



PLAN MERA ZA ENERGETSKU EFIKASNOST POSTROJENJA IGM “MLADOST” DOO LESKOVAC

Avgust 2024

Sadržaj

Uvod.....	3
1. Prikaz potrošnje energije.....	3
2. Opis aktivnosti	5
2.1. Gliništa	5
2.2. Primarna proizvodnja.....	8
2.3. Oblikovanje (linija sirovo-suvo)	9
2.3.1. Linija PRO12-EKO.....	9
2.3.2. Linija PRO 10	9
2.4. Specifična potrošnja goriva (sušenje, pečenje)	10
2.4.1. Linija PRO 12-EKO.....	10
2.4.2. Linija PRO 10	11
2.5. Pakovanje	12
2.5.1. Linija PRO12-EKO.....	12
2.5.2. Linija PRO10	12
3. Emisija	13
Zaključak.....	20

Uvod

Proizvod IGM "Mladost" doo Leskovac je visokokvalitetni crep i emisije u životnu sredinu.

Osnovni cilj povećanja energetske efikasnosti proizvodnog procesa je povećanje konkurentnosti proizvoda na tržištu kroz smanjenje troškova proizvodnje zbog smanjenja potrošnje goriva i/ili električne energije. Zadovoljavanje energetskih potreba proizvodnog procesa uz što efikasniju upotrebu energije ima za posledicu i smanjenje emisije u zemlju vodu i vazduh.

Povećanje energetske efikasnosti obično je povezano s nadogradnjom postojećih postrojenja uz produženje životnog veka i osavremenjavanje postrojenja, što iziskuje značajna finansijska ulaganja, tako da se ono može opravdati samo ako je zadovoljen uslov rentabilnosti investicijskog zahvata, bez obzira na opravdane zahteve u odnosu na ekološke sanacije proizvodne jedinice.

Ukupna efikasnost procesa proizvodnje crepa u direktnoj je zavisnosti od specifične potrošnje toplote i električne energije.

Mogućnosti smanjenja specifične potrošnje energije, a time i emisije prikazat će se odvojeno za toplotnu energiju i električnu energiju.

U privrednom društvu IGM "Mladost" doo Leskovac je formirana ekipa koja se kontinualno bavi povećanjem energetske efikasnosti proizvodnih celina. Osnovni cilj ekipe je:

- praćenje potrošnje energija u kompaniji u različitim proizvodnim jedinicama i sektorima.
- praćenje potrošnje energije u realnom vremenu, detektovanje promene potrošnje energije, utvrđuje se razlog i reagovanje

1. Prikaz potrošnje energije

IGM Mladost doo Leskovac kao energente u procesu proizvodnje koristi:

- Električna energiju – za vršenje rada u procesu proizvodnje kao i za osvetljenje
- Dizel gorivo – za dopremanje sirovine transportnim sredstvima do određene tehnološke celine
- Prirodni gas – za postupke sušenja i pečenja
- Voda – za eventualno vlaženje sirovine

Potrošnja energenata u dve predhodne godine data je u tabeli 1.

Tabela 1 Potrošnja energenata

Energent	Jedinica mere	Godina 2022	Godina 2023
Prirodni gas	GJ	344 357,5	395 616,3
Električna energija	MWh	14 952,6	17 137,2
Dizel gorivo	Kg	417 040	412 154

Tabela 2 Kapacitet proizvodnje

Glavna aktivnost	2022	2023
Proizvodnja crepa	33 810 103 kom	33 893 052 kom.
Proizvodnja engobiranog crepa	20 194 750 kom	19 093 165 kom.
Ostale aktivnosti		
Proizvodnja žlebnjaka i specijalnih elemenata	1 461 669 kom	1 507 844 kom.
Proizvodnja engobiranog žlebnjaka i specijalnih elemenata	319 430 kom	1 038 698 kom.

ENERGIJA 2022

U 2022 godini proizvedeno je 184 777 tona proizvoda.

Tabela 3 Potrošnja energije u 2022. godini

Vrsta energenta	2022	Toplotna moć	GJ	Potrošnja energije po toni proizvoda GJ/t
Prirodni gas	10 331 761m ³	33,33 MJ/m ³	344 357,59	1,863
Dizel gorivo i euro dizel	417 040 kg	41,60 MJ/kg	17 348 86	0,093
Električna energija	14 952 621 kWh		53 829,4	0,291
Ukupno			415 535,8	2,247

ENERGIJA 2023

U 2023 godini proizvedeno je 185 769 tona proizvoda

Tabela 4 Potrošnja energije u 2023. godini

Vrsta energenta	2023	Toplotna moć	GJ	Potrošnja energije po toni proizvoda GJ/t
Prirodni gas	110 199 541 kWh		396 718,3	2,129
Dizel gorivo i euro dizel	412 154 kg	41,60 MJ/kg	17 145,6	0,092
Električna energija aktivna i reaktivna	17 137 200 kWh		61 693,9	0.332
Ukupno			475 557,8	2,553

Upoređivanjem parametara energije, primetno je povećanje potrošnje energije u 2023. godini.

Povećanje potrošnje energije po toni proizvoda u količini od 0,306 GJ, posledica je uspostavljanja tehnoloških parametara u procesu uvođenja nove opreme, podešavanja nominalnih kapaciteta i testiranja kvaliteta proizvoda. U 2023. godini su u proizvodni proces uvedene hidraulična presa Favole i ekstruder Bondjovani.

VODA

Fabrika se snabdeva vodom iz gradske vodovodne mreže.

Tabela 5 Potrošnja energenta

Energent	2022 godina	2023 godina
Potrošnja vode	18100 m ³	14198 m ³
Voda za vlaženje saobraćajnica i drugih izvora fugitivne prašine	1612 m ³	1 265 m ³
Voda za sanitarne potrebe	6497 m ³	6497 m ³
Atmosferska voda	57 776 m ³	57 776 m ³
Potrošnja vode po toni proizvoda	2022	2023
	97,95 l/t	76,42 l/t

Potrošnja vode umnogome zavisi od spoljnih meteo uslova tj. vlažnosti dopremljene gline, njenog odležavanja i tehnoloških uslova vlažnosti u primarnoj preradi.

GLAVNE SIROVINE

Kao sirovina za proizvodnju crepa koristi se glina iz gliništa Mala Grabovnica i Kaštavar pored Leskovca. Količine i sastav sirovine je prikazan u Tabeli 6.

Tabela 6 Količina i sastav sirovine

Količina potrošnje sirovine u 2023 god.	Glina	Transportovana glina	197 017 m ³					
Granulometrijski sastav Srednja vrednost	Pesak 16-27	Alevrit 62-66	Glina 6-21					
Hemijski sastav Srednja vrednost	SiO ₂ 57,06	Al ₂ O ₃ 16,33	TiO ₂ 2,02	Fe ₂ O ₃ 7,62	CaO 3,72	MgO 1,68	Na ₂ O 0,82	K ₂ O 3,59

Zbog prisustva oksida gvožđa koji se nalaze u obliku minerala iz grupe hidroksida (getit, limonit), koji posle pečenja transformiše u hematit koji crepu daje intenzivnu crvenu boju.

PROIZVOD

Preduzeće u proizvodnom procesu ima klasični crep čija je težina 3150 g i crep linije PRO 10 čija je težina 3850g. Osim toga, preduzeće se bavi proizvodnjom žlebnjaka i specijalnih elemenata težine 2600g za liniju PRO 12 i 3150g za liniju PRO 10. U prethodne dve godine je proizvelo količine koje su date u tabeli 7.

