

UNIVERZITET EDUKONS U SREMSKOJ KAMENICI
FAKULTET ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

**RAZVOJ INOVATIVNE METODOLOGIJE UTVRĐIVANJA
KRITERIJUMA ZA EKOLOŠKO OZNAČAVANJE GRAĐEVINSKIH
PROIZVODA NA BAZI PEČENE GLINE U REPUBLICI SRBIJI**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ime i prezime mentora:

Prof. dr Dunja Prokić
Prof. dr Nataša Stojić

Ime i prezime kandidata:

mr Suzana Knežević, dipl. inž.

Sremska Kamenica, 2023. godine

Zahvalnica

Zahvaljujem se prof. dr Dunji Prokić na svesrdnoj i nesebičnoj podršci koju mi je pružala tokom mentorstva, kao i na stručnim savetima i izuzetnoj saradnji prilikom izrade doktorske disertacije.

Predsednici komisije prof. dr Miri Pucarević, kao i članicama komisije prof. dr Nataši Stojić, dr Milici Vasić i doc. dr Ljiljani Ćurčić se zahvaljujem na pruženoj podršci.

Zahvaljujem se mojoj porodici na bezuslovnoj ljubavi, podršci i razumevanju.

Autor

Univerzitet Edukons

Fakultet zaštite životne sredine

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani material
Vrsta rada (dipl, mag, dr): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	mr Suzana Knežević, dipl. ing. mašinstva
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	dr Dunja Prokić, vanredni profesor dr Nataša Stojić, vanredni profesor
Naslov rada: NR	Razvoj inovativne metodologije utvrđivanja kriterijuma za ekološko označavanje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji
Jezik publikacije: JP	Srpski
Jezik izvoda/Apstrakta: JI	srpski/engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Srbija
Godina: GO	2023.
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Univerzitet Edukons, Vojvode Putnika 87, Sremska Kamenica
Fizički opis rada: FO	8 poglavlja, 251 stranica, 22 dijagrama, 8 slika, 60 tabela, 159 referenci, 25 web literaturnih navoda, 3 priloga
Naučna oblast: NO	Zaštita životne sredine

Naučna disciplina: ND	Zaštita životne sredine
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Metodologija, kriterijumi, građevinski proizvodi, pečena glina, indikatori, ekološko označavanje
UDK:	
Čuva se u: ČU	Biblioteka Univerziteta Edukons, Sremska Kamenica
Važne napomene: VN	Nema
Izvod/Apstrakt: IZ	<p>U Republici Srbiji do sada nije kreiran uniformni model ekološkog označavanja za građevinske proizvode na bazi pečene gline. Vodeći proizvođači jedine podatke o svojim proizvodima daju u katalogima, ističući da su napravljeni od ekoloških sirovina i da su energetske efikasni. Podaci o proizvodnom procesu, emisijama zagađujućih materija i predviđenim merama zaštite životne sredine najčešće nisu dostupni. Polazeći od činjenice da proizvodnja ovih proizvoda značajno utiče na životnu sredinu, nametnula se potreba za razvojem inovativne metodologije utvrđivanja kriterijuma za ekološko označavanje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji. U tu svrhu kreiran je set od 24 indikatora. Izdvojeni indikatori su opisnog karaktera i da bi se mogli procenjivati, bilo je neophodno da im se dodeli vrednost. Na osnovu raspoložive stručne i naučne literature, izvršeno je određivanje prioriteta indikatora metodom prioritizacije koja se zasniva na proceni uticaja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na kvalitet životne sredine i na zdravlje ljudi. Metoda je kombinovana sa procenom prioriteta održivosti 3BL pristupa. U fokusu sprovedenog istraživanja bila su tri najčešće korišćena proizvoda – fasadna opeka, standardni blok i energetske blok. Kriterijumi za sticanje prava proizvođača građevinskih proizvoda na ekološko označavanje njihovih proizvoda, definisani su poređenjem individualne ukupne zbirne vrednosti indikatora pojedinačnog proizvođača u odnosu na referentnu zbirnu vrednost. Pravo na ekološku oznaku prema tako</p>

	<p>definisanim kriterijumima imali bi proizvođači čija je ukupna zbirna vrednost indikatora veća od 80% od usvojene referentne zbirne vrednosti. Ukoliko je ta vrednost između 70% i 80%, proizvođač uz izvesne korekcije može steći pravo na ekološku oznaku. Za vrednosti koje su niže od 70%, proizvođač ne može steći ekološku oznaku. Verifikacija razvijene metodologije izvršena je na vodećim proizvođačima građevinskih proizvoda na bazi pečene gline iz tri regije – Zapadna Srbija, Južno Pomoravlje i Severna Srbija. Rezultati verifikacije pokazuju da vodeći proizvođač iz regije Severna Srbija ima pravo na ekološko označavanje. Za proizvođače koji nakon sprovedenog postupka verifikacije ne zadovoljavaju kriterijume za dobijanje ekološke oznake koja se temelji na indikatorskom pristupu, kao što je slučaj za proizvođače regija Zapadna Srbija i Južno Pomoravlje, ne može se tvrditi da njihovi proizvodi to ne zaslužuju. Iako je istraživanje sprovedeno na tri najčešće korišćena proizvoda – fasadna opeka, standardan blok i energetski blok, pristup bi se mogao primeniti i na ostale proizvode iz ove grupe, uz poštovanje njihovih specifičnih karakteristika. Nadogradnjom razvijenog seta od 24 prioriteta indikatora stvorila bi se mogućnost jednake primene razvijenog metodologiji na sve građevinske proizvode na bazi pečene gline, za sve proizvođače u ovoj oblasti u Republici Srbiji, ali i u inostranstvu.</p>
Datum prihvatanja teme od strane NN veća: DP	NZ 42/22 od 13.09.2022. godine
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije (ime i prezime, titula, zvanje, naziv institucije, status): KO	<p>Predsednik: dr Mira Pucarević, redovni profesor, Fakultet zaštite životne sredine, Univerzitet Edukons u Sremskoj Kamenici, Član: dr Milica Vasić, viši naučni saradnik, IMS Institut, Beograd Član: dr Ljiljana Ćurčić, docent, Fakultet zaštite životne sredine, Univerzitet Edukons u Sremskoj Kamenici</p>

	Član: dr Dunja Prokić, vanredni profesor, Fakultet zaštite životne sredine, Univerzitet Edukons u Sremskoj Kamenici – prvi mentor, Član: dr Nataša Stojić, vanredni profesor, Fakultet zaštite životne sredine, Univerzitet Edukons u Sremskoj Kamenici – drugi mentor,
--	--

Educons Univeristy**Faculty of environmental protection****KEY DOCUMENT INFORMATION**

Number *consecutive: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code (BA/BSc, MA/MSc, PhD): CC	PhD
Author: AU	mr Suzana Knežević, dipl.ing.
Mentor (title, name, post): MN	PhD Dunja Prokić, Associate Professor PhD Nataša Stojić, Associate Professor
Document title: TI	The Development of Innovative Methodology for Determining Criteria for Eco-Labeling of Baked Clay Construction Products in the Republic of Serbia
Language of main text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	English/ Serbian
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Serbia
Year of publication: PY	2023.
Publisher: PU	Author's reprint
Place of publication: PP	Sremska Kamenica, Vojvode Putnika 87 EDUCONS University
Physical description: PD	8 chapters, 251 pages, 22 diagrams, 8 figures, 60 tables, 159 references, 25 web references, 3 appendix

Scientific field: SF	Environmental Science
Scientific discipline: SD	Environmental Science
Subject, Key words SKW	Methodology, criteria, construction products, baked clay, indicators, eco-labelling
UC (universal class. code)	
Holding data: HD	In the Library of the Educons University, Sremska Kamenica
Note: N	No notes
Abstract: AB	<p>A uniform model of eco-labelling for construction products based on baked clay has not been created in the Republic of Serbia so far. Leading manufacturers only provide information about their products which is already available in their catalogues, emphasizing that they are made from ecological raw materials and that they are energy-efficient. Data on the production process, emissions of polluting substances and anticipated environmental protection measures are typically not available. Since the production of these products has a significant impact on the environment, it was necessary to develop an innovative methodology for determining the criteria for the eco-labeling of baked clay construction products in the Republic of Serbia. For this purpose, a set of 24 indicators was created. The selected indicators are descriptive and in order to make their evaluation possible, it was necessary to assign them a value. Relying on the available professional and scientific literature, the indicators were prioritized using the prioritization method, which is based on the assessment of the impact baked clay construction products have on the quality of the environment and on human health.</p> <p>The method is combined with an assessment of the sustainability priorities of the 3BL approach. The conducted research centers on the three most commonly used products – façade brick, standard block and energy block. The criteria that provides construction product manufacturers with the right to eco-label their products are defined by comparing the</p>

