.857,25	1.126,86	730,39
Studeni	3.664,15	514,80	3.149,35
Prosinac	1.336,65	107,08	1.229,57
Σ	17.281,45	10.422,12	6.977,36

Tablica 15. Rezultati proračuna ušteda mjere 2

Mjesec	Prije provedbe mjera [kWh]	Poslije provedbe mjera [kWh]	Ušteda [kWh]
Siječanj	295,94	0,00	295,94
Veljača	547,96	0,00	547,96
Ožujak	982,81	0,00	982,81
Travanj	1.212,45	0,00	1.212,45
Svibanj	1.508,83	0,00	1.508,83
Lipanj	1.633,17	0,00	1.633,17
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	693,50	0,00	693,50
Rujan	1.680,69	0,00	1.680,69
Listopad	1.126,86	0,00	1.126,86
Studeni	514,80	0,00	514,80
Prosinac	107,08	0,00	107,08
Σ	10.304,09	0,00	10.304,09

S obzirom da se sva energija koja se može prikupiti solarnim kolektorima ne može iskoristiti, uštede (10 304,09 kWh) su nešto manje od kWh dobivenih simulacijom rada solarnih kolektora (10.422,11 kWh)

5.2.3.2. Smanjenje emisija CO₂

Sva isporučena energija za potrebe PTV-a potječe od plina, stoga se kWh prije provedbe mjera množe s faktorom 0,202.

 Tablica 16 Emisije CO₂ prije i nakon provedbe mjere 3

	Emisije CO ₂ prije [kg]	Emisije CO ₂ poslije [kg]	Ušteda na emisijama CO ₂ [kg]
Mjesec			Σ
Siječanj	59,78	0,00	59,78
Veljača	110,69	0,00	110,69
Ožujak	198,53	0,00	198,53
Travanj	244,91	0,00	244,91
Svibanj	304,78	0,00	304,78
Lipanj	329,90	0,00	329,90
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	140,09	0,00	140,09
Rujan	339,50	0,00	339,50
Listopad	227,63	0,00	227,63
Studeni	103,99	0,00	103,99
Prosinac	21,63	0,00	21,63
Σ	2.081,43	0,00	2.081,43

Rezultati su prikazani tablično (Tablica 16), broj kilograma CO₂ koji se ispušta u okoliš u pojedinom mjesecu prije provedbe mjere i nakon provedbe mjere. U posljednjem stupcu prikazana je razlika tj. smanjenje emisija CO₂ nakon provedbe mjere (**2.081,43 kgCO₂/god**).

5.3. MJERA 3 - Postavljanje novih sustava za proizvodnju toplinske i/ili rashladne energije - dizalice topline**5.3.1. Opis mjere**

Puni naziv mjere (12. mjera iz popisa prihvatljivih mjera podaktivnosti 1) je „Postavljanje novih sustava za proizvodnju toplinske i/ili rashladne energije, energije za grijanje sanitарне i/ili tehnološke vode te energije za grijanje i hlađenje prostora sa dizalicama topline s vodom kao ogrjevno-rashladnim medijem u sekundarnom krugu (ventilokonvektora, radijatora i sl.), koja zadovoljavaju važeću uredbu Komisije 2016/2281 od 30. studenog 2016.“

Ovom mjerom predviđena je zamjena plinskih kotlova za grijanje i plinskih grijaća zraka plinskim apsorpcijskim dizalicama topline.

Tehnički opis uređaja i detaljniji opis termotehničkog sustava dan je u glavnom strojarskom projektu PUD19022-GP-ST-1.

Ova mjera, prema Radnom listu „Prihvatljive aktivnosti“ Obrasca 2. Obrazac s dodatnim podacima o projektnom prijedlogu, svrstava se u **mjere promicanja energije iz obnovljivih izvora energije**.

Jedan od važnijih faktora proračuna isporučene energije jest učinkovitost opreme koja se zamjenjuje i učinkovitost opreme koja zamjenjuje postojeću. U nedostatku podataka od proizvođača, učinkovitost postojeće opreme (plinski grijaci zraka) za potrebe ovog proračuna, smatra se konstantom tijekom cijele godine, 80%.

Učinkovitost postojeće opreme uzeta na gornjoj, za proračun ušteda najnepovoljnijoj granici, kako bi se dobila što konzervativnija procjena potrošnje postojećeg sustava. Drugim riječima, postojeći je sustav u realnosti bio neučinkovitiji nego što se metodologijom proračuna uzima.

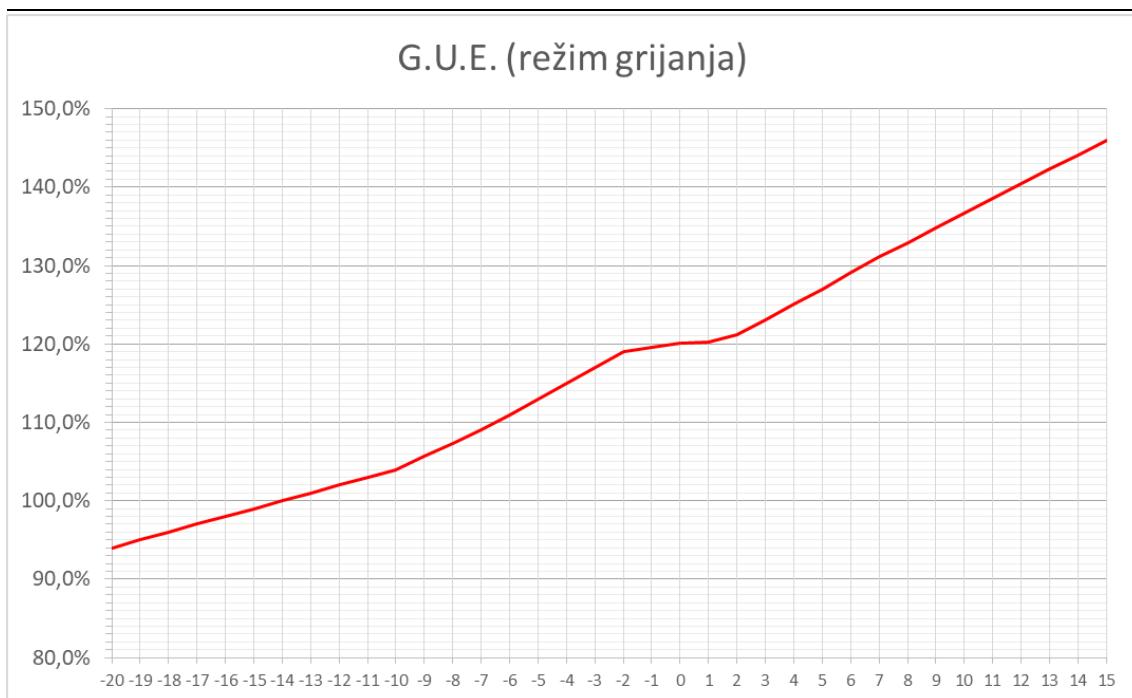
Učinkovitost novoinstaliranih plinskih apsorpcijskih dizalica topline, po mjesecima, prikazana je u tablici (Tablica 17). Ona dakako ovisi prije svega o vanjskim uvjetima, stoga se u prvom stupcu navodi informacija o vanjskoj temperaturi zraka, podaci preuzeti iz priloga E Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama: „Tablični prikazi meteoroloških veličina, položaja i visina za klimatski mjerodavne meteorološke postaje.“

S obzirom na vanjsku temperaturu i projektiranu temperaturu toplinskog ponora (temperaturni režim vode za grijanje), proizvođač dizalica topline definira učinkovitost dizalica topline.

G.U.E. (Gas utilization efficiency) je faktor kojim se određuje koliko kWh toplinske energije se dobiva od 1 kWh energenta (plina) i on najviše ovisi o temperaturnom režimu u kojem radi i vanjskim uvjetima (temperaturi zraka).

Kretanje tog faktora s obzirom na vanjsku temperaturu za režim 55/45 °C prikazano je slikom Slika 10. Učinkovitost novo-instalirane opreme u grijanju.

Za neke druge uređaje istog proizvođača, isti faktor moguće je definirati i u načinu rada hlađenja no instalirani uređaji ne mogu raditi u režimu hlađenja.



Slika 10. Učinkovitost novo-instalirane opreme u grijanju

Ovaj graf specifičnost konkretnog proizvoda i podaci za njihovu izradu dobiveni su od proizvođača. Ni u kojem slučaju ne mogu se koristiti kao općeniti za plinske apsorpcijske dizalice topline ni za koji drugi model istog proizvođača.

Tablica 17. Učinkovitost novo-instalirane opreme RTA 00-665 HT CW

	GAHP A	
	θ_{sr} [°C]	G.U.E.
Siječanj	0,3	120,10%
Veljača	2,5	123,10%
Ožujak	6,9	131,10%
Travanj	11,6	140,40%
Svibanj	16,8	146,00%
Lipanj	20,1	146,00%
Srpanj	21,6	146,00%
Kolovoz	21,0	146,00%
Rujan	16,3	146,00%
Listopad	11,6	140,40%
Studeni	5,9	129,10%
Prosinac	1,5	121,20%

Kompaktna cjelina naziva Robur RTA 00-665 HT CW sastavljena je od pet plinskih apsorpcijskih dizalica topline GAHP A, zbog toga se navode podaci o učinkovitosti GAHP A dizalice topline.

5.3.2. Proračun

Tablica 7 i Tablica 8 prikazuju potrošnju energije za različite namjene. U njima je posebno odvojena i isporučena energija za potrebe grijanja, jedne i druge hale.

Zbrojene vrijednosti za potrebe grijanja isporučene energije plina jedne i druge spomenute tablice prikazane su u stupcu 2 iduće tablice, dok su u stupcu 4 iste tablice prikazane vrijednosti za potrebe grijanja isporučene električne energije.

Tablica 18. Potrošnja energije [kWh] prije provedbe mjere 3

Mjesec	Plin [kWh]	Dio pokriven DT	El. energija [kWh]	Σ
Siječanj	92.265,05	81.080,24	1.742,16	82.822,40
Veljača	38.000,24	25.237,49	1.655,05	26.892,54
Ožujak	24.707,01	11.108,88	905,92	12.014,80
Travanj	9.632,97	0,00	400,70	400,70
Svibanj	0,00	0,00	0,00	0,00
Lipanj	0,00	0,00	0,00	0,00
Srpanj	0,00	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	0,00	0,00	0,00	0,00
Rujan	0,00	0,00	0,00	0,00
Listopad	0,00	0,00	0,00	0,00
Studeni	33.009,05	19.550,15	801,39	20.351,54
Prosinac	34.356,58	23.775,10	1.306,62	25.081,72
Σ	231.970,90	160.751,86	6811,84	167.563,70

Dio od **231.970,90 kWh** isporučene energije plina za potrebe grijanja namirit će se prikupljenom otpadnom toplinom od kompresorske podstanice (Tablica 33 Otpadna toplina iz kompresorske podstanice).