Tabela 7 Proizvedene količine za 2022. i 2023. godinu

Glavna aktivnost	2022	2023
Proizvodnja crepa	33 810 103 kom	33 893 052 kom.
Proizvodnja engobiranog crepa	20 194 750 kom	19 093 165 kom.
Ostale aktivnosti		
Proizvodnja žlebnjaka i specijalnih elemenata	1 461 669 kom	1 507 844 kom.
Proizvodnja engobiranog žlebnjaka i specijalnih elemenata	319 430 kom	1 038 698 kom.

2. Opis aktivnosti

Aktivnosti u proizvodnji crepa odvijaju se na dve pozicije, iskop gline se vrši na gliništu, dok se ostale aktivnosti odvijaju u krugu preduzeća.

2.1. Gliništa

Iskop gline se realizuje na gliništima Kaštavar i Mala Grabovnica pored Leskovca. Građevinskim mašinama se skidanjem materijala odozgo prema dole u etažama visine 2m x 10, vrši utovar gline u transportna sredstva koja zatim prevoze glinu do odlagališta u krugu proizvodne jedinice u Leskovcu. Gliništa su od proizvodne jedinice udaljena 14 km i 10 km. Ovu tehnološku celinu za potrebe IGM Mladost, obavlja preduzeće Bagdala doo Leskovac.

Analizom potrošnje energije za ovu tehnološku celinu u lancu proizvodnje došlo se do sledećih rezultata.

Transport je značajni potrošač energije a ona može biti redukovana dobrim upravljanjem transportnih aktivnosti koji je deo sveobuhvatnog menadžmenta u preduzeću.

Faktori koji utiču na potrošnju goriva su:

- jedan od najvažnijih je samo vozilo (stanje vozila, godište vozila, nosivost)
- vozač
- potpuno iskorišćenje nosivosti vozila
- vremenski uslovi
- stanje puteva po kojima se vozilo kreće
- karakteristike goriva koje vozilo troši

Potrošnja goriva direktno utiče na proizvodne rezultate i efekte emisije u životnu sredinu. Iz tih razloga uveden je monitoring potrošnje goriva merenjem tačne potrošnje goriva nedeljno, potrošnje goriva u litrima po km pređenog puta.

Primarna prerada gline

Početna priprema opekarske sirovine obavlja se na spoljašnjem, privremenom depou unutar

preduzeća, gde se sirovina odlaže u slojevima. U fabrici postoje dva odlagališta; za glinu “Kaštavar” i za glinu “Grabovnica”. Odlagališta su oblika zarubljene piramide i na njima glina odležava od 6 do 12 meseci. Nakon tog perioda, sirovina se mobilnom utovarnom lopatom ubacuje u dva dodavača, za gline “Kaštavar” i “Grabovnica” u odnosu 60:40%, odakle se trakastim gumenim transporterima glina dovodi do Kolnog mlina. Posle mešanja i sitnjenja do određene granulacije i prolaska kroz rašetke kolnog mlina, glina odlazi u dva diferencijalna mlina sa valjcima i trećeg mlina, gde se završava primarna prerada gline. Glina se odlaže u silose za odležavanje. Odležavanje se vrši u osam silosa a trajanje tog tehnološkog koraka je od 3 do 5 dana. Primarna prerada gline istovetna je za oba pogona (Pogon PRO 12-EKO, Pogon PRO 10).

Tehnološki postupak proizvodnje crepa u pogonu PRO 12 (EKO)

Sirova prerada Gline

Oblikovanje

Iz silosa se glina doprema do kontinualnog snabdevanja homogenizatora. U homogenizatoru se vrši umešavanje i homogenizacija sveže gline iz silosa i povratka viška gline iz sirove proizvodnje. Glina iz homogenizatorasistemom gumenih transportera dolazi do ekstruderakoji se sastoji iz nabijača i vacuum komore i dela za istiskivanje gline. Na izlazu iz ekstrudera izlazi formirana beskonačna traka gline koja se na sekaćem stolu seče na potrebnu dužinu. Nakon toga plastica ulazi u revolver presu na šest pozicija. Iz revolver prese izlazi formiran sirovi crep. Kontrolu parametara kvaliteta sirovog crepa vrši tehnolog proizvodnje i preduzima mere za otklanjanje, eventualno uočenih nedostataka. Jednom dnevno uzima se od strane laboratorije uzima uzorak poluproizvoda i kontrolišu: njegove dimenzije, masa i ostale karakteristike oblikovanja.

Sušenje

Oblikovani crep se, složen na najoptimalniji način se odlaže na metalne ramice. Ramice se odlažu u bafer sirove proizvodnje odakle ih robot stavlja u regale i transportuje u komorne sušare. U komorama kapaciteta 6400 crepa postoje metalni regali u koje se ubacuju sirovi crepovi. Vreme sušenja jedne šaržeje 28 – 30 sati.

Pečenje

Po završenom procesu sušenja crep ide u tunelsku peć na pečenje gde prolazi kroz temperaturno definisane zone. Po završenom procesu pečenja vrši odgrevanje crepa i skidanje sa vagona tunelske peći. Nadzor vremenskog trajanja procesa i temperature pečenja, obavlja poslovođa tog tehnološkog procesa i upisuje registrovane podatke u svakoj od zona pečenja. Toplota za zagrevanje tunelske peći dobija se sagorevanjem prirodnog gasa, toplotne moći 33,33 MJ/m³ u 12 grupa gorionika. Iz zone u kome se crep odgreva odsisava se vazduh zagrejan hlađenjem crepa i odvodi u sušaru gde se preostala toplotna energija koristi za sušenje crepa.

Kontrolu i regulaciju režima pečenja kontrolišu rukovodilac tehnološkog procesa prema teorijskoj Krivi pečenja.

Pakovanje

Vagoni sa pečenim crepom dovoze se prevoznicom do postrojenja za pretovar i pakovanje crepa. Pogon pakovanja je stavljen u funkciju 2007 godine. Tehnološki je potpuno automatizovan, slogovi su vezani plastičnom trakom, i ergonomski dimenzionisani tako da omogućuju relativno laku manipulaciju njima, na gradilištu. Sledećom operacijom se slogovi slažu na standardne palete, obmotavaju termofolijom, obeležavaju deklaracijom i viljuškarom prebacuju na skladište gotovih proizvoda.

Crep koji ne odgovara zahtevima kvaliteta, odvaja se kao škart, odlaže u poseban kontejner i odvozi na skladište loma. Lom se evidentira na kraju serije u izveštaju “Rekapitulacija proizvodnje” i, prema Planu upravljanja otpadom, koristi kao materijal za tamponiranje pristupnih puteva do gliništa ili se prodaje pravnim licima za proizvodnju šljaka blokova.

Tehnološki postupak proizvodnje crepa u pogonu PRO 10

Eksploatacija gline iz površinskih kopova i primarna prerada gline je istovetna za oba pogona IGM Mladost Leskovac.

Oblikovanje (sirova prerada)

Iz silosa se glina doprema do dozatora koji ima funkciju kontinualnog snabdevača, homogenizatora i vakuum agregata, čija je funkcija finalna priprema plastice. Tako pripremljena smesa za plastice se vodi do sekaćeg stola gde se dimenzioniše forma koja se revolver presama oblikuje u konačnu formu crepa.

Linija za specijalne elemente sastoji se od zasebnog vakuum agregata, sekaćeg stola i zasebne revolver prese, gde se plastika dimenzioniše i oblikuje u konačnu formu specijalnog elementa.

Sušenje

Oblikovani crep se postavlja na metalne ramice koje se grajferom prenose na metalne regale. Regali se automatskom prevoznicom transportuju u sušaru. Sušara je tunelskog tipa, sa 6 koloseka same sušare i 2 koloseka dosušnog kanala.