	<p>individual total aggregate value of individual indicators.</p> <p>The right to an ecological label according to the criteria defined in this way would be given to manufacturers whose total aggregate value of indicators is greater than 80% of the adopted reference aggregate value. If this value is between 70% and 80%, the manufacturer can acquire the right to the eco-labelling provided they introduce certain corrections. For values below 70%, the manufacturer cannot obtain the ecological label. The verification of the developed methodology was carried out with leading manufacturers of baked clay construction products from three regions (Western Serbia, Southern Pomoravlje and Northern Serbia) in mind. The results of the verification show that the leading manufacturer from the Northern Serbia region has the right to eco-labeling. For manufacturers who, after the verification procedure, do not meet the criteria for obtaining an ecological label based on the indicator approach, as is the case for producers in the Western Serbia and South Pomeranian regions, it cannot be argued that their products do not deserve one. Although the research was conducted for the three most commonly used products – façade brick, standard block and energy block, the approach could be applied to other products from this group, while respecting their specific characteristics. The upgrade of the developed set of 24 priority indicators would create the possibility of equal application of the developed methodology to all construction products based on baked clay, for all manufacturers located in the Republic of Serbia, as well as abroad.</p>
Accepted by Sc. Board on: AS	NZ 42 of 13/09/2022
Defended/Viva voce Ph D exam.on: DE	
PhD Examination Panel: DB	<p>Chair person: Mira Pucarević, PhD, full professor, Faculty of Environmental Protection, University Educons, Sremska Kamenica</p> <p>Member: Milica Vasić, PhD, Senior Research Associate, IMS Institute, Beograd</p>

	<p>Member: Ljiljana Ćurčić, PhD, Assistant Professor, Faculty of Environmental Protection, University Educons, Sremska Kamenica</p> <p>Member: Dunja Prokić, PhD, Associate Professor, Faculty of Environmental Protection, University Educons, Sremska Kamenica</p> <p>Member: Nataša Stojić, Associate Professor, Faculty of Environmental Protection, University Educons, Sremska Kamenica</p>
--	---

SPISAK TABELA

Tabela 1. Najveći izvoznici opeka na svetu	31
Tabela 2. Pregled mogućih izvora emisije i puteva emisija u keramičkoj industriji	45
Tabela 3. Rasponi emisija u sirovim dimnim gasovima iz procesa pečenja opeke i crepa	48
Tabela 4. Pregeled procesa eko-označavanja u skladu sa EU regulativom	59
Tabela 5. Standardi za oblast označavanja o zaštiti životne sredine	63
Tabela 6. Ekobodovi (BREEAM)	71
Tabela 7. Odnos potrošnje energije i uticaja na životnu sredinu različitih vrsta građevinskih materijala	72
Tabela 8. Veza između LCA i različitih tipova eko-oznaka	81
Tabela 9. Osnovni indikatori uticaja na životnu sredinu	93
Tabela 10. Dodatni indikatori uticaja na životnu sredinu	94
Tabela 11. Parametri koji opisuju korišćene resurse	95
Tabela 12. Ostali podaci značajni za životnu sredinu koji opisuju kategoriju otpada	95
Tabela 13. Preporučene transportne udaljenosti za pojedine nacionalne sistem	Error! Bookmark not defined.e
	100
Tabela 14. Udaljenost do konačnog odredišta za kategoriju inertnog otpada za EPD informativni modul	102
Tabela 15. Evropski scenario za proizvode od gline	102
Tabela 16. EOL na primeru proizvoda od gline u Danskoj	103
Tabela 17. EOL na primeru proizvoda od gline u Holandiji	Error! Bookmark not defined.
	103
Tabela 18. EOL na primeru proizvoda od gline u Nemačkoj	103
Error! Bookmark not defined.	
Tabela 19. EOL na primeru proizvoda od gline u Francuskoj	103
Error! Bookmark not defined.	
Tabela 20. Životni vek prilagođen invaliditetu (DALY) na osnovu izduvnih gasova	118
Tabela 21. Emergijski proračun za proizvodnju glinenih opeka	119
Tabela 22. Indeksi emergijske održivosti za glinene opeke	121
Tabela 23. Jedinična emergijska vrednost proizvodnje glinene opeke	122
Error! Bookmark not defined.	

Tabela 24. Zahtevi prilikom ekstrakcije	126
Tabela 25. Zahtevi energetskih potreba za fazu pečenja	128
Tabela 26. Potrošnja vode	128
Tabela 27. Glinene pločice - emisije u vazduh	129
Tabela 28. Emisije graničnih vrednosti u vodu	130
Tabela 29. Indikatori održivosti	143
Tabela 30. Ključni indikatori učinka prema CBA	148
Tabela 31. Vrednovanje indikatora	153
Tabela 32. Tehnološke karakteristike proizvodnog procesa građevinskih proizvoda na bazi pečene gline	155
Tabela 33. Tehničke karakteristike građevinskog proizvoda – opeka, blok	157
Tabela 34. Potrošnja gline	158
Tabela 35. Potrošnja sveže vode	159
Tabela 36. Potrošnja energije	160
Tabela 37. Emisije zagađujućih materija u vazduh	162
Tabela 38. Emisije u vodu	163
Tabela 39. Emisije buke	165
Tabela 40. Zagađenje vazduha	167
Tabela 41. Zagađenje voda	168
Tabela 42. Uticaj na zemljište	171
Tabela 43. Procesni otpad	171
Tabela 44. Prašina iz uređaja za čišćenje otpadnih gasova	172
Tabela 45. Količina otpadne vode	173
Tabela 46. Mulj iz postrojenja za prečišćavanje voda	174
Tabela 47. Ambalažni otpad	175
Tabela 48. Indeks industrijske proizvodnje u opštini	176
Tabela 49. Emisija gasova staklene baste	177
Tabela 50. Osnovni indikatori energije glinene opeke	179
Tabela 51. Ostali emergijski indikatori u proizvodnji glinene opeke	180
Tabela 52. Potencijalna učestalost bolesti usled emisije iz peći za pečenje opeke	181
Tabela 53. Zakonodavstvo	183

Tabela 54. Proizvodnja električne energije pomoću solarnih elektrana	185
Tabela 55. Prelazak na BAT	186
Tabela 56. Procena indikatora pojedinačnih proizvođača	190
Tabela 57. Primenljivost prioriternih indikatora za vodećeg proizvođača regije Zapadna Srbija	197
Tabela 58. Primenljivost prioriternih indikatora za vodećeg proizvođača regije Južno Pomoravlje	203
Tabela 59. Primenljivost prioriternih indikatora za vodećeg proizvođača regije Severna Srbija	210
Tabela 60. Raspored prioriternih indikatora po kategorijama primenljivosti kod posmatranih proizvođača	214

SPISAK DIJAGRAMA

Dijagram 1. Proizvodnja opeka i crepa u EU-27 (u 2012)	30
Dijagram 2. Vrednost proizvodnje opeke i crepa u EU (izraženi podaci u milijardama evra)	30
Dijagram 3. Ugrađeni građevinski materijali u Srbiji od 2018 do 2021. godine u hiljadama komada	34
Dijagram 4. Šema tehnološkog postupka dobijanja građevinske opeke	37
Dijagram 5. Faze studije ocenjivanja životnog ciklusa	76
Dijagram 6. Ključni uticaji na životnu sredinu tokom LCA građevinskih proizvoda	78
Dijagram 7. Životni ciklus materijala ili proizvoda sa uobičajenim fazama.....	79
Dijagram 8. Životni ciklus građevinskih proizvoda	87
Dijagram 9. Postupak stvaranja EPD	88
Dijagram 10. Modularni pristup EPD za keramičke građevinske proizvode prema EN 15804	92
Dijagram 11. Granice sistema i ulazni i izlazni tok za LCA keramičkih građevinskih proizvoda od gline – “od klevke do groba”	98
Dijagram 12. Vizuelni prikaz procesa recikliranja srušenog zida koji se drobi i koristi kao sekundarna sirovina u proizvodnji zidarskih jedinica.....	107
Dijagram 13. Srušene glinene opeke koje se recikliraju i koriste kao sirovina u radovima na putu	109
Dijagram 14. Ponovno korišćeni crepovi nakon faze dekonstrukcije	111
Dijagram 15. Proces proizvodnje glinenih opeka u Kini	115
Dijagram 16. Emergijski dijagram proizvodnje glinenih opeka	116
Dijagram 17. DPSIR indikatori stanja životne sredine	139
Dijagram 18. Integrisana procena uticaja na životnu sredinu prema NERI	141