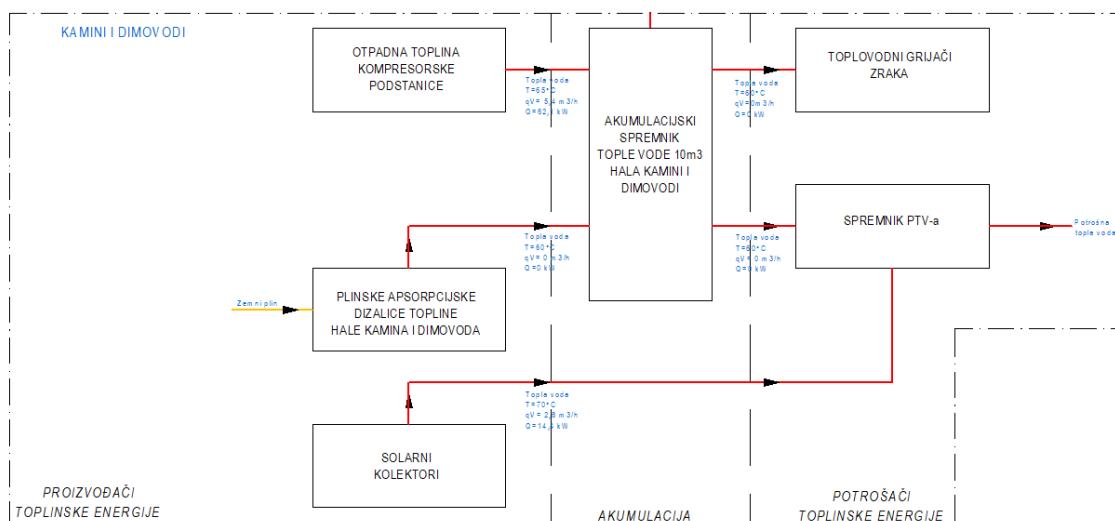
Za potrebe proračuna ušteda mjere 3, uzima se samo otpadna toplina koja potječe od kompresorske podstanice.

Razlog tome je pozicija spremnika topline 2 (hala Kamini i Dimovodi) koji se snabdijeva otpadnom toplinom od kompresorske podstanice i na kojem od potrošača nema spojenih onih koji sudjeluju u tehnološkom procesu. Iako je omogućen transfer otpadne topline i iz drugih izvora (pa i iz hale emajlirnice), uzet je u obzir samo ovaj.

Drugim riječima, u eksploataciji sustava koji je predložen ovim projektom, za potrebe grijanja koristit će se i drugi izvori otpadne (osim ovog od kompresora) i tako ostvarivati veće uštede nego što je ovdje proračunom prikazano.

No, kako bi se izbjegla dodatna komplikacija ionako složenog proračuna ušteda, uzima se da se otpadna toplina za potrebe grijanja koristi iz samo jednog izvora.

Slika 11 Bilanca spremnika (nacrt PUD19037-GP-ST-1-211) prikazuje i objašnjava razloge metodologije izračuna ušteda mjere 3.



Slika 11 Bilanca spremnika (nacrt PUD19037-GP-ST-1-211)

Kasnije, u proračunu, će se ispostaviti da otpadne topline u mjesecima najveće potrebe za grijanjem nema dovoljno te da će se morati uključivati plinske apsorpcijske dizalice topline.

Tablica 19 Iskorištavanje otpadne topline za potrebe grijanja

Mjesec	Otpadna toplina kompresor	Energija pokrivena otpadnom toplinom	Neiskorištena otpadna toplina
Siječanj	11.184,81	11.184,81	0,00
Veljača	12.762,75	12.762,75	0,00
Ožujak	13.598,13	13.598,13	0,00
Travanj	10.442,25	9.632,97	809,28
Svibanj	12.762,75	0,00	12.762,75
Lipanj	11.973,78	0,00	11.973,78
Srpanj	10.024,56	0,00	10.024,56
Kolovoz	10.535,07	0,00	10.535,07
Rujan	15.036,84	0,00	15.036,84
Listopad	15.222,48	0,00	15.222,48
Studeni	13.458,90	13.458,90	0,00
Prosinac	10.581,48	10.581,48	0,00
Σ	147.583,80	71.219,04	76.364,76

Usporedbom potrošnje plina za potrebe grijanja (Tablica 18, 2. stupac) i raspoložive otpadne topline kompresora (Tablica 19, 2. stupac) vidljivo je da će se morati uključivati plinske apsorpcijske dizalice topline za pokrivanje svih potreba.

Ušteda koja se ostvaruje temeljem te otpadne topline, zbog uvjeta natječaja i propisane metodologije, ne smije biti prikazana u mjerama obnovljivih izvora energije (kao što je ova), stoga je odvojen dio energije kojeg će isporučiti dizalice topline od dijela koji će pokriti prikupljena otpadna toplina.

Uštede temeljem toga bit će prikazane u mjeri 5.

Treći stupac tablice (Tablica 18) dio je isporučene energije koja će se isporučiti novo-instaliranim dizalicama topline. Na temelju te potrošnje plina izračunata je potreba za grijanjem na način da se pomnoži s učinkovitošću postojećih plinskih grijaca.

Tablica 20 Potreba za grijanjem projektne cijeline

Mjesec	Potreba poslije	
	Φ	h
Siječanj	64.864,19	127,02
Veljača	20.189,99	39,54
Ožujak	8.887,10	17,40
Travanj	0,00	0,00
Svibanj	0,00	0,00
Lipanj	0,00	0,00
Srpanj	0,00	0,00
Kolovoz	0,00	0,00
Rujan	0,00	0,00
Listopad	0,00	0,00
Studeni	15.640,12	30,63
Prosinc	19.020,08	37,25
Σ	128.601,49	251,83

Crveno je osjenčana toplinska potreba za grijanjem, a ljubičastom referentni sati rada sustava grijanja dobiveni dijeljenjem potreba sa sumom instaliranih ogrjevnih snaga svih uređaja.

Pri evaluaciji postojećeg i novog sustava, metodologijom proračuna ušteda predviđeno je da potreba za grijanjem postojećeg i novog stanja budu jednake, pošto nije predviđen zahvat na ovojnici ili stolariji objekta koji bi promijenio potrebe za ogrjevnim energijom. Drugim riječima, radi korektne usporedbe, pretpostavlja se jednak način korištenja stare i nove instalacije za potrebe grijanja.

Potrošnja energije sustava nakon provedbe mjere dobiva se dijeljenjem učinkovitosti novo-instalirane opreme (Tablica 17. Učinkovitost novo-instalirane opreme RTA 00-665 HT CW) koja je iskazana po mjesecima.

$$Q_{potrošnja} = \frac{Q_{potreba}}{\eta_{opreme}}$$

Pomoću referentnih sati rada izračunat će se i električna energija koja će se koristiti za potrebe rada sustava grijanja.

5.3.3. Rezultati

5.3.3.1. Ušteda isporučene energije

Tako dobiveni rezultati, zajedno s potrošnjom električne energije novo-instalirane opreme, upisani su u slijedeću tablicu.

Tablica 21. Potrošnja energije [kWh] nakon provedbe mjere 3

Mjesec	Potrošnja poslije		
	Plin [kWh]	El. energija [kWh]	Σ
Siječanj	54.008,49	3.780,96	57.789,45
Veljača	16.401,29	1.176,88	17.578,17
Ožujak	6.778,87	518,03	7.296,9
Travanj	0,00	0,00	0,0
Svibanj	0,00	0,00	0,0
Lipanj	0,00	0,00	0,0
Srpanj	0,00	0,00	0,0
Kolovoz	0,00	0,00	0,0
Rujan	0,00	0,00	0,0
Listopad	0,00	0,00	0,0
Studeni	12.114,73	911,67	13.026,4
Prosinac	15.693,14	1.108,69	16.801,83
Σ	104996,52	7496,23	112492,75

Sumarno, novo-instalirana oprema, za potrebe grijanja, na godišnjoj razini, trošit će **112 492,75 kWh**.

Konačan očekivani iznos ušteda na godišnjoj razini provedbom mjere 3 izračunava se kao razlika sume koju prikazuje Tablica 18. Potrošnja energije [kWh] prije provedbe mjere 3 i sume koji prikazuje Tablica 21. Potrošnja energije [kWh] nakon provedbe mjere za svaki mjesec i iznosi **55.070,95 kWh**.

Rezultati po mjesecima prikazani su tablično (Tablica 22).

Tablica 22 Rezultati provedbe mjere 3

Mjesec	Prije provedbe mjere [kWh]	Poslije provedbe mjere [kWh]	Ušteda [kWh]
Siječanj	82.822,40	57.789,45	25.032,95
Veljača	26.892,54	17.578,17	9.314,37
Ožujak	12.014,80	7.296,90	4.717,9
Travanj	400,70	0,00	400,7
Svibanj	0,00	0,00	0,0
Lipanj	0,00	0,00	0,0
Srpanj	0,00	0,00	0,0
Kolovoz	0,00	0,00	0,0
Rujan	0,00	0,00	0,0
Listopad	0,00	0,00	0,0
Studeni	20.351,54	13.026,40	7.325,14
Prosinac	25.081,72	16.801,83	8.279,89
Σ	167563,70	112492,75	55070,95

5.3.3.2. Smanjenje emisija CO₂

Emisije CO₂ prije i poslije provedbe mjera računaju se na način da se kWh pomnože s odgovarajućim emisijskim faktorom, ovisno iz kojeg izvora potječe. Konkretno, ovom mjerom obuhvaćena je potrošnja dva energenta, plina i električne energije. Podaci iz trećeg stupca (Tablica 18. Potrošnja energije [kWh] prije provedbe mjere 3) množe se faktorom 0,202 te se zbrajaju s umnoškom podataka iz četvrtog stupca iste tablice i faktora 0,33. Rezultat je broj kilograma CO₂ koji se ispušta u okoliš prije provedbe mjere, a osjenčan je i prikazan za svaki pojedini mjesec u drugom stupcu slijedeće tablice:

Tablica 23 Emisije CO₂ prije i nakon provedbe mjere 3

	Emisije CO ₂ prije [kg]	Emisije CO ₂ poslije [kg]	Smanjenje emisija CO ₂ [kg]
Siječanj	19.212,45	12.157,43	7.055,02
Veljača	8.222,21	3.701,43	4.520,78
Ožujak	5.289,77	1.540,28	3.749,49
Travanj	2.078,09	0,00	2.078,09
Svibanj	0,00	0,00	0,00
Lipanj	0,00	0,00	0,00
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	0,00	0,00	0,00
Rujan	0,00	0,00	0,00
Listopad	0,00	0,00	0,00
Studeni	6.932,29	2.748,03	4.184,26
Prosinc	7.371,21	3.535,88	3.835,33
Σ	49106,02	23683,05	25422,97

Isti postupak je i za emisije nakon provedbe mjere 3.

Ukupno smanjenje emisija CO₂ nakon provedbe mjere 3, na godišnjoj razini je **25.422,97 kgCO₂/god.**

5.4. MJERA 4 - Sve ostale tehnološke mjere – Zamjena lakirnice

5.4.1. Opis mjere

Projektnim prijedlogom planira se zamjena postojeće lakirnice novom, učinkovitijom. Detaljniji opis dan je poglavljem 1.2.2.3. ovog priloga i tehničkim opisom u strojarskom projektu, mapi 1 ovog glavnog projekta.

Puni naziv mjere (10. mjera iz popisa prihvatljivih mjer podaktivnosti 1) je „Sve ostale tehnološke mjeru i drugi zahvati u proizvodnom / radnom procesu koji rezultiraju smanjenjem utroška energije i doprinose energetskoj učinkovitosti procesa u skladu s ovim Pozivom“

Ova mjeru, prema Radnom listu „Prihvatljive aktivnosti“ Obrascu 2. Obrazac s dodatnim podacima o projektnom prijedlogu, svrstava se u **mjere energetske učinkovitosti**.