Ukupan kapacitet tunelske sušare je 146 regala, odnosno 84.000 komada crepa. Proces sušenja se odvija na temperaturi od 40-90°C i automatski je regulisan. Vreme sušenja jedne šarže je 30 - 33 časova, odnosno do sadržaja vlage u sušenom proizvodu od 1 - 3%. Takođe, u pogonu se nalaze i 2 komorne sušare u kojima se obavlja proces sušenja specijalnih elemenata. Kapacitet jedne komorne sušare je 6 regala za specijalne elemente ili 2.592 komada specijalaca.

Vreme sušenja jedne šarže je 33 - 37 časova, u zavisnosti od tipa specijalnog elementa, odnosno do sadržaja vlage u sušenom proizvodu od 1 - 3%.

Engobiranje

Nakon procesa sušenja, robot sa metalnih ramica pojedinačno skida suvi crep i prenosi ga na transportnu traku, koja se dalje kreće prema liniji engobiranja i slaganja. Crep prolazi ispod kabine za engobiranje, gde se vrši apliciranje engobe, po tačno definisanim parametrima. Na liniji engobiranja nalaze se 2 zasebne kabine (leva i desna). Periodično se vrši pranje kabina. Vodeni sadržaj iz kabina se prečišćava u filter presi. Suvi ostatak engobe se posle sušenja vraća u proizvodnju a prečišćena voda preko separatora odlazi u centralni taložnik pre uliva u kanalizacioni sistem grada Leskovca. Privredno društvo ima validan stručni nalaz o kvalitetu ispuštene vode od strane ovlašćene stručne organizacije za ispitivanje otpadne vode. Suvi crep se nakon engobiranja dalje transportuje do linije slaganja, gde se svaki komad crepa pojedinačno slaže na "H" kasete i gde se formiraju slogovi vagona tunelske peći. Svaki vagon tunelske peći sadrži po 4 sloga.

Pečenje

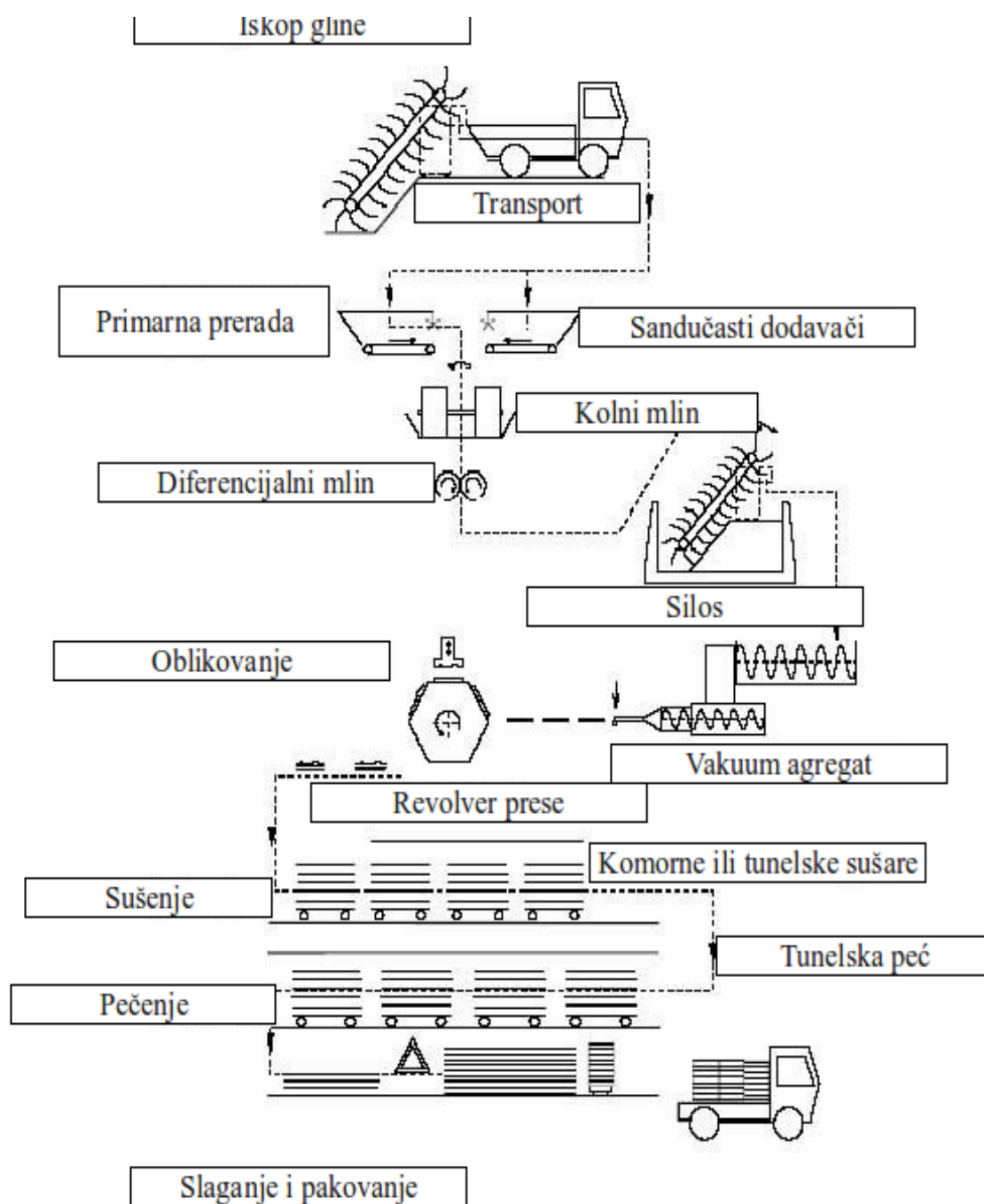
Nakon engobiranja i slaganja, suvi crep ide u tunelsku peć na pečenje, gde prolazi kroz temperaturno definisane zone, na temperaturi od 1000 – 1050 °C. Toplota za zagrevanje tunelske peći dobija se sagorevanjem prirodnog gasa, toplotne moći 33,33 MJ/m³ Po završenom procesu pečenja vrši se odgrevanje crepa i skidanje sa vagona tunelske peći. Zagrejan vazduh koji se odsisava, odvodi se u sušaru gde se preostala toplotna energija koristi za sušenje crepa.

Kontrola i regulacija režima pečenja je automatizovana, a postavljanje parametara vrši rukovodilac tehnološkog procesa prema teorijskoj krivi pečenja.

Razlaganje i pakovanje - paletizacija, otprema

Vagoni sa pečenim crepom se dovoze prevoznicom do postrojenja za pretovar i pakovanje crepa. Postrojenje je potpuno automatizovano. Najpre se vrši formiranje malih paketa, a nakon toga i formiranje velikih paketa, koji se robotom prebacuju na već pozicioniranu paletu. Nakon toga, vrši se horizontalno i vertikalno vezivanje palete. Formirane palete obeležavaju deklaracijom, obmotavaju termosupljajućom folijom i tako upakovane se dalje prebacuju viljuškarom na skladište gotovih proizvoda.

Crep koji ne odgovara zahtevima kvaliteta odvaja se kao škart, u poseban kontejner i odvozi na skladište loma. Lom se evidentira na kraju serije u izveštaju „Rekapitulacija proizvodnje“. Prema Planu upravljanja otpadom, ovaj otpad se koristi kao materijal za tamponiranje pristupnih puteva do gliništa, ili se prodaje pravnim licima za proizvodnju šljaka blokova.