Dijagram 19. Sistemski pristup procesu proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline.....	151
Dijagram 20. Vrednosti indikatora za procenu kriterijuma za ekološko označavanje	189
Dijagram 21. Postupak dodeljivanja eko-oznake	190
Dijagram 22. Vrednosti indikatora analiziranih proizvođača	213

SPISAK SLIKA

Slika 1. Standardna puna opeka	38
Slika 2. Fasadna puna opeka	38
Slika 3. Šuplji blokovi i opeke za zidanje: (a) - sa vertikalnim šupljinama, (b) - sa horizontalnim šupljinama)	39
Slika 4. Glatka fasadna opeka	39
Slika 5. Eko-znak Republike Srbije	60
Slika 6. Prva strana energetskeg pasoša	74
Slika 7. Nordijski labud	82
Slika 8. Primeri primene građevinskog otpada od zidanih građevina i otpada od rušenja u nevezanim sistemima	109

SADRŽAJ

1. UVOD.....	21
1.1. Opis problema istraživanja	21
1.2. Predmet i cilj istraživanja.....	24
1.3. Postavljanje hipoteze	25
1.4. Značaj i aktuelnost	26
2. INDUSTRIJA GRAĐEVINSKIH PROIZVODA NA BAZI PEČENE GLINE.....	27
2.1. Stanje u industriji građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Evropi i svetu	28
2.2. Stanje u industriji građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji	33
2.3. Proces proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline.....	35
2.4. Podela građevinskih proizvoda na bazi pečene gline	37
2.4.1. Puna opeka	37
2.4.2. Fasadna puna opeka	38
2.4.3. Šuplje opeke i blokovi	38
2.4.4. Fasadne šuplje opeke i blokovi	39
2.5. Uticaj industrije građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu	40
2.5.1. Emisije u vazduh.....	42
2.5.2. Emisije u vodu	44
2.5.3. Procesni gubici/otpad.....	46

2.5.4. Emisija buke.....	47
2.5.5. Potrošnja	47
2.6. Uticaj emisija iz proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na ljudsko zdravlje.....	50
2.7. Tehnike za smanjenje štetnog uticaja proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu	51
2.8. Zakonska regulativa za građevinske proizvode na bazi pečene gline u Republici Srbiji ..	54
3. MATERIJALI I METODE.....	58
3.1. Osnovni pojmovi o označavanju u vezi sa zaštitom životne sredine.....	58
3.1.1. Tipovi eko-oznaka	58
3.2. Ekološko označavanje građevinskih proizvoda	67
3.3. Energetski pasoš.....	72
3.4. Metode eko-označavanja za građevinske proizvode.....	74
3.4.1. Analiza životnog ciklusa (<i>Lyfe Cycle Assessment – LCA</i>).....	76
3.4.2. Metoda Eco-labelling.....	82
3.4.3. Metoda ekološke preferencije (<i>The Environmental Preference Method – EPM</i>).....	83
3.4.4. Folksamov vodič za životnu sredinu (<i>The Folksam Environmental Guide</i>).....	84
3.4.5. Ekološka deklaracija za građevinske proizvode (<i>Environmental Declarationsheets for Building Products</i>)	84
3.4.6. Prirodni korak (<i>The Natural Step</i>)	85
3.5. Modeli eko-označavanja za keramičke građevinske proizvode na bazi pečene gline	86
3.6. Model I – Deklaracija građevinskih proizvoda o zaštiti životne sredine tip III (EPD)	88
3.6.1. Osnovna pravila za kategorizaciju proizvoda (PCR).....	89
3.6.2. Terminologija u razvoju EPD	89

3.6.3. Osnovni pristup za razvoj modela eko-znaka za keramičke građevinske proizvode.....	91
3.6.4. Definisane parametara uticaja na životnu sredinu	92
3.6.5. Prikupljanje podataka.....	95
3.6.6. Zadati scenariji.....	99
3.6.6.1. Modul A4 – transport keramičkih građevinskih proizvoda od gline od izlaza iz proizvodnje do gradilišta.....	99
3.6.6.2. Modul A5 – ugradnja keramičkih građevinskih proizvoda od gline u zgradu ..	101
3.6.6.3. Modul B – stepen upotrebe	101
3.6.6.4. Modul C1 – dekonstrukcija, faza rušenja	102
3.6.6.5. Modul C2 – transport do prerade otpada	102
3.6.6.6. Modul C3 - obrada otpada za ponovnu upotrebu, obradu i/ili recikliranje.....	102
3.6.6.7. Modul C4 – odlaganje	103
3.6.6.8. Modul D.....	103
3.6.7. Primena modela na građevinske proizvode od pečene gline u Republici Srbiji.....	111
3.7. Model II - Kineski model na bazi emergijske analize (EMA).....	112
3.7.1. Opšte karakteristike emergijskog modela za glinene opeke u Kini	113
3.7.2. Indikatori emergijske održivosti	114
3.7.3. Podaci za konkretan primer proizvodnje glinene opeke u Kini.....	115
3.7.4. Dijagram emergijskog toka procesa proizvodnje glinene opeke u Kini	116
3.7.5. Emergijaska analiza i proračun UEV	116
3.7.5.1. Materije koje zagađuju vazduh i sa njim povezane emisije.....	117
3.7.5.2. Proračun ekonomskih gubitaka.....	117
3.7.5.3. Proračun ekoloških usluga	118
3.7.6. Formiranje emergijske tabele.....	119

3.7.7. Indikatori zasnovani na emergiji.....	121
3.8. Model III - Eko-oznake za tvrde obloge u Republici Srbiji.....	123
3.8.1. Kriterijumi za dobijanje eko-oznake za glinene crepove.....	125
3.8.1.1. Kriterijum 1 – Ekstrakcija sirovina.....	125
3.8.1.2. Kriterijum 2 – Izbor sirovina (za sve proizvode od tvrdih obloga)	126
3.8.1.3. Kriterijum 4 – Proizvodni proces (samo za prerađene proizvode)	128
3.8.1.4. Kriterijum 5 – Upravljanje otpadom.....	130
3.8.1.5. Kriterijum 7 – Ambalaža	131
3.8.1.6. Kriterijum 8 – Pogodnost za upotrebu.....	132
3.8.1.7. Kriterijum 9 – Informacije za potrošače	132
3.8.1.8. Kriterijum 10 – Podaci koji se nalaze na ekološkom znaku.....	133
4. METODOLOGIJA RAZVOJA KRITERIJUMA ZA EKOLOŠKO OZNAČAVANJE GRAĐEVINSKIH PROIZVODA NA BAZI PEČENE GLINE	134
4.1. Opis indikatorskog pristupa	135
4.2. Kriterijumi za izbor indikatora životne sredine.....	138
4.2.1. DPSIR pristup	138
4.2.2. 3BL pristup	142
4.3. Identifikacija indikatora koji povezuju proizvodnju građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životnu sredinu.....	150
4.3.1. Indikatori pokretačkih faktora “D” koji povezuju proizvodnju građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životnu sredinu	151
4.3.2. Indikatori pritisaka “P” koje proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline vrši na životnu sredinu	152
4.3.3. Indikatori stanja “S” proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i stanja životne sredine	152

4.3.4. Indikatori uticaja “I” proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu.....	152
4.3.5. Indikatori odgovora “R” proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na probleme u životnoj sredini	153
4.4. Određivanje prioriteta indikatora.....	153
4.5. Definisane kriterijuma za eko-označavanje.....	188
5. REZULTATI I DISKUSIJA.....	192
5.1. Verifikacija kriterijuma eko-označavanja za vodećeg proizvođača regije Zapadna Srbija	193
5.2. Verifikacija kriterijuma eko-označavanja za vodećeg proizvođača regije Južno Pomoravlje	198
5.3. Verifikacija kriterijuma eko-označavanja za odabrane proizvode vodećeg proizvođača regije Severna Srbija.....	204
5.4. Diskusija rezultata.....	211
5.5. Statistička analiza kvaliteta primenljivosti prioriternih indikatora	214
6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	216
7. LITERATURA	221
7.1. Internet izvori	238
8. PRILOZI I SKRAĆENICE.....	241
8.1. Spisak skraćenica.....	241
8.2. Prilozi.....	243

1. UVOD

Industrija građevinskih materijala jedan je od vodećih industrijskih sektora u kojem je poslednjih godina sproveden niz aktivnosti sa ciljem da se što više implementiraju principi održive proizvodnje. Uvedene su inovacije u proizvodnoj opremi (veća produktivnost), sve više se koristi energija iz obnovljivih izvora energije, različite vrste otpadnih materijala se kombinuju sa osnovnim sirovinama za dobijanje gotovih proizvoda. Značajna materijalna ulaganja vrše se za primenu mera kojima se ograničavaju emisije iz proizvodnih procesa, kako bi se smanjili negativni uticaji na životnu sredinu.