5.4.2. Proračun

Prije provedbe mjeru postojeća lakirnica trošila je energiju iz plina i električnu energiju za potrebe hlađenja u procesu. (Tablica 7 Podjela potrošnje prema namjeni Kamini i Dimovodi, drugi i treći stupac).

Tablica 24 Isporučena energija prije provedbe mjere 4

Mjesec	Potrošnja prije		Σ [kWh]
	Plin prije [kWh]	Električna energija prije [kWh]	
Siječanj	93.771,49	3.800,00	97.571,49
Veljača	105.190,67	3.800,00	108.990,67
Ožujak	96.385,38	3.952,00	100.337,38
Travanj	65.672,46	3.648,00	69.320,46
Svibanj	68.503,29	3.648,00	72.151,29
Lipanj	58.944,08	3.648,00	62.592,08
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	94.089,88	3.496,00	97.585,88
Rujan	72.597,24	3.800,00	76.397,24
Listopad	78.354,92	4.104,00	82.458,92
Studeni	75.605,96	3.496,00	79.101,96
Prosinac	78.497,25	3.800,00	82.297,25
Σ	887.612,62	41.192,00	928.804,62

Temeljem postojeće potrošnje energije moguće je definirati potrebu za energijom procesa lakiranja. Zbog činjenice da se tehnologija lakiranja niti broj izlaznih jedinica te tehnologije neće mijenjati, potrebe za energijom u tom procesu neće se mijenjati. Uštedu u isporučenoj energiji će generirati dvije promjene:

- Izvor energije za proces pranja i odmašćivanja
- Izvor energije za potrebe hlađenja

Tablica 25 Potreba za energijom mjere 4

Mjesec	Potreba	
	Φ [kWh]	Φ [kWh]
Siječanj	93.771,49	11.400,00
Veljača	105.190,67	11.400,00
Ožujak	96.385,38	11.856,00
Travanj	65.672,46	10.944,00
Svibanj	68.503,29	10.944,00
Lipanj	58.944,08	10.944,00
Srpanj	0,00	0,00
Kolovoz	94.089,88	10.488,00
Rujan	72.597,24	11.400,00
Listopad	78.354,92	12.312,00
Studeni	75.605,96	10.488,00
Prosinac	78.497,25	11.400,00
Σ	887.612,62	123.576,00

Potreba u kWh za hlađenjem izračunata je množenjem učinkovitosti postojećeg rashladnog uređaja (EER=3).

U novoj lakirnici plamenik od 205 kW koji služio za zagrijavanje vode za pranje i odmašćivanje bit će zamijenjen izmjenjivačem topline koji će zagrijavati vodu otpadnom toplinom.

Ako se uzme u obzir da se tehnologija lakiranja niti broj izlaznih jedinica te tehnologije neće mijenjati s podatkom o preostaloj instaliranoj snazi plamenika u lakirnici, na taj način, smanjenja je potreba nove lakirnice za 18%.

$$\frac{\Phi_{novo}}{\Phi_{postojeće}} = \frac{205 + 738}{205 + 205 + 738} = 82\%$$

Izvor rashladne energije je apsorpcijski rashladni uređaj na otpadnu toplinu, s učinkovitošću od 60%.

Uređaj u svom radu koristi električnu energiju za pogon pumpi i ventilatora rashladnog tornja.

5.4.3. Rezultati

5.4.3.1. Ušteda isporučene energije

Tablica 26 Potrošnja nakon provedbe mjere 4 prikazuje potrošnju u kWh nakon provedbe mjere 4. Drugi stupac 82% je vrijednosti navedenih u drugom stupcu prethodne tablice (Tablica 25 Potreba za energijom mjere 4). U stupcu „Električna energija poslije“ navedeni su iznosi električne energije potrebne za pokretanje apsorpcijskog rashladnog uređaja.

Tablica 26 Potrošnja nakon provedbe mjere 4

Mjesec	Potrošnja poslije		
	Plin poslije [kWh]	Električna energija poslije [kWh]	Σ [kWh]
Siječanj	77.026,58	907,20	77.933,78
Veljača	86.406,62	907,20	87.313,82
Ožujak	79.173,71	943,49	80.117,20
Travanj	53.945,24	870,91	54.816,15
Svibanj	56.270,56	870,91	57.141,47
Lipanj	48.418,35	870,91	49.289,26
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	77.288,12	834,62	78.122,74
Rujan	59.633,45	907,20	60.540,65
Listopad	64.362,97	979,78	65.342,75
Studeni	62.104,90	834,62	62.939,52
Prosinac	64.479,88	907,20	65.387,08
Σ	729.110,38	9.834,05	738.944,43

Smanjenje isporučene energije (uštede) razlika su odgovarajućih vrijednosti prije i nakon provedbe mjere.

Tablica 27 Rezultati provedbe mjere 4

Mjesec	Prije provedbe mjera [kWh]	Poslije provedbe mjera [kWh]	Ušteda [kWh]
Siječanj	97.571,49	77.933,78	19.637,71
Veljača	108.990,67	87.313,82	21.676,85
Ožujak	100.337,38	80.117,20	20.220,18
Travanj	69.320,46	54.816,15	14.504,31
Svibanj	72.151,29	57.141,47	15.009,82
Lipanj	62.592,08	49.289,26	13.302,82
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	97.585,88	78.122,74	19.463,14
Rujan	76.397,24	60.540,65	15.856,59
Listopad	82.458,92	65.342,75	17.116,17
Studeni	79.101,96	62.939,52	16.162,44
Prosinc	82.297,25	65.387,08	16.910,17
Σ	928.804,62	738.944,43	189.860,20

Uštede koje se ostvaruju direktna su posljedica implementacije velike količine otpadne topline u proces lakiranja. Ukupna suma otpadne topline opisana i prikazana je u mjeri 5, no ovdje se posebno napominje jer je važan dio proračuna ušteda mjere 4.

Pošto i mjeri 4 i mjeri 5 spadaju u mjeru energetske učinkovitosti, njihova suma je dozvoljena a da se ne naruše uvjeti i traženi rezultati natječajem (pokazatelj povećanja udjela obnovljivih izvora energije).

Tablica 28 Bilanca otpadne topline nakon provedbe mjere 4

Otpadna toplina EK [kWh]	Ostatak EK 90°C [kWh]	Raspoloživo 60°C [kWh]	Ostatak [kWh]
19.000,00	57.013,87	81.915,81	65.170,90
19.000,00	66.177,44	94.455,64	88.434,34
19.760,00	46.130,23	74.078,46	70.464,92
18.240,00	78.644,97	104.167,16	102.072,91
18.240,00	85.161,43	115.038,23	102.805,50
18.240,00	70.076,15	97.343,46	86.817,73
0,00	0,00	16.342,56	16.342,56
17.480,00	135.994,77	166.632,29	149.830,53
19.000,00	56.132,82	87.237,26	74.273,47
20.520,00	55.835,05	87.349,34	73.357,39
17.480,00	51.943,02	79.974,16	79.932,00
19.000,00	32.072,08	53.802,57	50.366,68
205.960,00	735.181,83	1.058.336,93	959.868,92

„Otpadna toplina EK“ osjenčana plavom dio je otpadne topline od ekonomajzera kojeg će apsorpcijski rashladni uređaj koristiti kao pogonsku energiju. S prosječnom učinkovitošću za dane radne parametre od 60%, isporučit će svu potrebnu energiju za rashladni dio procesa lakiranja.

„Ostatak EK“ ostatak je otpadne topline koju ekonomajzer prikupi od osjetne topline dimnih plinova. (Tablica 30. Otpadna toplina prikupljena ekonomajzerom oduzeta od prvog stupca „Otpadna toplina EK“ iz prethodne tablice).

Već je ranije napomenuto da se zbog temperatura samo otpadna toplina ekonomajzera može koristiti za rashladni proces, stoga je važno odvojiti pojedine izvore otpadne topline.

Toplinska energija potrebna za postupak odmašćivanja i pranja nove lakirnice dolazi od preostale raspoložive otpadne topline („Raspoloživo 60°C“). „Ostatak“ je dio kojeg će se iskorištavati za potrebe odmašćivanja i pranja emajlirnice.

5.4.3.2. Smanjenje emisija CO₂

Emisije CO₂ prije i poslije provedbe mjera računaju se na način da se kWh pomnože s odgovarajućim emisijskim faktorom, ovisno iz kojeg izvora potječe. Konkretno, ovom mjerom obuhvaćena je potrošnja dva energenta, plina i električne energije. Podaci iz drugog stupca (Tablica 24 Isporučena energija prije provedbe mjere 4) množe se faktorom 0,202 te se zbrajaju s umnoškom podataka iz trećeg stupca iste tablice i faktora 0,33. Rezultat je broj kilograma CO₂ koji se ispušta u okoliš prije provedbe mjere, a osjenčan je i prikazan za svaki pojedini mjesec u drugom stupcu slijedeće tablice:

Tablica 29 Emisije CO₂ prije i nakon provedbe mjere 4

	Emisije CO ₂ prije [kg]	Emisije CO ₂ poslije [kg]	Smanjenje emisija CO ₂ [kg]
Siječanj	20.195,84	15.858,75	4.337,09
Veljača	22.502,52	17.753,51	4.749,01
Ožujak	20.774,01	16.304,44	4.469,57
Travanj	14.469,68	11.184,34	3.285,34
Svibanj	15.041,50	11.654,05	3.387,45
Lipanj	13.110,54	10.067,91	3.042,63
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	20.159,84	15.887,63	4.272,21
Rujan	15.918,64	12.345,33	3.573,31
Listopad	17.182,01	13.324,65	3.857,36
Studeni	16.426,08	12.820,62	3.605,46
Prosinac	17.110,44	13.324,31	3.786,13
Σ	192891,10	150525,54	42365,56

Isti postupak je i za emisije nakon provedbe mjere 4.

Ukupno smanjenje emisija CO₂ nakon provedbe mjere 4, na godišnjoj razini je **42.365,56 kgCO₂/god.**

5.5. MJERA 5 - Poboljšanje učinkovitosti korištenja toplinske energije u proizvodnim/radnim procesima uz rekuperaciju otpadne topline**5.5.1. Opis mjere**

Puni naziv mjere (5. mjeru iz popisa prihvatljivih mjera podaktivnosti 1) je „Zahvati na energetskim agregatima kojima se smanjuje potrošnja energije korištenjem otpadne topline ili drugim tehničko/tehnološkim mjerama na agregatima i pripadnoj opremi kojim se direktno doprinosi smanjenju potrošnje energije“.

Ova mjera, prema Radnom listu „Prihvatljive aktivnosti“ Obrasca 2. Obrazac s dodatnim podacima o projektnom prijedlogu, svrstava se u **mjere energetske učinkovitosti**.