U proizvodnom pogonu zavisno od vrste proizvoda iz proizvodnog asortimana fabrike vrši se priprema gline prema recepturi sopstvene laboratorije preduzeća. Doziranje gline se obavlja sandučastim dodavačima koja zatim sistemom neprekidnog transporta dolazi do kolnog mlinu čija je funkcija mešanje i mlevenje gline do određene granulacije. Od kolnog mlinu sistemom neprekidnog transporta dolazi do grubih mlinova (diferencijalni mlin) gde se melje na 1.0 mm granulacije i otprema u silose na odležavanje do početka oblikovanja. Tako pripremljena mešavina odležava sa ciljem uklanjanja unutrašnjih napona i ujednačavanja vlage. Mlinovi kao i prostor u kome se obavljaju pomenute operacije se preko sistema odsisavanja odprašuje, a prikupljena prašina vraća u proces proizvodnje.

2.2. Primarna proizvodnja

Tehničko tehnološka rešenja	Postignute vrednosti trenutno stanje	BAT	Objašnjenje razlike između BAT i postignutih vrednosti Predlog mera i

			vremenski okvir usaglašavanja sa BAT
2.2.	Potrošnja energije i energetska efikasnost		
	Ukupno	938,4 kW x 24 x 344 x 3,6 = 3.419,57GJ el. en. E = 0,0184 GJ/t Koeficient kontinualnosti = 0.80 E = 0,0800 GJ/t	BAT ne predlaže posebne mere za energetska efikasnost potrošnje električne energije Poglavlje 3.2.1 Za ukupnu potrošnju električne energije dati su podaci u poglavlju 3.3.1.2 i tabeli 3.10 U skladu sa BAT

2.3. Oblikovanje (linija sirovo-suvo)

2.3.1. Linija PRO12-EKO

Iz silosa se glina doprema do kontinualnog snabdevanja homogenizatora. U homogenizatoru se vrši umešavanje i homogenizacija sveže gline iz silosa i povratka viška gline iz sirove proizvodnje. Glina iz homogenizatora sistemom gumenih transportera dolazi do ekstrudera koji se sastoji iz nabijača i vakuum komore i dela za istiskivanje gline. Na izlazu iz ekstrudera izlazi formirana beskonačna traka gline koja se na sekaćem stolu seče na potrebnu dužinu. Nakon toga plastika ulazi u revolver presu na šest pozicija. Iz revolver prese izlazi formiran sirovi crep. Kontrolu parametara kvaliteta sirovog crepa vrši tehnolog proizvodnje i preduzima mere za otklanjanje, eventualno uočenih nedostataka. Jednom dnevno uzima se od strane laboratorije uzima uzorak poluproizvoda i kontrolišu: njegove dimenzije, masa i ostale karakteristike oblikovanja.

Tehničko tehnološka rešenja	Postignute vrednosti	BAT	Objašnjenje razlike između BAT i postignutih vrednosti Predlog mera i vremenski okvir usaglašavanja sa BAT
2.3.1.	Potrošnja energije i energetska efikasnost		
	Ukupno	486 kW x 24 x 344 x 3,6 = 14 444,6 GJ el. en = 0,07775GJ/t Zbog nedeljnog preventivnog održavanja mašine su u radu 344 dana potrošnja = 0,07775 GJ/t Koeficient kontinualnosti = 0.80 E = 0,0622 GJ/t	BAT ne predlaže posebne mere za energetska efikasnost potrošnje električne energije Poglavlje 3.2.1 Za ukupnu potrošnju električne energije dati su podaci u poglavlju 3.3.1.2 i tabeli 3.10

2.3.2. Linija PRO 10

Iz silosa se glina doprema do dozatora koji ima funkciju kontinualnog snabdevača, homogenizatora i vakuum agregata, čija je funkcija finalna priprema plastice. Tako pripremljena smesa za plastike se vodi do sekaćeg stola gde se dimenzioniše forma koja se revolver presama oblikuje u konačnu formu crepa.

Linija za specijalne elemente sastoji se od zasebnog vakuum agregata, sekaćeg stola i zasebne

revolver prese, gde se plastika dimenzioniše i oblikuje u konačnu formu specijalnog elementa

Tehničko tehnološka rešenja	Postignute vrednosti	BAT	Objašnjenje razlike između BAT i postignutih vrednosti Predlog mera i vremenski okvir usaglašavanja sa BAT
2.3.1.	Potrošnja energije i energetska efikasnost		
	Ukupno	766 kW x 24 x 344 x 3,6 = 22 766,7 GJ el. en = 0,287 GJ/t Zbog nedelnog preventivnog održavanja mašine su u radu 344 dana potrošnja = 0,401 GJ/t Koeficient kontinualnosti = 0.80 E = 0.2296 GJ/t	BAT ne predlaže posebne mere za energetska efikasnost potrošnje električne energije Poglavlje 3.2.1 Za ukupnu potrošnju električne energije dati su podaci u poglavlju 3.3.1.2 i tabeli 3.10

2.4. Specifična potrošnja goriva (sušenje, pečenje)

2.4.1. Linija PRO 12-EKO

Sušenje

Sušenje oblikovanog crepa se odvija u 24 komorne sušare od kojih su 20 kom stalno u funkciji. Sušare su snabdevene sa distributivnim sistemom toplog vazduha preko ventilatorskih sekcija. Svaka komora sušare je snabdevena sa pet ventilatora snage 1,1 kW i tri ventilatora snage 0,18 kW, a sve sušare primaju topao vazduh iz dve ventilatorske jedinice snage 36 kW. Instalirana snaga sušara je 243,36 kW a kontinualna proizvodnja je opterećena sa 215 kW. Crep se u tim sušarama suši toplim vazduhom temperature 60 – 90° C koji se dovodi iz sekcije odgrevanja pečenog crepa. Proces sušenja traje oko 27,5 sati, odnosno kada je sadržaj vlage u sušenom proizvodu od 1 – 3 %. Na kontrolnom mestu se očitavaju temperature sušenja i upisuju u obrascu praćenja režima rada.

Pečenje

Pečenje je fizičko-hemijski proces u oksidacionoj atmosferi, gde se pod dejstvom visokih temperatura (860° C - 900° C) dešavaju promene pri čemu pečeni proizvodi dobijaju nove osobine: visoku mehaničku čvrstoću, promena boje, postojanost. U preduzeću IGM "Mladost" poseduju tunelsku peć dužine 123 m sa dvanaest gorioničkih grupa vezane na električne potrošače ukupne snage 110,4 kW, ventilatorom za izbacivanje produkata sagorevanja snage 37 kW, tri ventilatora za mešanje radnog medija u peći snage 15 kW, dva ventilatora za kontra pritisak po 7,5 kW, ventilator rekuperator snage 55 kW i dve šiber bine po 11 kW. Ukupna snaga električne energije za funkcionisanje tunelske peći je 194,8 kW. Tunelska peć ima tri radne zone: predgrevanje, pečenje i odgrevanje. Sekcija odgrevanja celokupni topao vazduh preko vazdušnih kanala predaje komornim sušarama.

Potrošnja električne energije za proces sušenja i pečenja u 2023 godini:

- Sušenje P = 215 kW
- Pečenje P = 254,4 kW

Potrošnja energenta u vidu prirodnog gasa:

- Prirodni gas: 4 445 157 m³

U Pogonu PRO 12 (EKO) proizvedeno je 108 989 tona proizvoda.