Građevinski materijali trebalo bi da se proizvode na održiv način, tako da njihov dizajn bude orijentisan ka životnoj sredini. Uticaj na životnu sredinu svakog građevinskog proizvoda zavisi od nagomilanih unutrašnjih i spoljašnjih opterećenja.

Proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline je kontinuiran proizvodni proces. Odlikuje se velikim obimom proizvodnje, visokostandardizovanim proizvodima, visokospecijalizovanom opremom za proizvodnju, visokim troškovima proizvodnje i zastoja. Takva proizvodnja je zahtevna po pitanju upravljanja proizvodnjom i procesima održavanja i optimizacije, jer se proizvod neprestano transformiše prolazeći kroz različite proizvodne procese. Između proizvodnih procesa proizvod ima relativno malu mogućnost nagomilavanja.

1.1. Opis problema istraživanja

Građevinski proizvodi na bazi pečene gline značajno utiču na životnu sredinu i taj uticaj ne može se zanemariti. Osnovna sirovina za njihovu proizvodnju je opekarska glina koja, iako je prirodni mineralni resurs, nije garancija da se ova grupa proizvoda može smatrati ekološkim (Knežević & Prokić, 2023).

Označavanje o zaštiti životne sredine ima za cilj da identifikuje i promoviše proizvode koji imaju manji uticaj na životnu sredinu u odnosu na druge slične proizvode. Predstavlja dobrovoljni metod sertifikacije i označavanja ekološkog uticaja koji se primenjuje širom sveta. Za njegovo

funkcionisanje neophodno je uspostaviti saradnju između industrije, potrošača i tela koje je zaduženo za ekološko označavanje (Gertz, 2005).

Upotreba ekoloških oznaka ima za cilj smanjenje negativnog uticaja proizvodnje i potrošnje ne samo na životnu sredinu, već i na zdravlje, klimu, potrošnju resursa i energije. Na taj način potrošači se podstiču na odgovornije ponašanje prema životnoj sredini (Radojević et al., 2018).

Prve šeme ekološkog označavanja razvijene su sedamdesetih godina XX veka, s ciljem da se sertifikuju proizvodi sa najboljim ekološkim karakteristikama (Gruère, 2013).

U procesu njihove primene javljale su se brojne poteškoće – lažno predstavljanje, pogrešno tumačenje i opstrukcija kao i falsikovanje i zloupotreba. Za prevazilaženje ovih problema razvijene su nove metode vrednovanja, novi kriterijumi za ocenjivanje kao i međunarodni standardi za regulisanje označavanja o zaštiti životne sredine (Privredna komora Srbije; <https://api.pks.rs/storage/assets/Eko%20ozna%C4%8Davanje.pdf>).

Kredibilitet ili uverljivost ekološke oznake značajno utiče na proces proizvodnje. Sve vrste ekoloških oznaka moraju biti verodostojne i jake. Kredibilne ekološke oznake signaliziraju superiornost proizvoda u poređenju sa neoznačenim proizvodima uz istovremeno garanciju održivog upravljanja proizvodnim lanacem (Riskos et al., 2021).

Potrošači pokazuju spremnost da kupuju od "zelenih" proizvođača, što se otkriva kroz povećanu spremnost da plate za proizvode na koje se gleda kao na "čiste", tj. ekološki prihvatljive. To podrazumeva primenu čistijih tehnologija proizvodnje, smanjenje emisija zagađujućih materija, kao i primenu reciklaže i korišćenje manje zagađujućih inputa. Iz perspektive kompanije koja zagađuje, može postojati jak podsticaj za ulaganje u ove tehnologije, ako javno mnjenje postane povoljnije prema kompaniji, ili ako kompanija može da koristi svoje ulaganje kao način diferenciranja svog proizvoda. Ulaganje u ekološki čiste tehnologije dalo je proizvođačima pravo da pridruže specifičnu "eko-oznaku" za njihov proizvod. Takve ekološke oznake su potencijalno važne strateške varijable za proizvođače, i služe za razlikovanje njihovih proizvoda od proizvođača koji ne investiraju u zelena ulaganja. Ovo sugerše da bi konkurencija kvaliteta životne sredine

mogla biti proučavana u okviru modela kvaliteta proizvoda (Amacher, Koskela & Ollikainen, 2004).

Građevinska industrija je odgovorna za 40–45% potrošnje primarne energije u Evropi. Zbog toga je neophodno pronaći nove materijale sa manjim uticajem na životnu sredinu i graditi održive zgrade (Lozano-Miralles et al., 2018).

Stručnjaci u građevinarstvu moraju da budu informisani o celokupnim životnim troškovima i uticaju zgrada na životnu sredinu kako bi mogli da podstaknu ključne zainteresovane strane da donesu održivije odluke. Klijenti koji naručuju gradnju zahtevaju garanciju za dugoročne ekonomske i ekološke performanse i troškove svojih zgrada. Problem za ekološke zgrade visokih performansi je to što ekološki atributi često nisu vidljivi i cenjeni a korisnici ih otkrivaju tek kada se zgrada useli i koristi (Bartlett & Nigel, 2000).

Vasiljević i Petrović (2020), ističu da se upotrebom ekoloških oznaka podstiče primena cirkularne ekonomije. To znači da primena eko-znaka ima za cilj smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu ali i druge benefite – produžetak životnog veka proizvoda primenom odgovarajućeg eko dizajna kao i jednostavniju popravku i servis. Posebna pažnja se poklanja smanjenju ili eliminisanju određenih opasnih materija koje ulaze u sastav proizvoda.

U industriji građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji jedina grupa proizvoda koji imaju eko-znak, u skladu sa Pravilnikom o bližim uslovima kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka elementima, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge ("Sl. glasnik RS", br. 49/2016), su glineni crepovi. Oni se ubrajaju u grupu proizvoda "tvrde obloge", prema Prilogu 14 prethodno pomenutog Pravilnika.

Budući da većina vodećih proizvođača u ovoj oblasti ističe "ekološko" poreklo i karakteristike svojih proizvoda, kao i njihov bezbedan uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi, nameće se ideja da bi mogli dobiti odgovarajući eko-znak. Može se smatrati da je jedan od prisutnih oblika označavanja o zaštiti životne sredine, a koji ima veze sa građevinskim proizvodima od gline, energetske pasoš za građevinske objekte. Međutim, nisu samo opekarski

proizvodi od gline deo stambenih konstrukcija, tako da je taj vid ekološke sertifikacije za ovu grupu proizvoda diskutabilan.

Kako bi ova grupa građevinskih proizvoda dobila eko-oznaku, potrebno je da se prvenstveno analizira veza između njihove proizvodnje i uticaja te proizvodnje na životnu sredinu. Ovakav pristup je u skladu sa razvojem ekološke svesti potencijalnih kupaca i korisnika, kako na domaćem, tako i na inostranom tržištu. Propagiranje upotrebe ekoloških proizvoda dovodi i do povećanja potražnje za takvim proizvodima, pa je očekivano da to bude i sa ovom grupom proizvoda.

Građevinski proizvodi na bazi pečene gline su brojni i upravo iz tog razloga je istraživanje sprovedeno u ovoj disertaciji bazirano na tri tipična proizvoda – fasadna opeka, standardni blok i energetska blok.

Imajući u vidu da postoje tri tipa označavanja o zaštiti životne sredine, pred proizvođače građevinskih proizvoda na bazi pečene gline postavlja se pitanje izbora tipa označavanja koji će biti optimalan i održiv za njihove proizvode.

1.2. Predmet i cilj istraživanja

U Republici Srbiji ne postoji model ekološkog označavanja za građevinske proizvode na bazi pečene gline. Vodeći proizvođači jedine podatke o svojim proizvodima daju u katalogima, ističući da su napravljeni od ekoloških sirovina i da su energetska efikasni. Podaci o proizvodnom procesu, emisijama zagađujućih materija i predviđenim merama zaštite životne sredine nisu dostupni.