U proizvodnom procesu emajliranja i lakiranja stvara se velika količina otpadne topline jer oba procesa uključuju zagrijavanje proizvoda i poluproizvoda na visoku temperaturu plinskim plamenicima. Kako je zamišljeno projektnim prijedlogom, otpadna toplina iz proizvodnog procesa tvrtke Color Emajl d.o.o. prikupljat će se iz nekoliko različitih izvora:

- Ugradnja ekonomajzera na dimovod emajlirnice - iskorištavanjem osjetne topline dimnih plinova moguće je zagrijati ogrjevnu vodu do 90 °C
- Ugradnja rekuperatora topline toplog zraka iz peći za emajliranje (hauba) u emajlirnici - iskorištavanjem osjetne topline zraka u ograđenom prostoru emajlirnice moguće je zagrijati ogrjevnu vodu do 60 °C
- Ugradnja sustava za iskorištavanje otpadne topline sa kompresora – postojeći kompresor ima predviđen priključak za iskorištavanje otpadne topline – hlađenjem kompresora moguće je zagrijati ogrjevnu vodu do 70 °C
- Ugradnja sustava za iskorištavanje otpadne topline sa kompresorske podstanice – postojeći kompresori u kompresorskoj podstanici imaju predviđene priključke za iskorištavanje otpadne topline – hlađenjem kompresora moguće je zagrijati ogrjevnu vodu do 70 °C

Otpadna toplina iskorištavat će se za:

- Potrebe hlađenja u proizvodnom procesu nove lakirnice apsorpcijskim rashladnim uređajem na otpadnu toplinu (iz ekonomajzera)
- Potrebe proizvodnog procesa lakiranja – zagrijavanje vode za odmašćivanje i pranje nove lakirnice
- Potrebe proizvodnog procesa emajliranja – zagrijavanje vode za odmašćivanje i pranje postojeće emajlirnice (potrebe u stupcu „tunel EM“, Tablica 8 Podjela potrošnje prema namjeni Emajlirnica)
- Potrebe pripreme PTV-a
- Potrebe grijanja proizvodnog pogona

U prethodno opisanim mjerama obnovljivih izvora energije, iako će se otpadna toplina iskorištavati za potrebe pripreme PTV-a (mjera 2) i za potrebe grijanja (mjera 3), izuzeta je iz proračuna u tim mjerama. To je učinjeno kako bi se jasno odvojila energija mjera OIE i mjera energetske učinkovitosti. Svi kWh (i potrebe za energijom) od otpadne topline uključeni su u mjere energetske učinkovitosti (mjera 4 i mjera 5).

5.5.2. Proračun

5.5.2.1. Ekonomajzer

U tehničkom opisu strojarskog projekta PUD19037-GP-ST-1 u poglavlju 3.2.2.2. „Ekonomajzer dimnih plinova“ dan je detaljan opis uređaja i radnih parametara koji su dobiveni prethodnim mjerjenjima i naknadnim proračunima.

Instalirana snaga plamenika peći emajlirnice je 750 kW, no proračunska efektivna snaga u radu je cca 263 kW. Taj podatak dobiven je prosječne dnevne potrošnje pline od cca 5000 kWh/dan preuzeta iz dokumentacije emajlirnice i prosječnog rada emajlirnice 19 h/dan. Ti podaci potvrđeni su u praktičnom radu, od strane investitora.

Projektom predviđeni ekonomajzer je kapaciteta 175 kW, s motornom zaklopkom dimnih plinova, izведен sa svim priključcima, sigurnosnom i mjernom opremom. Na ekonomajzeru će se zagrijavati voda temperature 70°C na 95°C, pritom hlađeći dimne plinove s 243°C na temperaturu od 80°C. Na terenu su napravljena mjerena temperature i protoka dimnih plinova peći emajlirnice temeljem čega je napravljen i proračun ekonomajzera.

Radi sigurnije i točnije procjene iskorištavanja otpadne topline, za potrebe proračuna uzeto je da ekonomajzer u radu prikuplja 150 kW toplinske snage, a ne 175 kW koliko je dobiveno proračunom. Omjer efektivne snage plamenika (263 kW) i snage ekonomajzera (150 kW) predstavlja omjer energije kojeg ekonomajzer može prikupiti iz osjetne topline dimnih plinova peći emajlirnice.

$$\frac{P_{EK}}{P_{peć,EM}} = \frac{E_{EK}}{E_{peć,EM}} = 0,57$$

Potrošnja plina peći emajlirnice, prikazana tablično po mjesecima (Tablica 8 Podjela potrošnje prema namjeni Emajlirnica), pomnožena s omjerom snaga rezultira energijom koju je moguće prikupiti iskorištavanjem dimnih plinova. Prikazana je po mjesecima u tablici:

Tablica 30. Otpadna toplina prikupljena ekonomajzerom

Mjesec	Ekonomajzer		
	Potrošnja plina [kWh]	Φ [kWh]	Σ [kWh]
Siječanj	133.357,66	76.013,87	76.013,87
Veljača	149.434,10	85.177,44	85.177,44
Ožujak	115.596,90	65.890,23	65.890,23
Travanj	169.973,64	96.884,97	96.884,97
Svibanj	181.406,02	103.401,43	103.401,43
Lipanj	154.940,62	88.316,15	88.316,15
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	269.253,98	153.474,77	153.474,77
Rujan	131.811,96	75.132,82	75.132,82
Listopad	133.956,22	76.355,05	76.355,05
Studeni	121.794,78	69.423,02	69.423,02
Prosinac	89.600,14	51.072,08	51.072,08
Σ	1.651.126,02	941.141,83	941.141,83

Važno je naglasiti da temperatura ogrjevne vode iz ekonomajzera može doseći 95 °C, što ju čini pogodnom za pokretanje apsorpcijskog rashladnog kruga nove lakirnice.

5.5.2.2. Rekuperator topline toplog zraka

U tehničkom opisu strojarskog projekta PUD19037-GP-ST-1 u poglavlju 3.2.2.3. „Rekuperator topline toplog zraka iz peći za emajliranje“ dan je detaljan opis uređaja i radnih parametara koji su dobiveni prethodnim mjerjenjima i naknadnim proračunima.

Sličnim postupkom kao i za ekonomajzer, temeljem mjerjenja i proračuna, dobiven je podatak da snaga koju je moguće rekuperirati iz toplog zraka prostora emajlirnice iznosi 30 kW.

Radi sigurnije i točnije procjene iskorištavanja otpadne topline, za potrebe proračuna uzeto je da rekuperator topline toplog zraka iz peći za emajliranje u radu prikuplja cca 13 kW toplinske snage, a ne 30 kW koliko je dobiveno proračunom. Naime, u prostoru emajlirnice ne vladaju ujednačeni uvjeti kao što je slučaj s dimovodnom cijevi, stoga je i projektantska procjena odstupanja realnih uvjeta od proračunskih znatno konzervativnija. Omjer efektivne snage plamenika (263 kW) i snage rekuperatora (13 kW) predstavlja omjer energije kojeg ekonomajzer može prikupiti iz osjetne topline dimnih plinova peći emajlirnice.

$$\frac{P_{rek}}{P_{peć,EM}} = \frac{E_{rek}}{E_{peć,EM}} = 0,05$$

Potrošnja plina peći emajlirnice, prikazana tablično po mjesecima (Tablica 8 Podjela potrošnje prema namjeni Emajlirnica), pomnožena s omjerom snaga rezultira energijom koju je moguće prikupiti iskorištavanjem dimnih plinova. Prikazana je po mjesecima u tablici:

Tablica 31 Otpadna toplina prikupljena rekuperatorom

Mjesec	Rekuperator topline	
	Plin prije [kWh]	Φ [kWh]
Siječanj	133.357,66	6.667,88
Veljača	149.434,10	7.471,71
Ožujak	115.596,90	5.779,85
Travanj	169.973,64	8.498,68
Svibanj	181.406,02	9.070,30
Lipanj	154.940,62	7.747,03
Srpanj	0,00	0,00
Kolovoz	269.253,98	13.462,70
Rujan	131.811,96	6.590,60
Listopad	133.956,22	6.697,81
Studeni	121.794,78	6.089,74
Prosinac	89.600,14	4.480,01
Σ	1.651.126,02	82.556,30

Temperatura ogrjevne vode iz ekonomajzera može doseći 60 °C, što ju čini pogodnom za snabdijevanje potreba procesa odmašćivanja i pranja, pripreme PTV-a te potreba za grijanjem.

5.5.2.3. Kompresor hale Emajlirnica

U tehničkom opisu strojarskog projekta PUD19037-GP-ST-1 u poglavljiju 2.2.4. „Kompresor hale Emajlirnica“ dan je detaljan opis uređaja i radnih parametara.

Na temelju podataka o radnim uvjetima kompresora (broj radnih sati i snage u radu) izračunat je podatak o količini električne energije koju konzumira kompresor u hali emajlirnice.

Podatak proizvođača kompresora (Kompresor KAESER CSD 125 T) jest da se cca 80 % električne snage može rekuperirati u toplinsku snagu, tj. prikupiti ogrjevnom vodom do 70 °C.

Radi sigurnije i točnije procjene iskorištavanja otpadne topline, za potrebe proračuna uzeto je da sustav rekuperacije topline kompresora u radu prikuplja 60 % toplinske snage.

Primjer proračuna za siječanj:

Kompresor KAESER CSD 125 T

Instalirana snaga 75 kW

Efektivna snaga: 48,75 kW

Broj sati rada: 241 h

Potrošnja električne energije: $E = P \cdot t = 48,75 \text{ kW} \cdot 241 \text{ h} = 11\,748,75 \text{ kWh}$

Raspoloživa rekuperirana toplina: $\phi = E \cdot 0,6 = 7\,049,25 \text{ kWh}$

Postupak se ponavlja za svaki idući mjesec.

Tablica 32 Otpadna toplina iz kompresora

Kompresor			
Mjesec	h	EE prije [kWh]	Φ [kWh]
Siječanj	241	11.748,75	7.049,25
Veljača	275	13.406,25	8.043,75
Ožujak	293	14.283,75	8.570,25
Travanj	225	10.968,75	6.581,25
Svibanj	275	13.406,25	8.043,75
Lipanj	258	12.577,50	7.546,50
Srpanj	216	10.530,00	6.318,00
Kolovoz	227	11.066,25	6.639,75
Rujan	324	15.795,00	9.477,00
Listopad	328	15.990,00	9.594,00
Studeni	290	14.137,50	8.482,50
Prosinac	228	11.115,00	6.669,00
Σ	3.180,00	155.025,00	93.015,00

Temperatura ogrjevne vode iz procesa hlađenja kompresora može doseći 70 °C, što ju čini pogodnom za snabdijevanje potreba procesa odmašćivanja i pranja, pripreme PTV-a te potreba za grijanjem.

5.5.2.4. Kompresorska podstanica

U tehničkom opisu strojarskog projekta PUD19037-GP-ST-1 u poglavljju 2.1.6. „Kompresorska podstanica hala Kamini“ dan je detaljan opis podstanice i radnih parametara.

Na temelju podataka o radnim uvjetima kompresora (broj radnih sati i snage u radu) izračunat je podatak o količini električne energije koju konzumiraju kompresori u hali Kamini.

Podatak proizvođača kompresora (Kompresor KAESER CSD 125 T, Kompresor KAESER ASD 37 i 2x Kompresor KAESER SK 21 T) jest da se cca 80 % električne snage može rekuperirati u toplinsku snagu, tj. prikupiti ogrjevnom vodom do 70 °C.

Radi sigurnije i točnije procjene iskorištavanja otpadne topline, za potrebe proračuna uzeto je da sustav rekuperacije topline kompresora u radu prikuplja 60 % toplinske snage.

Primjer proračuna za siječanj:

Kompresori KAESER CSD 125 T, KAESER ASD 37 i 2x KAESER SK 21 T

Instalirana snaga 119 kW

Efektivna snaga: 77,35 kW

Broj sati rada: 241 h

Potrošnja električne energije: $E = P \cdot t = 77,35 \text{ kW} \cdot 241 \text{ h} = 18\,641,35 \text{ kWh}$

Raspoloživa rekuperirana toplina: $\emptyset = E \cdot 0,6 = 11\,184,81 \text{ kWh}$

Postupak se ponavlja za svaki idući mjesec.