Potrošnja energije po toni proizvoda je:

- Električna energija $\Sigma = 0,128$ GJ/t
- Prirodni gas $\Sigma = 1,36$ GJ/t

$\Sigma = 1,488$ GJ/t BREF Ceramic Manufacturing industry Specifična potrošnja toplote u tunelskim pećima (80-140m) je 1,6-3,5 GJ/t; tabela 2.2; tabela 3.10; tabela 3.11

2.4.1.	Smanjenje potrošnje energije-energetska efikasnost	Toplotna energija iz sekcije odgrevanja tunelske peći se koristi za tehnološku jedinicu sušenja	BREF Ceramic Manufacturing industry Mere smanjenja potrošnje energije i povećanje energetske sfikasnosti poglavlje 4.1 i 5.1.2	U skladu sa BAT (1)
--------	--	---	--	---------------------

2.4.2. Linija PRO 10

Sušenje

Oblikovani (sirovi) crep na formiranim regalima, automatskom prevoznicom transportuju se u tunelsku sušaru. Sušara je tunelskog tipa, sa 6 koloseka same sušare i 2 koloseka dosušnog kanala. Ukupna dužina tunelske sušare je 75 metara. Ukupan kapacitet tunelske sušare je 146 regala odnosno 84 000 komada crepa. Sušara se snabdeva toplim vazduhom iz rekuperacije peći, određene temperature i vlažnosti. Dalje se taj vazduh vazduhovodima raspoređuje do ukupno četiri zone tunelske sušare, gde se dodaje ili oduzima temperatura i vlaga toplog vazduha. Sve četiri zone imaju svoje zasebne gorionike uz pomoć kojih se vazduh po potrebi dogreva. Režim sušenja je automatski (programski definisan), tako da svaka od zona ima tačno definisane parametre u procesu sušenja.

Proces sušenja se odvija na temperaturi od 40 – 90 °C i vlagom od 30 - 95%. U četvrtoj zoni (dosušni kanal), vlaga se kreće od 1 - 3%. Vreme sušenja jedne šarže je 30 - 33 časova U pogonu se nalaze i 2 komorne sušare u kojima se obavlja proces sušenja specijalnih elemenata. Kapacitet jedne komorne sušare je 6 regala za specijalne elemente ili 2.592 komada specijalaca. Ukupna snaga ventilator za potrebe susenja iznosi 300 k

Pečenje

Nakon engobiranja i slaganja, suvi crep se postavlja u “X” kasete (1 crep - 1 “X” kaseta). Dalje se “X” kasete slažu na vagone tunelske peći po slogovima. Svaki vagon ima četiri sloga po 288 kaseta. Ukupan broj crepova na vagonu je 1152. Ukupan broj vagona je 60. Tako složeni vagoni se pre ulaska u tunelsku peć akumuliraju u predgrejaču vagona gde je temperatura vazduha oko 90° C. Automatskom prevoznicom, vagoni se prebacuju iz predgrejača do ulaza u tunelsku peć. Ukupan kapacitet tuneslke peći je 40 vagona, a svaki vagon prolazi kroz temperaturno definisane zone (zona predgrevanja, pečenja i hlađenja), na temperaturi od 1000 - 1050° C. Zagrevanje tunelske peći postiže se pomoću 14 ložnih grupa i 16 bočnih gorionika. Toplota se dobija sagorevanjem prirodnog gasa, toplotne moći 33,33 MJ/m³. Po završenom procesu pečenja i odgrevanja, crep se skida sa vagona tunelske peći. Zagrejan vazduh koji se odsisava, odvodi se u tunelsku sušaru gde se preostala toplotna energija koristi za sušenje crepa. Kontrola i regulacija režima pečenja je automatizovana, a postavljanje parametara vrši rukovodilac tehnološkog procesa prema teorijskoj krivi pečenja.

Potrošnja električne energije za proces sušenja i pečenja u 2023 godini:

- Sušenje P = 300kW
- Pečenje P = 307 kW

Potrošnja energentna u vidu pripodnog gasa:

- Prirodni gas: 5 708 721 m³

U pogonu PRO proizvedeno je 79 200,8 tona proizvoda.

Potrošnja energije po toni proizvoda je:

- Električna energija $\Sigma = 0,2277$ GJ/t
- Prirodni gas $\Sigma = 2,406$ GJ/t

$\Sigma = 2,6337$ GJ/t BREF Ceramic Manufacturing industry Specifična potrošnja toplote u tunelskim pećima (80-140m) je 1,6-3,5 GJ/t; tabela 2.2; tabela 3.10; tabela 3.11;

2.5. Pakovanje

2.5.1. Linija PRO12-EKO

Vagoni sa pečenim crepom dovoze se prevoznicom do postrojenja za pretovar i pakovanje crepa. Pogon pakovanja je stavljen u funkciju 2009 godine. Tehnološki je potpuno automatizovan a slogovi koji su vezani plastičnom folijom su ergonomski dimenzionisani za laku manipulaciju na gradilištu. Sledećom operacijom se slogovi slažu na palete i obmotavaju termofolijom, obeležavaju deklaracijom i viljuškarom prebacuju na skladište gotovih proizvoda.

Crep koji ne odgovara zahtevima kvaliteta, odvaja se kao škart, odlaže u poseban kontejner i odvozi na skladište loma. Lom se evidentira na kraju serije u izveštaju "Rekapitulacija proizvodnje". Lom se prema Planu upravljanja otpadom koristi kao materijal za tamponiranje pristupnih puteva do gliništa ili se prodaje pravnim licima za proizvodnju šljaka blokova.

Tehničko tehnološka rešenja		Postignute vrednosti	BAT	Objašnjenje razlike između BAT i postignutih vrednosti Predlog mera i vremenski okvir usaglašavanja sa BAT
2.5.	Potrošnja energije i energetska efikasnost (Razlaganje i pakovanje)			
2.5.1	Potrošnja energije za razlaganje i pakovanje godina 2023 Razlaganje i pakovanje P = 85 kW	Potrošnja energije $E = 85\text{kW} \times 24 \times 344 \times 3,6 = 2\,526,3$ kW $E = 0,0231$ GJ/t Koeficient kontinualnosti = 0.80 E = 0.0184 GJ/t	BAT za razlaganje i pakovanje ne predviđa referentne vrednosti potrošnje energije	U skladu sa BAT (1)
2.5.2	Smanjenje potrošnje energije-energetska efikasnost	Toplotna energija iz sekcije odgreivanja tunelske peći se koristi za tehnološku jedinicu sušenja	BAT Mere smanjenja potrošnje energije i povećanje energetske sfikasnosti poglavlje 4.1 i 5.1.2	U skladu sa BAT (1)

2.5.2. Linija PRO10

Vagoni sa pečenim crepom se dovoze prevoznicom do postrojenja za pretovar i pakovanje crepa. Postrojenje je potpuno automatizovano. Najpre se vrši formiranje malih paketa, a nakon toga i formiranje velikih paketa, koji se robotom prebacuju na već pozicioniranu paletu. Nakon toga, vrši se horizontalno i vertikalno vezivanje palete. Formirane palete obeležavaju deklaracijom, obmotavaju termoskupljajućom folijom i tako upakovane se dalje prebacuju viljuškarom na skladište gotovih proizvoda.

Crep koji ne odgovara zahtevima kvaliteta odvaja se kao škart, u poseban kontejner i odvozi na skladište loma. Lom se evidentira na kraju serije u izveštaju „Rekapitulacija proizvodnje“. Prema Planu upravljanja otpadom, ovaj otpad se koristi kao materijal za tamponiranje pristupnih puteva do gliništa, ili se prodaje pravnim licima za proizvodnju šljaka blokova.