Zakonskom regulativom u ovoj oblasti obuhvaćen je samo glineni crep. Prema dostupnim podacima u Srbiji jedan proizvođač crepa je u toku 2021.godine stekao pravo na eko-oznaku tipa EPD (Deklaracija građevinskih proizvoda o zaštiti životne sredine tip III – eng. *Environmental Product Declaration*), a u martu 2022. godine je i proizvođač “Zorka Opeka” Šabac dobio ovu ekološku oznaku za svoje građevinske proizvode na bazi pečene gline na period od pet godina.

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije je razvoj inovativne metodologije utvrđivanja kriterijuma za ekološko označavanje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji, sa mogućnošću uopštavanja označavanja i na druge grupe građevinskih proizvoda. Nedostatak relevantnih podataka vezanih za konkretne proizvođače građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji, nametnuo je potrebu da se veza između proizvodnog procesa i životne sredine definiše indikatorskim pristupom. Glavni cilj istraživanja je da se razvije inovativna metodologija za utvrđivanje kriterijuma za ekološko označavanje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline koja bi, osim u Republici Srbiji, mogla da se primeni i u bilo kojoj drugoj državi u svetu, kao i na druge grupe građevinskih proizvoda. Dodatno, cilj istraživanja je definisanje kriterijuma za ekološko označavanje za najčešće korišćenu grupu proizvoda za zidanje – fasadna opeka, standardni blok i energetski blok.

1.3. Postavljanje hipoteze

Specifičnost teme koja se obrađuje, nameće da se pri istraživanju polazi od pretpostavki da:

- Za grupu građevinskih proizvoda na bazi pečene gline (fasadna opeka, standardni blok i energetski blok) je moguće razviti metodologiju za ekološko označavanje sa mogućnošću primene i na ostale srodne grupe proizvoda.
- Postoje brojni zahtevi, standardi i regulativa koji važe u Evropskoj uniji (EU), a koji se odnose na ekološko označavanje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline.
- Ekološko označavanje građevinskih opekarskih proizvoda na bazi pečene gline doprinelo bi razvoju proizvodnje građevinskih materijala i njihovoj konkurentnosti na inostranom tržištu.
- Ekološko označavanje građevinskih opekarskih proizvoda na bazi pečene gline doprinelo bi očuvanju prirodnih resursa i životne sredine u velikoj meri.

Na osnovu izloženih pretpostavki, polazi se od početne hipoteze:

1. Moguće je razviti inovativnu metodologiju definisanja kriterijuma za ekološko označavanje grupe građevinskih proizvoda na bazi pečene gline (fasadna opeka, standardni blok i energetska blok) u skladu sa standardima Evropske unije, postojećim modelima ekološkog označavanja u ovoj oblasti i nacionalnom regulativom.
2. Daljim razvojem metodologija bi se mogla primeniti i na ostale srodne grupe građevinskih proizvoda na bazi pečene gline bez obzira u kojoj su državi proizvedeni.
3. Da predloženi model u mnogome može doprineti očuvanju prirodnih resursa i smanjenju negativnog uticaja proizvodnje opekarskih proizvoda na bazi pečene gline na zdravlje ljudi i životnu sredinu.

1.4. Značaj i aktuelnost

Razvoj modela eko-označavanja u građevinskoj industriji u Republici Srbiji doveo bi do značajnih poboljšanja kada je u pitanju primena i konkurentnost ovih proizvoda, kao i do povoljnog uticaja na životnu sredinu. Benefiti razvoja modela eko-označavanja u građevinskoj industriji mogu se sagledati na sledeći način:

- Kroz porast potražnje građevinskih proizvoda na način da motiviše proizvođače na razvoj i proizvodnju pogodnijih proizvoda sa aspekta životne sredine. Bitno je projektovati zgrade naparavljene od materijala koji će usloviti nižu potrošnju energije, što dovodi i do finansijski isplativijih građevinskih objekata.
- Kroz manje zagađenje životne sredine i manju ugroženost ljudskog zdravlja, primenom “zelenih” građevinskih materijala. ”Zeleni” građevinski materijali moraju imati nisku emisiju, mali stepen zagađenja i manji fiziološki rizik. Njihov izbor se zasniva na predviđanju da takav materijal može sprečiti štetne uticaje u gradnji i narušavanje zdravlja korisnika na duži rok.

2. INDUSTRIJA GRAĐEVINSKIH PROIZVODA NA BAZI PEČENE GLINE

Tehnološki napredak u industriji građevinskih proizvoda na bazi pečene gline, doveo je do poboljšanja kvaliteta ovih proizvoda, povećanja obima proizvodnje i raznovrsnosti proizvoda. Proces proizvodnje je automatizovan, peći za pečenje su poboljšanih tehničkih karakteristika, smanjuje se upotreba neobnovljivih izvora energije, pojačana je kontrola svih procesa, u cilju smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu što doprinosi i smanjenju količine procesnog otpada.

Tokom devedesetih godina XX veka, u građevinski sektor uvedene su metode kojima su kvantifikovani ekološki uticaji. Broj stručnjaka koji su razumeli te metode i koji su na osnovu rezultata mogli da izvedu smernice za konkretnu primenu, bio je mali. Lista resursa i emisija čine osnovu koncepta kvantifikovanja ekoloških uticaja u građevinskom sektoru i korišćene su prilikom ocene životnog ciklusa (eng. *Lyfe Cycle Assessment – LCA*). LCA se u ovom kontekstu može primeniti na materijale, zgrade i okolinu (Hildebrand & Hollberg, 2018).

Građevinarstvo je delatnost koja troši značajnu količinu prirodnih resursa. Eksploatacija gline predstavlja veliki teret po životnu sredinu jer menja staništa, a napuštena (iskorišćena) ležišta potrebno je rekultivisati. Pronalazak alternativnih izvora sirovina i primena kriterijuma održivosti, jedan je od glavnih ciljeva za budući način gradnje. Za oblikovanje velikih urbanih prostora, adekvatan izbor građevinskih materijala doprinosi oblikovanju površina koje imaju pravilan i simetričan oblik, čime se postiže da deluju statično i umirujuće. Proširenje ili suženje prostora kao i naglašavanje različitih prostornih linija, postiže se takođe pravilnim izborom građevinskih materijala koji su za to namenjeni. Ono što povezuje prostor i izbor materijala za građenje danas se naziva gradnjom održivom po životnu sredinu (Bjegović et al., 2010).

Ukoliko se građevinski objekti posmatraju sa aspekta potreba životne sredine, može se izvesti zaključak da nisu usklađeni. Ta neusklađenost najčešće se ogleda u energetske neefikasnosti – pretopli ili prehladni ali i skupom održavanju objekata. Neki od materijala od kojih su napravljeni loše utiču na zdravlje i životnu sredinu. Istraživanja pokazuju da se u njihovoj

gradnji troši oko 40% kamena, sitnog i krupnog agregata, 25% drvene građe. Za izgradnju i održavanje ovih objekata troši se 40% energije i 16% vode od ukupne količine energije i vode na planeti. Analize pokazuju i veliki udeo građevinskog otpada u ukupnoj količini generisanog otpada (Petrović, Đorić Vasiljković i Karamarković, 2015).

Sve više kompanija koje posluju u građevinskom sektoru uspostavlja novi koncept poslovanja zasnovan na upravljanju životnom sredinom i “zelenom dizajnu proizvoda”.

Milović (2021) ističe da su osnovna dva preduslova za izgradnju “zelenih objekata” integrisano projektovanje (eng. *Integrated Design Process* - IPD) i standardizacija svih procesa “zelene gradnje“. Njihovim ispunjavanjem istovremeno se omogućava boravak u objektima koji je komforan, kvalitetan i zdrav, izgradnja takvih objekata je finansijski isplativa za investitore a upotrebom obnovljivih izvora energije značajno se smanjuju i troškovi održavanja.

Prema Vukosavljević i Jovanović (2014), eko-oznake na proizvodima imaju izražen značaj na onim tržištima na kojima su prisutne kupovna moć i sposobnost tržišta da takve proizvode prihvati. Iz tog razloga eko-oznake se mogu smatrati osnovnim sredstvom “zelenog marketinga“.