Tablica 33 Otpadna toplina iz kompresorske podstanice

Kompresorska podstanica			
Mjesec	h	EE prije [kWh]	Φ [kWh]
Siječanj	241	18.641,35	11.184,81
Veljača	275	21.271,25	12.762,75
Ožujak	293	22.663,55	13.598,13
Travanj	225	17.403,75	10.442,25
Svibanj	275	21.271,25	12.762,75
Lipanj	258	19.956,30	11.973,78
Srpanj	216	16.707,60	10.024,56
Kolovoz	227	17.558,45	10.535,07
Rujan	324	25.061,40	15.036,84
Listopad	328	25.370,80	15.222,48
Studeni	290	22.431,50	13.458,90
Prosinac	228	17.635,80	10.581,48
Σ	3.180,00	245.973,00	147.583,80

Temperatura ogrjevne vode iz procesa hlađenja kompresora može doseći 70 °C, što ju čini pogodnom za snabdijevanje potreba procesa odmašćivanja i pranja nove lakirnice, pripreme PTV-a te potreba za grijanjem.

Tablica 34 Otpadna toplina - sumarno prikazuje sumarne vrijednosti otpadnih toplina , po mjesecima čije iskorištavanje je predviđeno projektnim prijedlogom.

Tablica 34 Otpadna toplina - sumarno

Mjesec	Kompresorska podstanica [kWh]	Ekonomajzer [kWh]	Rekuperator [kWh]	Kompressor [kWh]	Σ [kWh]
Siječanj	11.184,81	76.013,87	6.667,88	7.049,25	100.915,81
Veljača	12.762,75	85.177,44	7.471,71	8.043,75	113.455,64
Ožujak	13.598,13	65.890,23	5.779,85	8.570,25	93.838,46
Travanj	10.442,25	96.884,97	8.498,68	6.581,25	122.407,16
Svibanj	12.762,75	103.401,43	9.070,30	8.043,75	133.278,23
Lipanj	11.973,78	88.316,15	7.747,03	7.546,50	115.583,46
Srpanj	10.024,56	0,00	0,00	6.318,00	16.342,56
Kolovoz	10.535,07	153.474,77	13.462,70	6.639,75	184.112,29
Rujan	15.036,84	75.132,82	6.590,60	9.477,00	106.237,26
Listopad	15.222,48	76.355,05	6.697,81	9.594,00	107.869,34
Studeni	13.458,90	69.423,02	6.089,74	8.482,50	97.454,16
Prosinac	10.581,48	51.072,08	4.480,01	6.669,00	72.802,57
Σ	147.583,80	941.141,83	82.556,30	93.015,00	1.264.296,93

Dio te topline već je iskorišten u mjeri 4. Tablica 28 Bilanca otpadne topline nakon provedbe mjere 4 te je naveden u poglavlju mjeri 4 to jasno prikazuje.

Potrebe koje će se pokrivati otpadnom toplinom su:

- Tunel emajlirnice (odmašćivanje i pranje)
- Dio potreba za grijanjem (Poglavlje 5.3)
- Dio potreba za PTV-om (Poglavlje 5.2)

Energija koja je isporučena za potrebe tunela emajlirnice, gdje se odvija proces odmašćivanja i pranja proizvoda i polu-proizvoda, odvojena je i prikazana u poglavlju 4.2.

Kako je ranije naglašeno, prema uvjetima natječaja i važećoj metodologiji, mjeru koje promiču obnovljive izvore energije i mjeru koje se svrstavaju u mjeru energetske učinkovitosti, odvojene su pa iako se projektom planira iskorištavanje otpadne topline za potrebe grijanja i PTV-a, proračunski njihov utjecaj na ukupne uštede sumiran je u ovoj mjeri.

Stoga, uz kWh navedene u četvrtom stupcu tablice podjele potrošnje emajlirnice (Tablica 8 Podjela potrošnje prema namjeni Emajlirnica, „Tunel EM“) treba pridodati energiju za potrebe pripreme PTV-a (Tablica 14. Međurezultati proračuna ušteda mjeru 2, četvrti

stupac) te energiju za potrebe grijanja (Tablica 19 Iskorištavanje otpadne topline za potrebe grijanja, treći stupac).

Sumarno, po mjesecima, podatke prikazuje Tablica 35 Proračun potrošnje nakon provedbe mjere 5, u drugom stupcu.

„Ostatak otpadne topline“ oduzima se od navedenog iznosa i dobiva se „Potreba“ koju treba nadomjestiti novo-instalirani sustav grijanja.

Tablica 35 Proračun potrošnje nakon provedbe mjere 5

Mjesec	Potrošnja			
	Plin prije [kWh]	Ostatak otpadne topline [kWh]	Potreba [kWh]	Plin poslije [kWh]
Siječanj	76.085,43	65.170,90	10.914,53	9.087,87
Veljača	85.593,24	88.434,34	0,00	0,00
Ožujak	69.559,77	70.464,92	0,00	0,00
Travanj	91.764,01	102.072,91	0,00	0,00
Svibanj	87.576,99	102.805,50	0,00	0,00
Lipanj	74.824,45	86.817,73	0,00	0,00
Srpanj	0,00	16.342,56	0,00	0,00
Kolovoz	129.984,68	149.830,53	0,00	0,00
Rujan	64.032,22	74.273,47	0,00	0,00
Listopad	65.398,91	73.357,39	0,00	0,00
Studeni	75.405,73	79.932,00	0,00	0,00
Prosinac	55.066,29	50.366,68	4.699,61	3.877,57
Σ	875.291,72	959.868,93	15.614,14	12.965,44

Potreba za toplinskom energijom(stupac „potreba“) snabdijeva se plinskim apsorpcijskim dizalicama topline čiju učinkovitost navodi Slika 10. Učinkovitost novo-instalirane opreme u grijanju.

5.5.3. Rezultati

Rezultati provedbe mjere očituju se smanjenjem isporučene energije i smanjenjem emisija CO₂.

5.5.3.1. Ušteda isporučene energije

Tablica 36 Rezultati provedbe mjere 5 prikazuju konačne iznose energije prije i nakon provedbe mjere 5.

Vidljivo je da prikupljene otpadne topline tijekom većeg dijela godine ima dovoljno za pokrivanje navedenih potreba. Najviše topline koristit će se za proces odmašćivanja i pranja emajlirnice. U siječnju i prosincu, očekuje se uključivanje PADT (plinskih apsorpcijskih dizalica topline) jer su u tim mjesecima, povrh tehnologije, potrebe povećane najviše zbog potrebe za grijanjem. Naravno, ne treba izostaviti ni potrebu za PTV-om koja je zbog potreba tehnologije, prisutna tijekom cijele godine.

Tablica 36 Rezultati provedbe mjere 5

Mjesec	Prije provedbe mjera [kWh]	Poslije provedbe mjera [kWh]	Ušteda [kWh]
Siječanj	76.085,43	9.087,87	66.997,56
Veljača	85.593,24	0,00	85.593,24
Ožujak	69.559,77	0,00	69.559,77
Travanj	91.764,01	0,00	91.764,01
Svibanj	87.576,99	0,00	87.576,99
Lipanj	74.824,45	0,00	74.824,45
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	129.984,68	0,00	129.984,68
Rujan	64.032,22	0,00	64.032,22
Listopad	65.398,91	0,00	65.398,91
Studeni	75.405,73	0,00	75.405,73
Prosinac	55.066,29	3.877,57	51.188,72
Σ	875.291,72	12.965,44	862.326,28

5.5.3.2. Smanjenje emisija CO₂

Emisije CO₂ prije i poslije provedbe mjera računaju se na način da se kWh pomnože s odgovarajućim emisijskim faktorom, ovisno iz kojeg izvora potječe.

Pošto je, u sklopu ove mjere, riječ samo o energiji koja potječe od plina, faktor smanjenja emisija CO₂ je 0,202 kg/kWh, s čime se množi odgovarajući stupac prije i poslije provedbe mjera u prethodnoj tablici (Tablica 36)

 Tablica 37 Smanjenje emisija CO₂ mjere 5

Mjesec	Emisije CO ₂ prije [kg]	Emisije CO ₂ poslije [kg]	Ušteda na emisijama CO ₂ [kg]
Σ			
Siječanj	15.369,26	1.835,75	13.533,51
Veljača	17.289,83	0,00	17.289,83
Ožujak	14.051,07	0,00	14.051,07
Travanj	18.536,33	0,00	18.536,33
Svibanj	17.690,55	0,00	17.690,55
Lipanj	15.114,54	0,00	15.114,54
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	26.256,91	0,00	26.256,91
Rujan	12.934,51	0,00	12.934,51
Listopad	13.210,58	0,00	13.210,58
Studeni	15.231,96	0,00	15.231,96
Prosinac	11.123,39	783,27	10.340,12
Σ	176.808,93	2.619,02	174.189,91

Ukupno smanjenje emisija CO₂ nakon provedbe mjere 5, na godišnjoj razini je **174.189,91 kgCO₂/god.**

5.6. MJERA 6 - Revitalizacija električnih instalacija-učinkoviti sustavi rasvjete (u skladu s normom HRN EN 12464)**5.6.1. Opis mjere**

Naveden je puni naziv mjere (8. mjera iz popisa prihvatljivih mjera podaktivnosti 1). Dotrajale i neadekvatno dimenzionirane postojeće svjetiljke s obzirom na namjenu prostorije, doprinose ne željenom zagrijavanju prostora i nepotrebnom rasipanjem energije. Mijenjaju se na način da se ugrađuje nova LED rasvjeta, koja je minimalno 30% učinkovitija u odnosu na postojeću uz istovremeno zadržavanje ili povećavanje razine rasvjetljenosti. Tehnički opis sustava dan je u glavnom elektrotehničkom projektu 101/2020 SE.

Ova mjera, prema Radnom listu „Prihvatljive aktivnosti“ Obrasca 2. Obrazac s dodatnim podacima o projektnom prijedlogu, svrstava se u **mjere energetske učinkovitosti**.

5.6.2. Proračun

Relativno jednostavna metodologija proračuna smanjenja isporučene energije (ušteda) za zamjenu sustava rasvjete provodi se u 4 koraka:

[1] Nakon snimka postojećeg stanja rasvjete, s tehničkim opisom i lokacijom svjetiljki, odredi se broj svjetiljki koji se treba zamijeniti.

[2] S obzirom na namjenu prostora, odredi se broj radnih sati svjetiljki koje se zamjenjuju, na godišnjoj razini

[3] Odabere se adekvatne nove svjetiljke.

[4], s obzirom na broj radnih sati, izračuna se potrošnja postojećih i novih rasvjetnih tijela.

5.6.3. Rezultati**5.6.3.1. Ušteda isporučene energije**

„Tablica 38 Postojeći sustav rasvjete proizvodnog pogona obuhvaćen projektom“ prikazuje lokaciju, namjenu, snagu i broj radnih sati postojećeg sustava rasvjete energetske cjeline proizvodni pogon.