Tehničko tehnološka rešenja		Postignute vrednosti	BAT	Objašnjenje razlike između BAT i postignutih vrednosti Predlog mera i vremenski okvir usaglašavanja sa BAT
2.5.	Potrošnja energije i energetska efikasnost (Razlaganje i pakovanje)			
2.5.1	Potrošnja energije za razlaganje i pakovanje godina 2023 Razlaganje i pakovanje P = 85 kW	Potrošnja energije $E = 120\text{kW} \times 24 \times 344 \times 3,6 = 3\,556,9 \text{ kW}$ $E = 0,0192 \text{ GJ/t}$ Koeficijent kontinualnosti = 0.80 E = 0.0463 GJ/t	BAT za razlaganje i pakovanje ne predviđa referentne vrednosti potrošnje energije	U skladu sa BAT (1)

3. Emisija

Tabela 8 Parametri emisije u poređenju sa BAT

Tehničko tehnološka rešenja		Postignute vrednosti	BAT	Objašnjenje razlike između BAT i postignutih vrednosti Predlog mera i vremenski okvir usaglašavanja sa BAT
1.1	Difuzna emisija prašine	Difuzna emisija prašine: Prostor u kome se odvijaju prašnjave aktivnosti se minimiziraju asfaltiranjem manipulativnih površina i vlaženjem saobraćajnicama gde može doći do pojave prašine. Radnje koje se primenjuju u cilju smanjenja difuznih emisija su: - vlaženje odlagališta u vetrovitim danima stabilnom instalacijom - vlaženje transportnih puteva - postavljanje zaštitnih barijera od vetra Proces primarne prerade se odvija u zatvorenom prostoru Proces oblikovanja se odvija u zatvorenom prostoru Skladište odležavanje se nalazi	Smanjenje difuzne emisije prašine Poglavlje 4.2.1 ; 4.2.2 i 5.1.3.1	U skladu sa BAT (1)

		u zatvorenom prostoru		
1.2	Emisija prašine u odsisnim kanalima	Kanalizirana emisija prašine iz prašnjavih aktivnosti: Priprema gline, oblikovanje iz oba Pogona (PRO 12-EKO, PRO 10) Vrećasti filteri od uređaja za otprašivanje Emisija prašine : 6,36 mg/Nm ³	1 – 10 mg/m ³ (polučasovna srednja vrednost) Poglavlje 4.2.3.2 i 5.1.3.2 (1)	U skladu sa BAT (1)
1.3	Emisija prašine iz procesa sušenja	Prašina iz procesa sušenja: Komorna sušara pogona PRO 12-EKO; Sušara ispušta 1: Praškaste materije PM = 1,68mg/Nm ³ ; 0,0035 kg/h Tunelska sušara pogona PRO 10 Praškaste materije PM = 3,7 mg/Nm ³ ; 0,176 kg/h	Srednja dnevna vrednost 1 – 20 mg/m ³ Poglavlje 5.1.3.3 (1)	U skladu sa BAT (1)
1.4	Emisija prašine iz peći	Emisija prašine iz procesa pečenja Praškaste materije PM iz pogona PRO 12-EKO; 9,03mg/Nm ³ ; 3,7 mg/Nm ³ ; Praškaste materije PM iz pogona PRO 10; 4,3mg/Nm ³ ;1,83 mg/Nm ³ ;	Srednja dnevna vrednost 1 – 20 mg/m ³ Poglavlje 4.1.4 ; 5.1.3.4	U skladu sa BAT (1)
1.5	Emisija gasnih jedinjenja No _x i NO ₂ iz peći	Emisije NO_x iz tunelskih peći Pogon PRO 12-EKO; prvo merenje; 19,4-27,9-38,3mg/Nm ³ drugo merenje; 29,0-42,2-41,1mg/Nm ³ Pogon PRO 10; prvo merenje; 44,6-51,6-56,1mg/Nm ³ drugo merenje; 22,3-29,0-31,1mg/Nm ³	<250 mg/m ³ (T<1300°C) srednja dnevna vrednost Poglavlje 5.1.4.1b; 4.3.1.; 4.3.3	U skladu sa BAT (1)
1.6	Emisija isparljivih organskih jedinjenja iz peći	Emisija Benzen Pogon PRO 12-EKO; prvo merenje; <0,45 -<0,49 -<0,53 mg/Nm ³ drugo merenje; <0,45 -<0,49 -<0,53 mg/Nm ³ Pogon PRO 10; prvo merenje; <0,32 -<0,35 -<0,36 mg/Nm ³ drugo merenje; <0,38 -<0,43 -<0,40 mg/Nm ³	Poglavlje 4.3.5.1 5.2.1.2 5-20 mg/m ³	U skladu sa BAT (1)
1.7	Emisija ostalih neorganskih jedinjenja iz peći	Emisija SO_x Pogon PRO 12-EKO; prvo merenje; <0,59 -<0,63 -<0,69 mg/Nm ³ drugo merenje; <0,67- <0,75-<0,62 mg/Nm ³ Pogon PRO 10; prvo merenje; 3,9 - 3,9 - 5,7 mg/Nm ³ drugo merenje; <0,50 -<0,56 -<0,53 mg/Nm ³	HF: 1 – 10 mg/m ³ HCl: 1 – 30mg/m ³ SO ₂ : < 500 mg/m ³ Poglavlje 4.3.1 i 5.1.4	U skladu sa BAT (1)

		Emisija HF Pogon PRO 12-EKO; prvo merenje; 0,81 - 1,18 - 1,15 mg/Nm ³ drugo merenje; 1,38 - 1,87 - 1,21 mg/Nm ³ Pogon PRO 10; prvo merenje; 0,83 - 0,51 - 0,42 mg/Nm ³ drugo merenje; 0,59 - 0,81 - 0,95 mg/Nm ³ Emisija HCl Pogon PRO 12-EKO; prvo merenje; 10,1 - 8,4 - 14,6 mg/Nm ³ drugo merenje; 14,6 - 10,3 - 15,3 mg/Nm ³ Pogon PRO 10; prvo merenje; 3,9 - 4,7 - 5,1 mg/Nm ³ ; drugo merenje; 7,7 - 7,1 - 4,4 mg/Nm ³		
1.8	Emisija organskih materija kao ukupan C	Emisija: Organskih materija izraženih kao ukupan C Pogon PRO 12-EKO; prvo merenje; 10,1 - 14,4 - 22,6 mg/Nm ³ drugo merenje; 7,5 - 14,8 - 10,0 mg/Nm ³ Pogon PRO 10; prvo merenje; 9,9 - 11,7 - 8,5 mg/Nm ³ drugo merenje; 8,2 - 13,0 - 14,0 mg/Nm ³	20 mg/m ³ BREF CER 5.2.1.2	U skladu sa BAT (1)
1.9	Temperatura i količina izlaznih gasova iz tunelske peći	Temperatura gasova u dimovodnom kanalu merena na izlazu iz peći	Q = 30 000 m ³ /h T = 75 °C Poglavlje 2.3.1.5 Tabela 2.2	U skladu sa BAT (1)

POTROŠNJA SIROVINA I BILANS MATERIJALA

Kao uporedni dokumenti u analizi su korišćeni dokumenti:

- Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry
- Uporedne vrednosti sa BAT (najbolje raspoložive tehnike u proizvodnji)

Maseni tok procesa dat je na sledećoj strani.