2.1. Stanje u industriji građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Evropi i svetu

Glinene sirovine široko su rasprostranjene po celoj Evropi, pa se keramički proizvodi poput cigle, koji su relativno jeftini (ali koji zbog svoje težine podrazumevaju velike troškove prevoza) proizvode gotovo u svim državama članicama Evropske unije (EU). Tradicija gradnje i količine ovih proizvoda variraju od zemlje do zemlje. Visokospecijalizovani proizvodi, koji zahtevaju više cene, uglavnom se proizvode u nekoliko zemalja koje imaju potrebne posebne sirovine i, što je jednako važno, tradiciju veštine i stručnosti.

Kao rezultat visokih troškova prevoza i zbog njihove male dodatne vrednosti, ne postoji ni globalno, ni evropsko tržište opeke i crepa. Podsektor je regionalizovan. Britanska komisija za konkurenciju izveštava da se 80% cigle i crepa proizvedenih u Velikoj Britaniji prodaju ne dalje od 125 milja od mesta njihove proizvodnje (Egenhofer et al., 2014).

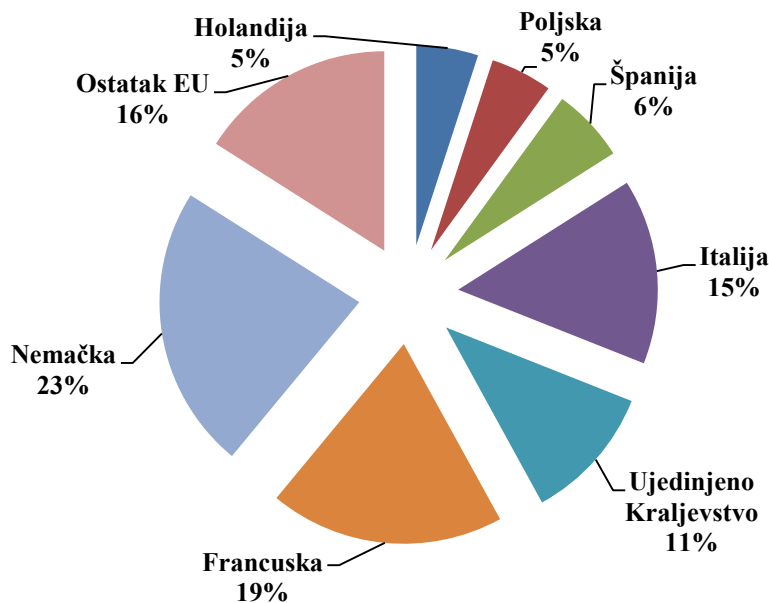
Međutim, Eurostat pokazuje rastući trend trgovine i unutar i izvan EU, sa približnim porastom intenziteta trgovine od oko 4% (izvan EU) i 23% (izvan i unutar EU) u 2012. godini (Cerame-Unie, 2013).

Evropsku industriju cigli i pločica čini više od 700 kompanija, od malih i srednjih preduzeća do velikih međunarodnih grupa, koje zapošljavaju oko 50.000 ljudi širom Evrope i generišu vrednost proizvodnje od oko 5,5 milijardi evra. U Evropi postoji preko 1.300 proizvodnih lokacija smeštenih u blizini kamenoloma koje obezbeđuju lokalne poslove i održavaju niske emisije iz transporta (Tiles & Bricks Europe -TBE; <http://www.tiles-bricks.eu/industry>).

Ako se uporede podaci o broju fabrika koje proizvode opeke i crep, Italija ima najveći broj fabrika (238), a slede: Nemačka (183), Portugal (150), Francuska (136) i Velika Britanija (134). Manje od 70 fabrika locirano je u drugim zemljama poput: Holandije (58), Belgije (40), Austrije (30), Švajcarske (27) i Danske (26).

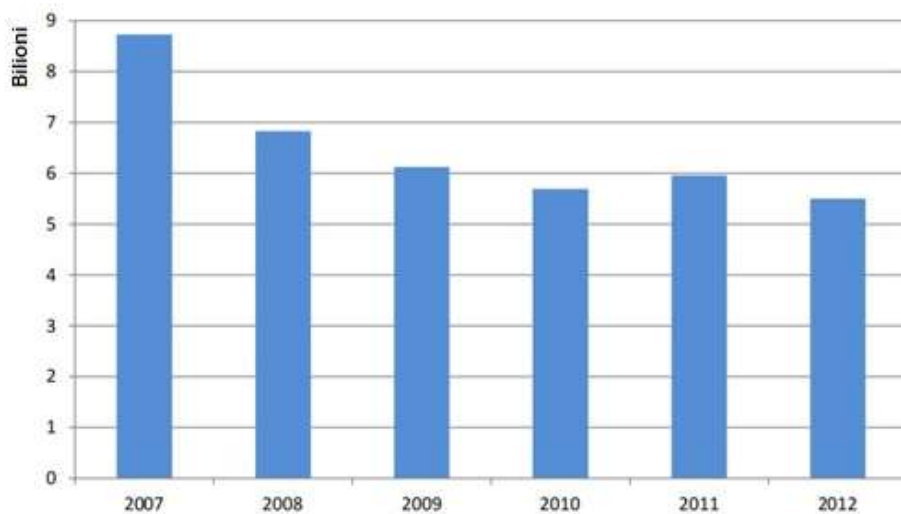
Prosečan broj ciglarskih radova na milion stanovnika je sledeći: Portugal (1,5), Danska (5,1), Italija (4,1), Belgija (4,0), Austrija (3,8), Švajcarska (3,7), Holandija (3,7), Ujedinjeno Kraljevstvo (2,3), Francuska (2,3) i Nemačka (2,2).

Na dijagramu 1 ilustrovana je raspodela proizvodnje opeke i crepa među državama članicama EU. U 2012. godini zajednička proizvodnja šest država članica (Nemačka, Francuska, Italija, Velika Britanija, Portugal i Poljska) činila je 79% ukupne proizvodnje u EU. Dok u ostalim keramičkim podsektorima dominiraju mala i srednja preduzeća (MSP), kod proizvodnje cigle i crepa gotovo podjednako su zastupljena mala i srednja preduzeća u regiji, kao i veći proizvođači (Cerame-Unie, 2012).



Dijagram 1. Proizvodnja opeka i crepa u EU-27 (Izvor: Egenhofer et al., 2014)

Vrednost proizvodnje EU industrije opeke i crepa koja se između 2007. i 2012. godine smanjila sa nivoa od 8,7 milijardi evra na otprilike 5,5 milijardi eura (tj. -36%), prikazana je na dijagramu 2.



Dijagram 2. Vrednost proizvodnje opeke i crepa u EU (izraženi podaci u milijardama evra)
(Izvor: Cerami-Unie, 2012)

Tokom poslednjih decenija, sektor je uložio velika sredstva u inovacije proizvoda i procesa koji su unapredili proces proizvodnje i omogućili moderna građevinska rešenja. Ovaj tehnološki napredak duboko je izmenio funkcionisanje fabrika cigle i crepa. Danas su peći u potpunosti automatizovane, a sistemi za rekuperaciju toplote optimizuju ukupnu energetska efikasnost postrojenja. Moderna procesna tehnologija osigurava minimalan uticaj na životnu sredinu (Tiles & Bricks Europe -TBE; <http://www.tiles-bricks.eu/industry>).

Prema raspoloživim podacima, u tabeli 1 su prikazane zemlje najveće izvoznice i uvoznice glinenih opeka u svetu, za 2020. godinu.

Tabela 1. Najveći izvoznici i uvoznici glinenih opeka na svetu za 2020. godinu (OEC, 2021)

Rang	Država	Vrednost u milionima dolara (\$)
Najveći izvoznici		
1.	Kina	591
2.	Belgija	160
3.	Nemačka	141
4.	Holandija	121
5.	Danska	59.3
Najveći uvoznici		
1.	Ujedinjeno Kraljevstvo	139
2.	Holandija	77.8
3.	Nemačka	76
4.	Belgija	55.7
5.	Sjedinjene Američke Države	44

Neki od rezultata istraživanja o proizvodnji klasičnih cigli od gline u Aziji i Latinskoj Americi koja su obavili Valdes et al. (2020) su:

1. U Aziji se proizvodi 1.300 milijardi cigli godišnje, što ovo tržište čini najvećim svetskim proizvođačem cigle. Kina (67%), Indija (13%), Pakistan (3%) i Vijetnam (1,3%) su vodeće zemlje u svetskoj proizvodnje opeke. Indijski sektor cigle troši više od 24 Mton uglja godišnje, zajedno sa ogromnom količinom goriva iz biomase.
2. U Latinskoj Americi postoji približno 41.000 proizvođača cigle, s visokom heterogenošću nivoa proizvodnje, tehnologije i isplativosti, među zemljama i unutar istih zemalja.