Tablica 38 Postojeći sustav rasvjete proizvodnog pogona obuhvaćen projektom

Naziv/namjena prostora-prostorije	Ozna ka svjetil jke	Tip postojeće svjetiljke	Način monta že svjetilj ke	Snag a svjetil jke	Broj svjeti ljk i	Instaliran a snaga po svjetiljci	Sati rada dnev no	Radni h dana tjeđn o	Godiš nja potroš nja el. energij e
				snag a (W)		(W)	(h/da n)	(dan)	(kWh/god)
Pogon - hala Dimovodi									
Garderobe i sanitarije	5	fluo štedna 2x15W	nadgra dna	30,0	10	300,0	8	5	624,0
	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	4	345,6	8	5	718,8
	9	fluo 4x36W	nadgra dna	172,8	1	172,8	8	5	359,4
2x Alatnica	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	17	1468,8	8	5	3055,1
	8	fluo 4x18W	nadgra dna	86,4	3	259,2	8	5	539,1
	13	LED 20W	nadgra dna	20,0	1	20,0	8	5	41,6
Električari	9	fluo 4x36W	nadgra dna	172,8	1	172,8	8	5	359,4
2x Presaonica	12	LED 150W	ovjesn a	150,0	5	750,0	8	5	1560,0
	13	LED 50W	nadgra dna	50,0	9	450,0	8	5	936,0
	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	20	1728,0	8	5	3594,2
	17	fluo 1x36W	nadgra dna	43,2	19	820,8	8	5	1707,3
	18	LED 100W	nadgra dna	100,0	1	100,0	8	5	208,0
Brusionica	14	LED 80W	ovjesn a	80,0	2	160,0	8	5	332,8
	13	LED 50W	nadgra dna	50,0	2	100,0	8	5	208,0
	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	4	345,6	8	5	718,8
	9	fluo 4x36W	nadgra dna	172,8	1	172,8	8	5	359,4
	11	fluo 3x36W	nadgra dna	129,6	15	1944,0	8	5	4043,5
Lakirnica	1	fluo 1x58W	nadgra dna	69,6	4	278,4	8	5	579,1
	9	fluo 4x36W	nadgra dna	172,8	4	691,2	8	5	1437,7
	17	fluo 1x36W	nadgra dna	43,2	27	1166,4	8	5	2426,1
2x Lasersko zavarivanje	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	7	604,8	8	5	1258,0
	9	fluo 4x36W	nadgra dna	172,8	8	1382,4	8	5	2875,4
	11	fluo 3x36W	nadgra dna	129,6	2	259,2	8	5	539,1
	12	LED 120W	ovjesn a	120,0	8	960,0	8	5	1996,8
		LED 60W	ovjesn a	60,0	1	60,0	8	5	124,8
Izrada fullform koljena	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	3	259,2	8	5	539,1
	9	fluo 4x36W	nadgra dna	172,8	2	345,6	8	5	718,8
Spremište 2	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	1	86,4	8	5	179,7
3x Skladište	1	fluo 1x58W	nadgra dna	69,6	5	348,0	8	5	723,8
	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	8	691,2	8	5	1437,7
	9	fluo 4x36W	nadgra dna	172,8	1	172,8	8	5	359,4
	11	fluo 3x36W	nadgra dna	129,6	11	1425,6	8	5	2965,2

Naziv/namjena prostora-prostorije	Ozna ka svjetil jke	Tip postojeće svjetiljke	Način monta že svjetilj ke	Snag a svjetil jke	Broj svjeti ljki	Instaliran a snaga po svjetiljci	Sati rada dnev no	Radni h dana tjedn o	Godiš nja potroš nja el. energij e
				snag a (W)		(W)	(h/da n)	(dan)	(kWh/god)
Fasada	13	LED 50W	nadgra dna	50,0	1	50,0	8	5	104,0
	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	4	345,6	8	5	718,8
	17	fluo 1x36W	nadgra dna	43,2	1	43,2	8	5	89,9
Fasada		metalhalogeni reflektor 150W	nadgra dna	180,0	1	180,0	8	5	374,4
Pogon - hala Kamini									
Proizvodnja peći	1	fluo 1x58W	nadgra dna	69,6	76	5289,6	8	5	11002,4
	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	42	3628,8	8	5	7547,9
	9	fluo 4x36W	nadgra dna	172,8	23	3974,4	8	5	8266,8
	11	fluo 3x36W	nadgra dna	129,6	3	388,8	8	5	808,7
	12	LED 120W	nadgra dna	120,0	5	600,0	8	5	1248,0
		LED 150W	nadgra dna	150,0	7	1050,0	8	5	2184,0
	13	LED 50W	nadgra dna	50,0	2	100,0	8	5	208,0
	16	LED 50W	nadgra dna	50,0	3	150,0	8	5	312,0
	17	fluo 1x36W	nadgra dna	43,2	42	1814,4	8	5	3774,0
	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	41	3542,4	8	5	7368,2
Obrada vermiculita i drvene ambalaže	3	MH 150W	nadgra dna	180,0	3	540,0	8	5	1123,2
	4	fluo 2x58W	nadgra dna	139,2	1	139,2	8	5	289,5
	6	fluo 2x28W	nadgra dna	67,2	12	806,4	8	5	1677,3
	7	fluo 1x18W	nadgra dna	21,6	1	21,6	8	5	44,9
		LED 100W	nadgra dna	100,0	1	100,0	8	5	208,0
		LED 150W	nadgra dna	100,0	2	200,0	8	5	416,0
	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	3	259,2	8	5	539,1
	15	LED 100W	nadgra dna	100,0	1	100,0	8	5	208,0
Alatnica/Strojna obrada	2	fluo 2x36W	nadgra dna	86,4	1	86,4	8	5	179,7
Kompressorsko postrojenje	4	fluo 2x58W	nadgra dna	139,2	2	278,4	8	5	579,1
Sanitarije	5	fluo štedna 2x15W	ugradn a	30,0	8	240,0	8	5	499,2
UKUPNO						41.151,60			87.297,60

Tablica 39 Novo-projektirano stanje sustava rasvjete proizvodnog pogona prikazuje lokaciju, namjenu, snagu i broj radnih sati novo-projektiranog sustava rasvjete projektne cjeline „proizvodni pogon“.

Tablica 39 Novo-projektirano stanje sustava rasvjete proizvodnog pogona

Naziv/namjena prostora-prostorije	Tip novoprojektirane svjetiljke	Način montaže svjetiljke	Snaga svjetiljke	Broj svjetiljki	Instalirana snaga po svjetiljci	Satira dnevno	Radnih dana tijedno	Godišnja potrošnja el. energije
			snaga (W)		(W)	(h/dan)	(dan)	(kWh/god)
Pogon - hala Dimovodi								
Garderobe i sanitarije	Sylvania Start Panel Flat 36W	nadgradna	36,0	1	36,0	8	5	74,9
2x Alatnica	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	23	1541,0	8	5	3205,3
Električari	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	1	67,0	8	5	139,4
2x Presaonica	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	37	2479,0	8	5	5156,3
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	11	440,0	8	5	915,2
	Sylvania Start Waterproof LED G3 22W	nadgradna	22,0	15	330,0	8	5	686,4
Brusionica	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	17	1139,0	8	5	2369,1
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	13	520,0	8	5	1081,6
Lakirnica	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	16	1072,0	8	5	2229,8
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	21	840,0	8	5	1747,2
	Sylvania Start Waterproof LED G3 22W	nadgradna	22,0	8	176,0	8	5	366,1
2x Lasersko zavarivanje	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	35	2345,0	8	5	4877,6
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	17	680,0	8	5	1414,4
Izrada fullform koljena	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	4	268,0	8	5	557,4
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	6	240,0	8	5	499,2
Spremište 2	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	1	67,0	8	5	139,4
4x Skladište	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	14	938,0	8	5	1951,0
	Sylvania Start Waterproof LED G3 58W	nadgradna	58,0	19	1102,0	8	5	2292,2
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	2	80,0	8	5	166,4
	Sylvania Rana LED Surface 52W	nadgradna	52,0	1	52,0	8	5	108,2
Rezanje cijevi	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	5	335,0	8	5	696,8
Postrojenje ventilacije	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	2	134,0	8	5	278,7
Radionica	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	2	134,0	8	5	278,7
6x Nadstrešnica	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	3	120,0	8	5	249,6
	Sylvania Start Waterproof LED G3 22W	nadgradna	22,0	2	44,0	8	5	91,5
Fasada	Sylvania Sylveo LED 31W	nadgradna	31,0	1	31,0	8	5	64,5
Pogon - hala Kamini								
Proizvodnja peći	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	67	4489,0	8	5	9337,1
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	58	2320,0	8	5	4825,6
	Sylvania Rana LED Surface 52W	nadgradna	52,0	2	104,0	8	5	216,3
Montaža peći	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	67	4489,0	8	5	9337,1
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	4	160,0	8	5	332,8

Naziv/namjena prostora-prostorije	Tip novoprojektirane svjetiljke	Način montaže svjetiljke	Snaga (W)	Broj svjetiljki	Instalirana snaga po svjetiljci	Satiradavno	Radih dan a tijedno	Godišnja potrošnja el. energije
			(h/dan)	(dan)	(kWh/god)			
	Sylvania Start Waterproof LED G3 22W	nadgradna	22,0	8	176,0	8	5	366,1
Obrada vermiculita i drvene ambalaže	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	1	67,0	8	5	139,4
	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	5	200,0	8	5	416,0
Alatnica/Strojna obrada	Sylvania Start Waterproof LED G3 40W	nadgradna	40,0	1	40,0	8	5	83,2
Kompresorsko postrojenje	Sylvania Start Waterproof LED G3 67W	nadgradna	67,0	2	134,0	8	5	278,7
Sanitarije	Philips CoreLine SlimDownlight DN145B 21W	ugradna	21,0	8	168,0	8	5	349,4
UKUPNO					27.557,00			57.318,56

Sumirani su iznosi utrošene energije na rasvjetu za sva rasvjetna tijela koja su instalirana u prostoru pogona hala Kamini i Dimovodi.

Tablica 40 Potrošnja energije [kWh] prije i poslije provedbe mjere 6

Mjesec	Prije provedbe mjere [kWh]	Poslije provedbe mjere [kWh]	Ušteda [kWh]
Siječanj	8251,53	5417,86	2833,67
Veljača	8168,92	5363,61	2805,31
Ožujak	8003,54	5255,03	2748,51
Travanj	7044,33	4625,22	2419,11
Svibanj	6674,17	4382,18	2291,99
Lipanj	6385,74	4192,80	2192,94
Srpanj	5232,32	3435,48	1796,84
Kolovoz	6320,89	4150,22	2170,67
Rujan	7439,76	4884,86	2554,90
Listopad	8245,94	5414,19	2831,75
Studeni	8008,90	5258,55	2750,35
Prosinc	7521,56	4938,56	2583,00
Σ	87.297,60	57.318,56	29.979,04

Raspodjela godišnje potrošnje po mjesecima izvršena je uzimajući u obzir prosječni udio dnevnog svjetla po pojedinim mjesecima, broj dana te udio potrošnje električne energije po pojedinom mjesecu u odnosu na godišnju potrošnju električne energije. Na taj način dobivena je realna raspodjela električne energije koja se trošila na rasvjetu pogona hala Dimovodi i Kamini, po mjesecima.

5.6.3.2. Smanjenje emisija CO₂

U poglavlju 4.2.3.2. Smanjenje emisija CO₂ opisan je postupak izračuna smanjenja emisija CO₂ koji je metodološki identičan i za ovu mjeru. Množenjem potrošnje energije u kWh s odgovarajućim faktorom za pojedini izvor energije, dobivaju se emisije CO₂ koje generira potrošnja u kg.