Maseni tok procesa

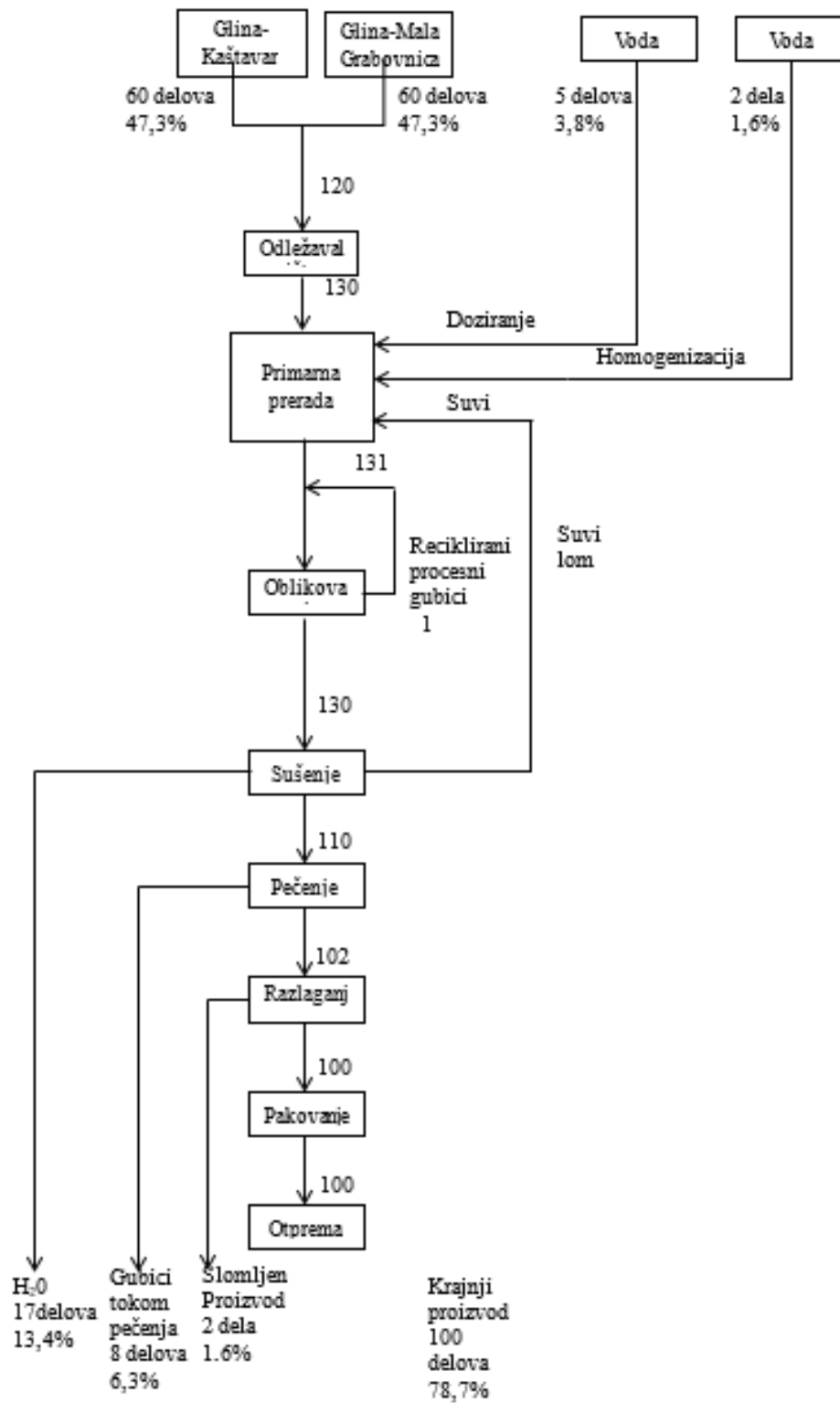


Tabela 9 Potrošnja sirovina i bilans materijala

Tehničko tehnološka rešenja		Postignute vrednosti	BAT	Objašnjenje razlike između BAT i postignutih vrednosti Predlog mera i vremenski okvir usaglašavanja sa BAT
1.1	Proces i oprema	Proces i oprema koji se primenjuje u preduzeću proizvodnje crepa IGM Mladost doo klasični su za ovu vrstu proizvodnje i u skladu su sa opisom (1) BAT (skladištenje sirovine, polumokri postupak prerade i oblikovanja crepa, sušara, tunelska peć). U fabrici grube keramike se osim osnovne sirovine ne dodaje bilo koja druga materija osim u proizvodnji engobiranog crepa , površinska obrada, nanošenje glazura..		
1.2	Potrošnja sirovina bilans materijala			
1.2	Suvi lom	2023 godine količina loma iznosila je 1.9% u odnosu na količinu proizvedenog crepa. Suvi lom se pre pečenja vraća u proces	Slika 3.4 (1) BAT Proizvedeno 100 jedinica Lom: 2 jedinice	U skladu sa BAT
1.2.2	Pečeni lom, prašina	Prašina iz otprašivanja dela procesa za pripremu gline vraća se u proizvodnju. Lom koji nastaje posle pečenja se većim delom prodaje ili koristi za tamponiranje pristupnih puteva na gliništu. Procesi sušenja i pečenja pod klontrolom industrijskog računara.Poboljšana je regulacija procesa pečenja	Smanjenje gubitaka (škarta) u proizvodnji. Poglavlje 5.1.7 ; 4.5.2 ; 4.5.2.2	U skladu sa BAT (1)
1.3	Potrošnja vode			
1.3.1	Smanjenje količine otpadne procesne vode (emisija i potrošnja vode)	Postrojenje stvara procesne otpadne vode u pogonu PRO 10 koje se sistemom cevovoda odvode u centralni taložnik pre uliva u gradsku kanalizaciju. Ostale vode koje se pojavljuju su sanitarne vode (6 497m ³) koja je sistemom cevovoda vezana za gradsku kanalizaciju i atmosferske padavine (oko 57.776m ³)	Poglavlje 4.4.5; 5.1.5 i 4.4.5.1 optimizacija procesa Sistem prečišćavanja atmosferske vode izvodi se gravitacionim sistemom (taloženjem) u otvorenim kanalima izvedenim oko objekata	

Tabela 10 Emisija Buke

1.1	Buka	Prilikom merenja buke u radnoj okolini utvrđeno je prekoračenje nivoa najviše dnevne izloženosti buci radnika od 85 dB(A) Primenjene mere: proizvodne aktivnosti se obavljaju pri zatvorenim prozorima i vratima, Bučne aktivnosti se obavljaju samo po danu,	Mere smanjenja buke u životnoj sredini: Poglavlje 4.6 i 5.1.8	U skladu sa BAT (1) Merenje buke van lokacije preduzeća nije mereno jer nije bilo pritužbi javnosti
-----	------	--	---	---

Emisije u vode

Tokom rada postrojenja za proizvodnju grube keramike nastaju otpadne procesne vode u Pogonu PRO 10 u količini 668 m³. Na lokaciji, vezano za rad postrojenja, nastaju samo sanitarne i atmosferske vode koje se upuštaju u gradsku kanalizaciju grada Leskovca. Preduzeće poseduje Vodnu dozvolu i vrši merenja sastava ispuštene vode. Rezultati kontrole su dati u tabeli 11.

Tabela 11 Analiza otpadne vode

	Ispitivani parametri	Jedinica mere	Izmerena vrednost (prvo merenje)	Izmerena vrednost (drugo merenje)	Izmerena vrednost (treće merenje)	Izmerena vrednost (četvrto merenje)	GVE
1.	pH vrednost		7,52	7,71	7,69	7,31	
2.	Temperatura vode	oC	7,7	18,0	19	9,2	40
3.	Temperatura vazduha	oC	19	14,0	27	12,0	/
4.	Barometarski pritisak	mbar	998,2	1003,1	1012	1015	/
5.	Prisustvo i vrste mirisa	/	nije prisutan	nije prisutan	nije prisutan	nije prisutan	/
6.	Vidljive materije	/	nisu prisutne	nisu prisutne	nisu prisutne	nisu prisutne	/
7.	Boja	/	bezbojna	bezbojna	smeđa	bledo žuta	/
8.	Elektroprovodljivost	μS/cm	355	310	304	230	/
9.	Rasvoreni kiseonik	mgO ₂ /l	3,02	3,08	3,50	3,47	/
10.	Ostatak posle isparavanja na 105 °C	mg/l	340,0	158,0	912,0	342	
11.	Suspendovane materije na 105 °C	mg/l	26,0	12,0	30,0	12,0	400
12.	Talozne materije po IMHOFF-u	ml/l/2h	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	10
13.	Žareni ostatak*	mg/l	312,0	144,0	880,0	322,0	
14.	Gubitak žarenjem	mg/l	28,0	14,0	32,0	20,0	
15.	Amonijak (NH ₄ -N)	mg/l	0,48	4,30	3,85	0,76	10
16.	Amonijak (NH ₄ -N)**	mg/l					
17.	Nitrati	mg/l	0,88	1,56	2,97	0,54	20
18.	Nitrati **	mg/l					20