3. Zemlje sa niskim tehnološkim nivoom su Ekvador, Argentina, Meksiko, Čile i zemlje Srednje Amerike, a i proizvodnja im je bazirana na pećima niskog kapaciteta. Za razliku od njih, Brazil (tehnološki lider u Latinskoj Americi) i Kolumbija proizvode cigle kako u polumehanizovanim pećima za opeke tako, i u potpuno automatizovanim proizvodnim jedinicama sa sušarama visoke efikasnosti.
4. Peru i Bolivija imaju kombinaciju poslovnih klastera, pri čemu su neki od njih implementirali određene tehnologije, a drugi svu proizvodnju temelje na ručnim procesima (lokalna tradicija).
5. Procenjuje se da u Peruu, Boliviji, kao i u brazilsko-meksičkoj zajednici ima oko 2.500, 3.000, 7.000, odnosno 17.000 cigli.
6. Oko 40% –50% proizvodnje opeka u Latinskoj Americi dolazi iz zanatskih peći za opeku (ABK), npr. pomoću otvorenih peći, odlikuje se niskom efikasnošću i visokim emisijama bez ikakve kontrole.

Brošura o cirkularnoj ekonomiji u sektoru proizvodnje keramičkih proizvoda u EU¹, (Cerame-Unie, 2020), ukazuje da efikasnost resursa nije samo “koristiti manje“, već i “koristiti bolje“. Glina je široko rasprostranjena i dostupna sirovina. Keramički proizvodi odlikuju se svojom visokom izdržljivošću zahvaljujući dugom veku trajanja. Keramička industrija razvija inovativna rešenja sa ciljem minimiziranja potrošnje sirovina i stvaranja otpada tokom procesa proizvodnje, kroz ponovnu upotrebu otpada kao sirovine za druge industrijske procese, optimizacijom izbora sirovina, odgovarajućim dizajnom proizvoda i organizovanim snabdevanjem u slučaju reciklaže. U većini evropskih zemalja, u njihovoj internoj proizvodnji, ponovna upotreba ostataka od proizvodnje cigle kao zamena za sirovine je uobičajena praksa. Proizvođači ponovo uvode otpadni materijal, kao što je prašina nastala mlevenjem glinenih blokova, u sirovinu smeša za proizvodnju novih glinenih blokova. Za optimizaciju termoizolacionih svojstava koriste se sekundarne sirovine organskog porekla – piljevina, pirinčana ljuska, ljuska semena suncokreta i slične sirovine. Polomljene glinene cigle i blokovi, mogu se usitniti do određene veličine granulata i dodati kao laki agregat za proizvodnju betonskih blokova.

¹ eng. *Brochure on Circular Economy and Sustainability | Best Practices from the Ceramic Industry*

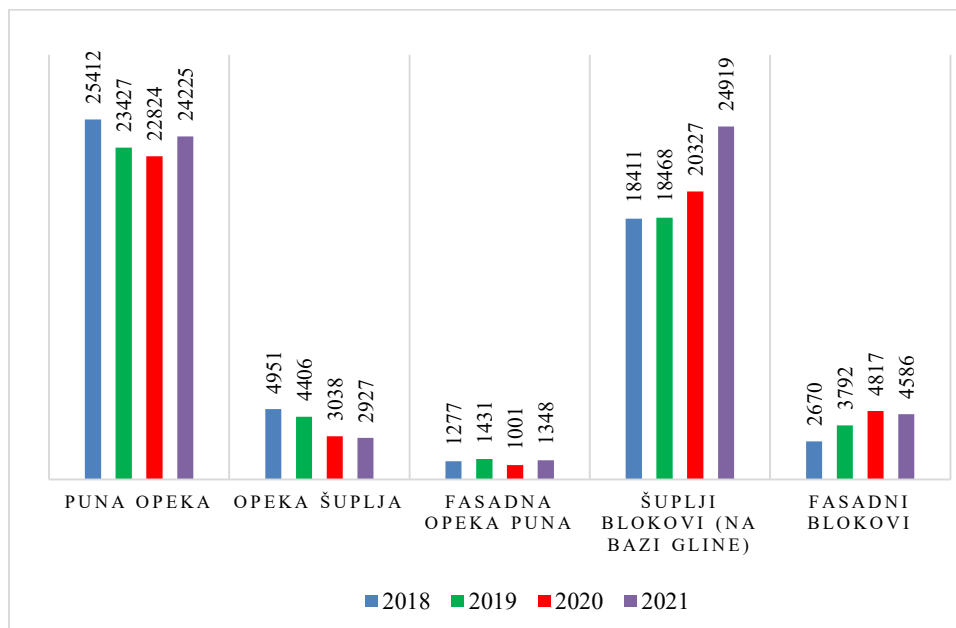
2.2. Stanje u industriji građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji

Građevinska industrija je jedna od značajnijih industrijskih grana u Republici Srbiji. Povezana je gotovo sa svim oblastima ljudskog delovanja. Razvoj nauke i tehnologije uslovio je da građevinarstvo postane važna privredna delatnost povezana sa oko 40 delatnosti. Značajnu ulogu ima u izvozu, učešću u bruto domaćem proizvodu (BDP), broju zaposlenih i broju privrednih društava.

Nakon lošeg perioda koji je pratio građevinsku industriju devedesetih godina XX veka, sledi njeno ponovno oživljavanje i pokretanje početkom XXI veka. Završetkom prve dekade uzlaznog rasta, nastupio je period stagnacije uslovljen padom stanogradnje za 40%, odlaskom dobrih majstora u inostranstvo i nedovoljnim ulaganjem u obnovu kadrova, kao i porastom sive ekonomije. Dodatni problem uslovili su tenderi na kojima su najveće poslove u oblasti građevinarstva dobile strane kompanije (Jovičić, 2020).

Broj zaposlenih u građevinskom sektoru teško je proceniti. Nezvanično se pretpostavlja da je preko 150.000 zaposlenih, ali na taj broj treba dodati približno oko 30% radnika koji rade “na crno”. Prisutan je i porast broja inostranih radnika iz: Azerbejdžana, Vijetnama, Nepala, Bangladeša i Indije, koji su angažovani usled nedostatka domaće radne snage.

Zvanični podaci o količinama proizvedenih građevinskih proizvoda na bazi pečene gline ne postoje niti u jednoj zvaničnoj statističkoj bazi Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije. Dostupni su podaci o količini ugrađenog građevinskog i pogonskog materijala za određeni vremenski period (Republički zavod za statistiku Republike Srbije; <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/050303?languageCode=sr-Latn>). Za potrebe ovog istraživanja analizirane su ugrađene količine pet vrsta građevinskih materijala/proizvoda: puna opeka, šuplja opeka, fasadna puna opeka, šuplji blokovi na bazi gline i fasadni blokovi (vrednosti izražene u hiljadama komada) u periodu od 2018 do 2021. godine, što je prikazano na dijagramu 3. Većina vodećih proizvodnih kompanija iz ove oblasti je u vlasništvu stranih firmi koje strogo vode računa o svojoj privatnosti, a podaci koji su dostupni javnosti su informativnog i reklamnog karaktera.



Dijagram 3. Ugrađeni građevinski materijali u Srbiji od 2018 do 2021. godine u hiljadama komada

Prema zvaničnim podacima Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije za 2022. godinu (Republički zavod za statistiku Republike Srbije; <https://publikacije.stat.gov.rs/G2023/Pdf/G20238001.pdf>), prisutan je pad kumulativnih vrednosti izvedenih građevinskih radova na zgradama (-11,6%) i ostalim građevinama (-11%). Ukupna vrednost izvedenih građevinskih radova u Republici Srbiji u 2022. godini beleži pad za 11,2% u odnosu na 2021. godinu (izraženo u stalnim cenama).

U prvom kvartalu 2023. godine (Republički zavod za statistiku Republike Srbije; <https://publikacije.stat.gov.rs/G2023/Pdf/G20238002.pdf>), beleži se porast građevinske aktivnosti na teritoriji Republike Srbije za 9,2% u tekućim cenama u odnosu na isti period 2022. godine, dok u stalnim cenama beleži pad za 0,5%. Poređenjem vrednosti građevinskih radova (izraženih u stalnim cenama) na zgradama prisutan je pad za 20%, dok je na ostalim građevinama (saobraćajnice, cevovodi, složene industrijske građevine i sl.) prisutan porast za 14% u odnosu na prvi kvartal 2022. godine.