Tablica 41 Emisije CO₂ prije i nakon provedbe mjere 6

	Emisije CO ₂ prije mjere [kg]	Emisije CO ₂ poslije mjere [kg]	Smanjenje emisija CO ₂ [kg]
Siječanj	2.723,00	1.787,89	935,11
Veljača	2.695,74	1.769,99	925,75
Ožujak	2.641,17	1.734,16	907,01
Travanj	2.324,63	1.526,32	798,31
Svibanj	2.202,48	1.446,12	756,36
Lipanj	2.107,29	1.383,62	723,67
Srpanj	1.726,67	1.133,71	592,96
Kolovoz	2.085,89	1.369,57	716,32
Rujan	2.455,12	1.612,00	843,12
Listopad	2.721,16	1.786,68	934,48
Studeni	2.642,94	1.735,32	907,62
Prosinac	2.482,11	1.629,72	852,39
Σ	28.808,20	18.915,10	9.893,10

Ovom mjerom obuhvaćena je potrošnja samo jednog energenta, električne energije, pa se podaci iz drugog i trećeg stupca (Tablica 40) množe se faktorom 0,33. Rezultati su prikazani tablično (Tablica 41), broj kilograma CO₂ koji se ispušta u okoliš u pojedinom mjesecu prije provedbe mjere i nakon provedbe mjere. U posljednjem stupcu prikazana je razlika tj. smanjenje emisija CO₂ nakon provedbe mjere (**9.893,10 kgCO₂/god**).

5.7. MJERA 7 - Uvođenje / rekonstrukcija cjelovite regulacije sustava s ciljem smanjenja potrošnje energije

5.7.1. Opis mjere

Puni naziv mjere (6. mjera iz popisa prihvatljivih mjera podaktivnosti 1) je „Uvođenje / rekonstrukcija cjelovite regulacije sustava s ciljem smanjenja potrošnje energije;“

Ova mjera, prema Radnom listu „Prihvatljive aktivnosti“ Obrasca 2. Obrazac s dodatnim podacima o projektnom prijedlogu, svrstava se u **mjere energetske učinkovitosti** pod imenom „Uvođenje / rekonstrukcija cjelovite regulacije sustava s ciljem smanjenja potrošnje energije putem automatizacije upravljačkih sustava i sustava mjeranja i nadzora – SCADA, CNUS“.

Centralno upravljački sustav i sustav nadzora i mjerjenja ima funkciju prije svega jasnog i cjelovitog pregleda nad stanjima procesa, mjerjenjima i raznim događajima unutar nekog procesa koji mogu uključivati i alarme. Centralni sustav za nadzor i upravljanje se instalira na radne stanice (industrijski tip osobnog računala) koji se bazira na Windows aplikacijama kako bi operater lakše rukovao sustavom. Za prikaz se mogu koristiti standardni monitori ili ekrani ako je potrebno prikazati više informacija operateru kao što prikazuje Slika 12 Prikaz centralnog sustava za nadzor i upravljanje procesne industrije



Slika 12 Prikaz centralnog sustava za nadzor i upravljanje procesne industrije

Uz funkciju prikaza, nadzora i upravljanja sustav ima funkciju i pohrane mjerena, događaja i alarma uz mogućnost pristupa povijesti spremljenih podataka u svrhu analize istih.

Ove dvije funkcije centralno upravljačkog sustava, nadzor nad sustavom u realnom vremenu i pohrana podataka te mogućnost lakog pristupa istima stvaraju preduvjete za analizu potrošnje po proizvodu, analizu potrošnje procesa te spajanje na MRP ili MMT sustave.

Kada postoji zorni prikaz ovisnosti potrošnje energeta kroz razna mjerena koja su reprezentativno prikazana na centralno upravljačkom sustavu, operater ima bolji uvid u stanje potrošnje pogona te može imati preciznije korektivne akcije u svrhu smanjenja potrošnje.

Prilikom planiranja proizvodnje na razini uprave, koriste se tablice potrošnje čiji podatci su izvučeni iz centralno upravljačkog sustava. Dakle, centralno upravljački sustav je baza za planiranje potrošnje i ušteda na razini cijelog pogona, a ne samo po pojedinom proizvodu (COGS).

Centralno upravljački sustav kroz sustav alarma i pohrane događaja u procesu omogućuje brzo djelovanje operatera u svrhu sprječavanja neželjenih događaja i incidenta koji uvijek za posljedicu imaju i energetske gubitke uz moguće druge tragične događaje. Ovakvi sustavi danas koriste razne komunikacijske kanale da bi se operater obavijesti o neželjenim događajima, GSM sustavi, Internet i slično. Ukratko, propuštanja u cjevovodima, ispuštanja pare u okolinu te nepotrebna električna potrošnja će biti ranije uočena unutar pogona koji koristi centralno upravljački sustav.

Centralno upravljački sustav za nadzor i upravljanje omogućuje uštede na nekoliko načina. Zorni prikaz mjerena energeta omogućuje:

- operateru uvid u potrošnju
- nakon par godina već intuitivno znanje o potrošnji
- bržu i bolju edukaciju novih operatera koja će se temeljiti na analizi podataka koji su pohranjeni kroz sustav
- uštede na razini uprave i planiranja proizvodnje gdje se analiza ušteda temelji na podatcima koji su dobiveni iz centralno upravljačkog sustava

5.7.2. Proračun

U studiji napravljenoj od strane tvrtke ECOFYS GmbH „Optimising the energy use of technical building systems“, Project number: UENDE16827, analiziran je i izračunat potencijal ušteda implementacijom sustava nadzora i upravljanja. Potencijal ušteda analiziran je i podijeljen na energetske cjeline, tj. dijelove sustava koji kao zaokružena cjelina koriste energiju.

Tablica 42 prikazuje rezultate te studije za pojedine faze realizacije projekta (od projektiranja i izgradnje do eksploracije i održavanja sustava). Poseban naglasak dan je za vođenje, upravljanje i nadzor procesa povezanih s utroškom energije.

Tablica 42 Rezultati studije

Optimisation measure	Calculation method A = DIN V 18599 B = EN 15232/ EN 15316	Get the basic right package	High performance package	Final energy savings [%]	Energy cost savings [Euro]	Investment [Euro]	Payback period [years]
Proper dimensioning of pumps (space heating and cooling)	A	X	X	< 0.5%	760	-	0.0
Pipework of heating distribution system: Better insulation (accessible at non-heated zones, 100% of diameter)	A	X	-	1%	690	1,810	2.5
Pipework of heating distribution system: Better insulation (accessible at non-heated zones, 200% of diameter)	A	-	X	2%	1,190	2,050	1.5
Adjustment of pump volumes (automatic space heating and cooling)	A	X	X	< 0.5%	940	300	0.5
Adjustment of system temperatures (space heating and cooling)	A	X	X	1%	150	300	2.0
Adjustment of air volumes to actual demand	A	X	X	8%	4,850	1,700	0.5
Adjustment of heating and cooling supply (night/holiday/weekend switch-off)	A	X	X	3%	1,900	300	0.0
Heating: use weather compensation (supply/return temperature)	B	-	-	16%	8,950	6,920	1.0
Heating: optimum start/stop	B	-	-	27%	15,260	11,810	1.0
Heating - pump management: variable speed/flow (delta p-variable)	B	-	X	< 0.5%	840	480	0.5
Heating - intermittent control of emission and/or distribution	B	-	X	51%	28,420	21,990	1.0
Lighting occupancy control	B	-	X	< 0.5%	720	1,040	1.5
Lighting daylight control	B	-	X	< 0.5%	720	1,040	1.5
Cooling - use of weather compensation (supply/return temperature)	B	-	-	< 0.5%	130	190	1.5

Potencijal uštede ove mjere projektnog prijedloga procijenjen je na 5,0 % isporučene energije plina za lakišnicu i 7,0% isporučene energije plina za potrebe grijanja.

Procjena je vrlo konzervativna s obzirom na izložene podatke iz studije i s obzirom na dosadašnje projektantsko iskustvo uvođenja sustava nadzora i upravljanja.

Metodološki, kWh koji se štede uvođenjem upravljanja i SCADA-e odvojeni su od ostale potrošnje (Tablica 7 Podjela potrošnje prema namjeni Kamini i Dimovodi) kao dio energije koja se nepotrebno trošila te koja se neće više nakon provedbe mjere trošiti.

5.7.3. Rezultati

5.7.3.1. Ušteda isporučene energije

Tablica 7 Podjela potrošnje prema namjeni Kamini i Dimovodi, u stupcu „Upravljanje“ navodi iznose kWh po mjesecima

Tablica 43. Ušteda isporučene energije mjere 7

Mjesec	Prije provedbe mjera [kWh]	Nakon provedbe mjera [kWh]	Ušteda
Siječanj	10.382,65	0,00	10.382,65
Veljača	7.193,30	0,00	7.193,30
Ožujak	6.151,23	0,00	6.151,23
Travanj	3.782,10	0,00	3.782,10
Svibanj	3.425,16	0,00	3.425,16
Lipanj	2.947,20	0,00	2.947,20
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	4.704,49	0,00	4.704,49
Rujan	3.629,86	0,00	3.629,86
Listopad	3.917,75	0,00	3.917,75
Studeni	5.739,27	0,00	5.739,27
Prosinac	5.756,47	0,00	5.756,47
Σ	57.629,49	0,00	57.629,49

5.7.3.2. Smanjenje emisija CO₂

Emisije CO₂ prije i poslije provedbe mjera računaju se na način da se kWh pomnože s odgovarajućim emisijskim faktorom, ovisno iz kojeg izvora potječe. Konkretno, ovom mjerom obuhvaćena je potrošnja jednog energenta, plina. Podaci iz tablice (Tablica 43. Ušteda isporučene energije mjere 7) množe se faktorom 0,202. Rezultat je broj kilograma CO₂ koji se ispušta u okoliš prije provedbe mjere, a osjenčan je i prikazan za svaki pojedini mjesec u drugom stupcu slijedeće tablice:

Tablica 44 Emisije CO₂ prije i nakon provedbe mjere 7

	Emisije CO ₂ prije [kg]	Emisije CO ₂ poslije [kg]	Ušteda na emisijama CO ₂ [kg]
Mjesec			Σ
Siječanj	2.097,30	0,00	2.097,30
Veljača	1.453,05	0,00	1.453,05
Ožujak	1.242,55	0,00	1.242,55
Travanj	763,98	0,00	763,98
Svibanj	691,88	0,00	691,88
Lipanj	595,34	0,00	595,34
Srpanj	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	950,31	0,00	950,31
Rujan	733,23	0,00	733,23
Listopad	791,38	0,00	791,38
Studeni	1.159,33	0,00	1.159,33
Prosinac	1.162,81	0,00	1.162,81
Σ	11.641,16	0,00	11.641,16

Ukupno smanjenje emisija CO₂ nakon provedbe mjere 7, na godišnjoj razini je **11.641,16 kgCO₂/god.**

6. REKAPITULACIJA

Prema uvjetima Natječaja, za projektnu cjelinu potrebno je prikazati:

- količinu isporučene energije nakon provedbe mjera (opisi mjera, vidi sheet 3. Obrasca 2. Obrasca s dodatnim podacima o projektnom prijedlogu) u mjernej jedinici [kWh] i u [kWh/izlazna jedinica sustava]. Iskaz isporučene energije nakon provedbe mjera iz aktivnosti koje za cilj imaju povećanje energetske učinkovitosti [kWh] potrebno je iskazati ukupno i za svaku pojedinu mjeru koja se predviđa u sklopu projektnog prijedloga
- količinu energije nakon provedbe mjera u mjernej jedinici [kWh] dobivene iz obnovljivih izvora energije. Iskaz količine energije dobivene iz obnovljivih izvora energije nakon provedbe mjera iz aktivnosti koje za cilj imaju korištenje obnovljivih izvora energije [kWh] potrebno je iskazati ukupno i za svaku pojedinu mjeru koja se predviđa u sklopu projektnog prijedloga
- smanjenje isporučene energije projektnoj cjelini [kWh] određuje se kao razlika isporučene energije [kWh] prije i nakon provedbe mjera;
- apsolutni i relativni iznos ukupno ostvarenih ušteda isporučene energije projektnoj cjelini koja se odnosi na proizvodni pogon ili projektnoj cjelini u dijelu koji se odnosi na proizvodni pogon;
- apsolutni i relativni iznos ukupno ostvarenih ušteda isporučene energije projektnoj cjelini u dijelu koji se odnosi na zgradu
- omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici sustava [kWh/izlazna jedinica sustava] prije i poslije provedbe mjera. Omjerom se dokazuje kako su uštede u isporučenoj energiji ostvarene prihvatljivim podaktivnostima na projektnoj cjelini koja je predmet projektnog prijedloga, a ne smanjenjem potreba iste za isporučenom energijom uslijed smanjenja kapaciteta proizvodnog pogona ili promjene u načinu korištenja zgrade. Kako bi aktivnosti unutar projekte cjeline bile prihvatljive, omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici sustava prije i nakon provedbe mjera mora biti veći od 1

Na slijedećim slikama (Slika 13. Rekapitulacija – potrošnja prije provedbe mjera [kWh] i Slika 14. Rekapitulacija – potrošnja nakon provedbe mjera [kWh]) rekapitulirani su pokazatelji rezultata i uštede kao posljedice provedbe predviđenih mjera.

6.1. Rezultati proračuna ušteda projektne celine po mjerama [kWh]

Mjesec	POTROŠNJA PRIJE PROVEDBE MJERA								Σ	
	PROIZVODNI POGON									
	MJERA 1	MJERA 2	MJERA 3	MJERA 4	MJERA 5	MJERA 6	MJERA 7	Ostatak		
Siječanj	135.526,80	295,94	82.822,40	97.571,49	76.085,43	8.251,53	10.382,65	196.070,76	607.007,00	
Veljača	147.182,58	547,96	26.892,54	108.990,67	85.593,24	8.168,92	7.193,30	219.905,79	604.475,00	
Ožujak	158.466,20	982,81	12.014,80	100.337,38	69.559,77	8.003,54	6.151,23	184.343,27	539.859,00	
Travanj	141.623,99	1.212,45	400,70	69.320,46	91.764,01	7.044,33	3.782,10	246.862,96	562.011,00	
Svibanj	143.640,52	1.508,83	0,00	72.151,29	87.576,99	6.674,17	3.425,16	265.246,04	580.223,00	
Lipanj	141.595,37	1.633,17	0,00	62.592,08	74.824,45	6.385,74	2.947,20	229.950,99	519.929,00	
Srpanj	94.846,44	0,00	0,00	0,00	0,00	5.232,32	0,00	19.476,24	119.555,00	
Kolovoz	121.387,93	693,50	0,00	97.585,88	129.984,68	6.320,89	4.704,49	373.100,63	733.778,00	
Rujan	144.747,96	1.680,69	0,00	76.397,24	64.032,22	7.439,76	3.629,86	203.551,27	501.479,00	
Listopad	156.511,79	1.126,86	0,00	82.458,92	65.398,91	8.245,94	3.917,75	209.880,83	527.541,00	
Studeni	131.161,82	514,80	20.351,54	79.101,96	75.405,73	8.008,90	5.739,27	182.294,98	502.579,00	
Prosinac	104.378,42	107,08	25.081,72	82.297,25	55.066,29	7.521,56	5.756,47	132.430,22	412.639,00	
Σ	1.621.069,82	10.304,09	167.563,70	928.804,62	875.291,72	87.297,60	57.629,49	2.463.113,96	6.211.075,00	

Slika 13. Rekapitulacija – potrošnja prije provedbe mjera [kWh]

Mjesec	POTROŠNJA POSLIJE PROVEDBE MJERA								Σ	
	PROIZVODNI POGON									
	MJERA 1	MJERA 2	MJERA 3	MJERA 4	MJERA 5	MJERA 6	MJERA 7	Ostatak		
Siječanj	107.862,10	0,00	57.789,45	77.933,78	9.087,87	5.417,86	0,00	196.070,76	454.161,82	
Veljača	111.020,98	0,00	17.578,17	87.313,82	0,00	5.363,61	0,00	219.905,79	441.182,37	
Ožujak	92.216,20	0,00	7.296,90	80.117,20	0,00	5.255,03	0,00	184.343,27	369.228,60	
Travanj	57.911,89	0,00	0,00	54.816,15	0,00	4.625,22	0,00	246.862,96	364.216,22	
Svibanj	49.834,32	0,00	0,00	57.141,47	0,00	4.382,18	0,00	265.246,04	376.604,01	
Lipanj	50.678,17	0,00	0,00	49.289,26	0,00	4.192,80	0,00	229.950,99	334.111,22	
Srpanj	16.977,24	0,00	0,00	0,00	0,00	3.435,48	0,00	19.476,24	39.888,96	
Kolovoz	32.713,33	0,00	0,00	78.122,74	0,00	4.150,22	0,00	373.100,63	488.086,92	
Rujan	70.426,06	0,00	0,00	60.540,65	0,00	4.884,86	0,00	203.551,27	339.402,84	
Listopad	102.035,49	0,00	0,00	65.342,75	0,00	5.414,19	0,00	209.880,83	382.673,26	
Studeni	101.206,12	0,00	13.026,40	62.939,52	0,00	5.258,55	0,00	182.294,98	364.725,57	
Prosinac	82.337,32	0,00	16.801,83	65.387,08	3.877,57	4.938,56	0,00	132.430,22	305.772,58	
Σ	875.219,22	0,00	112.492,75	738.944,43	12.965,44	57.318,56	0,00	2.463.113,96	4.260.054,36	
	745.850,60	10.304,09	55.070,95	189.860,19	862.326,28	29.979,04	57.629,49	0,00		
	46,01%	100,00%	32,87%	20,44%	98,52%	34,34%	100,00%	0,00%	1.951.020,64	
	31,41%									

Slika 14. Rekapitulacija – potrošnja nakon provedbe mjera [kWh]

6.1.1. Ušteda isporučene energije projektne celine

Energetska obnova proizvodnog pogona obuhvaćena je svim navedenim mjerama. Najviše ušteda energije proizvodnog pogona očekuje se implementacijom otpadne topline u proizvodni proces tvrtke Color Emajl d.o.o. (mjera 5) te ugradnjom fotonaponske elektrane (mjera 1). Zbog specifičnosti projektnog prijedloga, samo mjeru 1 (fotonaponska elektrana) i mjeru 6 (zamjena rasvjete) moguće je promatrati odvojeno od ostalih mjeru. Sve ostale na neki način su funkcionalno povezane i nije ih moguće odvojeno izvesti a da ne utječu na proračun smanjenja isporučene energije ostalih mjeru. Sumarno, uštede na projektnoj cijelini iznose **1.951.020,64 kWh/god ili 31,41 % godišnje isporučene energije**.

Dobar dio isporučene energije nije mogao biti obuhvaćen mjerama (39,7 %) jer je nemoguće u tolikoj mjeri mijenjati tehnološki postupak, ali je otpadna toplina koju ta

energija generira iskorištena u potpunosti zbog čega i uštede u energiji dosežu gotovo 2 000 000 kWh.

6.1.2. Količina energije dobivene iz obnovljivih izvora energije

Od ukupnog smanjenja isporučene energije 1.951.020,64 kWh/god, **811.225,64 kWh/god** količina je energije dobivene iz obnovljivih izvora energije ili **41,58%** (prve tri mjere). Preostale 4 mjere, mjere su energetske učinkovitosti i generiraju 1.139.795,00 kWh smanjenja isporučene energije.

6.1.3. Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici sustava

Uz podatak o ukupnom smanjenju isporučene energije (ušteda energije), u sklopu Natječaja potrebno je navesti podatak o specifičnom utrošku energije po izlaznoj jedinici (proizvodu). U sklopu energetske obnove tvrtke Color Emajl d.o.o., kao što je i projektom ušteda opisano, ni jedna od 7 predloženih mjera ne može utjecati na promjenu broja proizvedenih jedinica u pogonu, u smislu povećanja ili smanjenja proizvodnje. Specifična potrošnja energije (isporučena energija podijeljena s brojem izlaznih jedinica) prije i poslije provedbe mjera ima isti broj u nazivniku.

Navedeni su specifični utrošci energije po izlaznoj jedinici sustava [kWh/izlazna jedinica sustava] prije i poslije provedbe mjera:

$$\begin{aligned}
 & - \text{ prije provedbe mjera } \frac{6.211.075,00 \text{ kWh}}{1\,339\,099} = 4,64 \frac{\text{kWh}}{\text{izlazna jedinica sustava}} \\
 & - \text{ nakon provedbe mjera } \frac{4.260.054,36 \text{ kWh}}{1\,339\,099} = 3,18 \frac{\text{kWh}}{\text{izlazna jedinica sustava}}
 \end{aligned}$$

Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici sustava [kWh/izlazna jedinica sustava] prije i poslije provedbe mjera je

$$\frac{\frac{6.211.075,00 \text{ kWh}}{1\,339\,099}}{\frac{4.260.054,36 \text{ kWh}}{1\,339\,099}} = \mathbf{1,458}$$

6.1.4. Ušteda– [sumarno u kn]

Osim aspekta uštede energije, povećanja energetske učinkovitosti i udjela obnovljivih izvora energije te smanjenja emisija CO₂, ušteda financijskih sredstava investitoru također je važan dio projekata energetskih obnova. S prosječnom cijenom električne energije **0,5 kn/kWh** i s prosječnom cijenom prirodnog plina **0,23 kn/kWh** izračunate su i financijske uštede po pojedinoj mjeri projekta energetske obnove.

Tablica 45 Ušteda nakon provedbe mjera [kn]

UŠTEDA						
PROIZVODNI POGON						
MJERA 1	MJERA 2	MJERA 3	MJERA 4	MJERA 5	MJERA 6	MJERA 7
372.925,30 kn	2.369,94 kn	12.666,32 kn	43.667,84 kn	198.335,04 kn	14.989,52 kn	13.254,78 kn
387.961,56 kn			270.247,19 kn			
658.208,75 kn						

6.1.5. Smanjenje emisija CO₂ – sumarnoSmanjenje emisija CO₂ [kg/god] po mjerama:

MJERA 1	246.130,71
MJERA 2	2.081,43
MJERA 3	25.422,97
MJERA 4	42.365,56
MJERA 5	174.189,91
MJERA 6	9.893,10
MJERA 7	11.641,16

Σ 511724,84

Sumarno, smanjenje emisija CO₂ nakon provedbi svih mjera energetske obnove projektne cjeline, iznosi **511,7248 tCO₂/god.**

Projektant:

Hrvatska komora inženjera strojarstva

Boris Ferdelji

mag. ing. mech.

Ovlašteni inženjer strojarstva

S 2018



Boris Ferdelji, mag. ing. mech.