19.	Nitriti	mg/l	0,03	0,02	0,02	0,02	1
20.	Sulfati	mg/l	14,77	23,29	21,52	14,35	400
21.	Hloridi	mg/l	<5,0	7,41	<5,0	<5,0	500
22.	Hemijska potrošnja O ₂	mg/l	>50,0	82,50	119,54	124,74	550
23.	Biohemijska potrošnja O ₂	mg/l	7,84	9,18	10,83	11,28	300
24.	Ukupni fosfor	mg/l	0,03	0,07	0,19	>1,2	5
25.	Ukupni fosfor **	mg/l				4,35	
26.	Gvožđe (ukupno)	mg/l	0,52	0,77	1,55	0,63	5
27.	Cink	mg/l	0,025	<0,005	0,10	0,02	2
28.	Hrom	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1
29.	Bakar	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	1
30.	Olovo	µg/l	<100	<100	<100	<100	1,2
31.	Olovo**	µg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	
32.	Nikl	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,34
33.	Nikl***	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,034
34.	Kadmijum	µg/l	<5	<5	<5	<5	0,15
35.	Kadmijum***	µg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	
36.	Masti i ulja		<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	10

Ocena usaglašenosti uzoraka otpadnih voda izvršena je prema zahtevima propisanim Pravilnikom o sanitarno tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda u javnu kanalizaciju (Sl. gl. opštine Leskovac br. 14/92,10/93, 29/17) bez uzimanja u obzir merne nesigurnosti u skladu sa pravilom odlučivanja definisanim Pravilom laboratorije – Pravilo 1.

Rezultati ispitivanja uzoraka zbirne otpadne vode pokazuju da u koncentracije ispitivanih parametara USAGLAŠENE sa maksimalno dozvoljenim koncentracijama propisanim Pravilnikom o sanitarno tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda u javnu kanalizaciju (Sl. gl. opštine Leskovac br. 14/92,10/93, 29/17).

Zaključak

U cilju usaglašavanja sa BAT zahtevima u smislu smanjenja potrošnje električne energije privredno društvo je:

- Instaliralo kondenzatorske baterije u TS u cilju kompenzacije reaktivne snage;
- Svelo na minimum rad u praznom hodu ili uz slabo opterećenje motora;
- Prilikom zamene motora, ugrađuju se energetske efikasniji motori;
- Uvođenjem kriterijuma blizine TS u postupku pozicioniranja velikih potrošača električne energije, privredno društvo je trafice prebacio u pogone PRO12 (EKO) i PRO10
- Izvršilo zamenu klasičnog osvetljenja sa LED reflektorima u svim proizvodnim i administrativnim objektima.

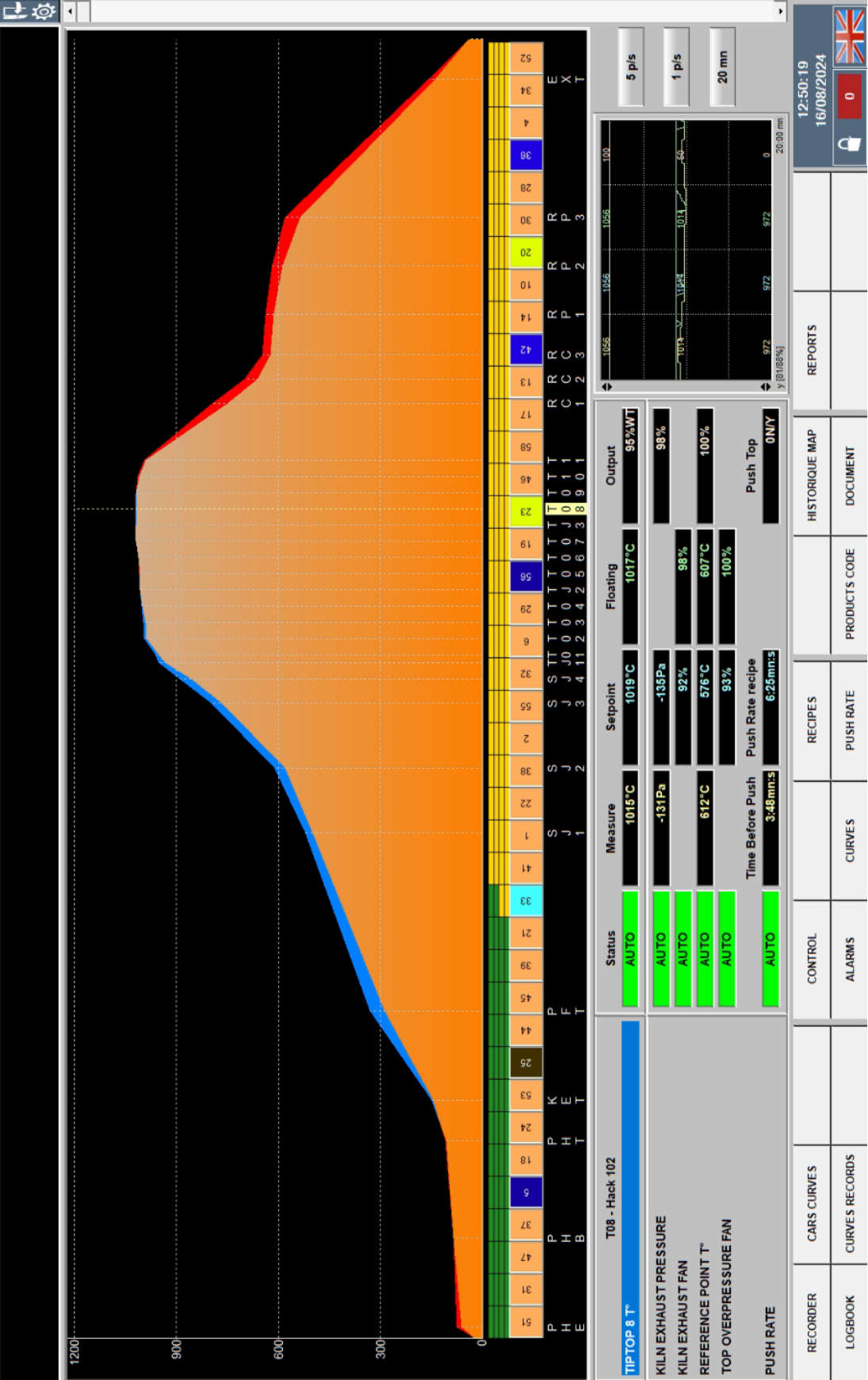
Osim toga, u cilju povećavanja energetske efikasnosti celokupnog postrojenja privredno društvo je industrijskim računarima optimizovao proces pečenja na tunelskim pećima do najkvalitetnijeg proizvoda.

Privredno društvo IGM "Mladost" Leskovac u cilju povećavanja energetske efikasnosti i smanjenja uticaja na životnu sredinu uveo na lokaciji preduzeća dve solarne elektrane od obnovljivih izvora energije snage 2MW.

Kao odgovorna kompanija koja vodi računa o potrošnji energije je u skladu sa politikom države o proizvodnji energije od obnovljivih izvora je formiralo novo privredno društvo "Mladost Solar" koje investira u solarne elektrane snage 30 MW.

Prilog:

- Kriva pečenja u tunelskoj peći linije PRO10
- Kriva pečenja u tunelskoj peći linije PRO12 (EKO)



Kriva pečenja tunnelske peći PRO 10



Kriva pečenja tunelske peći PRO 12-EKO