Tokom XX veka došlo je do velikih promena u korišćenju građevinskih materijala kako u svetu, tako i u Srbiji. Kao vodeći materijali izdvajaju se savremeni betoni, čelik, aluminijum i staklo i različite vrste kompozitnih materijala. Njihova primena ubrzala je gradnju i poboljšala estetski izgled objekata (konstrukcija i oblaganje). U isto vreme, proizvodi od gline zadržali su primat prvenstveno u gradnji manjih stambenih objekata i kao zidne i podne obloge u higijenskim prostorijama (Građevinarstvo rs - Portal građevinske industrije; <https://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/116/820/opekarski-proizvodi>).

Aktuelizacija ekoloških problema dovela je i do promena u savremenom građevinarstvu, a samim tim i do povratka glinenih proizvoda kao građevinskih materijala.

Industrija građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Srbiji pretrpela je brojne promene usled transformacije vlasništva i prelaska vodećih firmi iz ove oblasti u vlasništvo inostranih kompanija. Te promene uslovile su i izmene u proizvodnom program, kao i plasmanu proizvoda na tržištu. Najveći proizvođači opekarskih proizvoda u Srbiji su: “Zorka Opeka“ Šabac, “Nexe cigla“ pogon Stražilovo, “Wienerberger Srbija“ Kanjiža, “Toza Marković” Kikinda, Cigлана “Todorović” Pećinci, IGM “Mladost” Leskovac, “Opeka IGM “ Smederevska Palanka.

2.3. Proces proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline

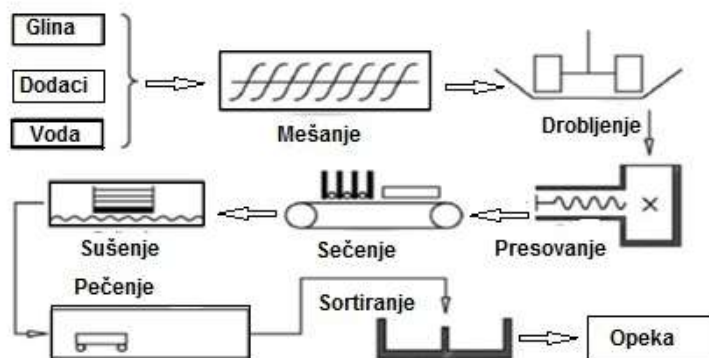
Proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline je kontinuiran proizvodni proces, ali se njegov osnovni koncept nije previše menjao tokom vremena. Međutim, tehnološki napredak doveo je do toga da proizvođači rade znatno efikasnije i da je kvalitet opekarskih proizvoda poboljšan. To poboljšanje nastalo je usled: boljeg poznavanja osobina sirovina, unapređenjem dizajna peći za pečenje, boljom kontrolom pečenja, sve većom automatizacijom proizvodnog procesa i primenom tehničkih mera koje sprečavaju emisije zagađujućih materija u životnu sredinu.

Građevinski proizvodi na bazi pečene gline se proizvode vrlo složenim i obimnim tehnološkim procesom. Proces je definisan sledećim faktorima:

- proizvodnim asortimanom,
- postupkom i nivoom tehnologije proizvodnje,
- vrstom i tehnološkim nivoom mašinske opreme,
- vrstom, tipom i stepenom automatizacije sušara,
- vrstom peći i tehnološkim gorivom,
- stepenom automatizacije linija za transport,
- tehnološkim nivoom uređaja za vođenje procesa proizvodnje i uređaja za registrovanje osnovnih parametara procesa sušenja i pečenja.

Proces proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline se može raščlaniti na sledeće procese (dijagram 4):

1. eksploatacija gline u gliništu,
2. transport gline do proizvodnog pogona,
3. uskladištenje gline,
4. prerada (priprema) gline,
5. oblikovanje sirovih proizvoda,
6. sečenje sirovih proizvoda,
7. transport sirovih i osušenih proizvoda,
8. sušenje sirovih proizvoda,
9. pečenje osušenih proizvoda,
10. uskladištenje i otpremanje pečenih proizvoda.



Dijagram 4. Šema tehnološkog postupka dobijanja građevinske opeke (Izvor: Kovačević, 2015)

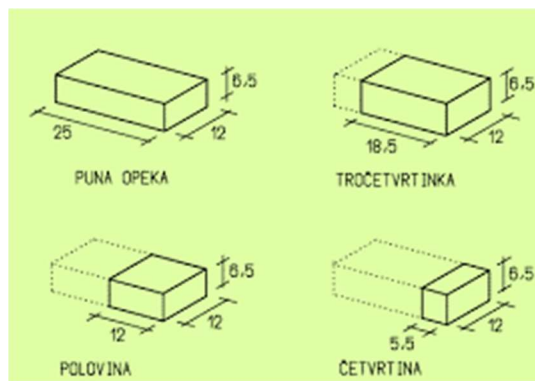
2.4. Podela građevinskih proizvoda na bazi pečene gline

Opeka je jedan od osnovnih proizvoda zidne keramike. Razvoj tehnologije stavio je proizvodnju tradicionalne pune opeke u drugi plan, a primat u proizvodnji i primeni preuzeli su šuplji blokovi i šuplje opeke. Opekarski proizvodi od pečene gline obuhvataju sledeće proizvode:

- pune opeke,
- pune fasadne opeke,
- šuplje opeke i blokovi,
- šuplje fasadne opeke i blokovi,
- radijalne opeke,
- šuplje ploče,
- crep.

2.4.1. Puna opeka

Puna opeka (slika 1) je proizvod od pečene gline namenjen za izradu spoljnih i unutrašnjih zidova koji se malterišu. Dimenzije standardne opeke su 25x12x6.5 cm. Opeke za noseće zidove mogu imati samo vertikalne šupljine ($P_{\text{š}} \geq 15\% P_{\text{osnove}}$), pri čemu je veličina šupljina max. 2,5 cm² (kružne, kvadratne) i max. 6 cm² (pravougaone).



Slika 1. Standardna puna opeka (Izvor: Graditeljska, prirodoslovna i rudarska škola; http://www.rudarska.hr/wp-content/uploads/2018/05/5-2_Zidovi-od-opeke-NF.pdf)

2.4.2. Fasadna puna opeka

Fasadna puna opeka je proizvod od pečene gline namenjen za izradu spoljašnjih i unutrašnjih zidova koji se ne malterišu.



Slika 2. Fasadna puna opeka (Izvor: Brick House; <https://brickhouse.rs/pune-fasadne-cigle>)

2.4.3. Šuplje opeke i blokovi

Šuplje opeke i blokovi su proizvodi od pečene gline, sa vertikalnim ili horizontalnim šupljinama, namenjeni za izradu spoljašnjih i unutrašnjih zidova koji se malterišu.

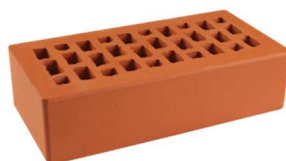


Slika 3. Šuplji blokovi i opeke za zidanje:(a)-sa vertikalnim šupljinama, (b)-sa horizontalnim šupljinama (Izvor: Univerzitet Crne Gore, Arhitektonski fakultet; https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_22697/objava_68204/fajlovi/ZK%208%20cas.pdf)

2.4.4. Fasadne šuplje opeke i blokovi

Fasadne šuplje opeke i blokovi su proizvodi od pečene gline, sa vertikalnim šupljinama, namenjeni za izradu spoljašnjih i unutrašnjih zidova koji se ne malterišu.

Blokove sa horizontalnim šupljinama treba ugrađivati u zidove tako da pravac šupljina bude paralelan pravcu pružanja zida. Ovi blokovi se mogu koristiti samo za zidanje nenosećih zidova (zidova ispune).



Slika 4. Glatka fasadna opeka (Izvor: Zorka Opeka; www.zorka-opeka.rs/proizvodi/fasadna-opeka-proizvodi)

2.5. Uticaj industrije građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu

Uticaj građevinskog sektora na životnu sredinu je veliki. Građevinska industrija je odgovorna za 40–45% potrošnje primarne energije u Evropi. Zbog toga je neophodno pronaći nove materijale sa manjim uticajem na životnu sredinu i graditi održive zgrade (Lozano-Miralles et al., 2018). Procene ukazuju da se u ovom sektoru koristi oko 40% prirodnih resursa, troši se 70% električne energije i 12 % vode za piće, dok se 40-65% stvorenog građevinskog otpada odlaže na deponije. Emisija gasova staklene bašte (eng. *Green House Gas* - GHG) tokom faze rada je 30%, a dodatno se proizvodi 18% tokom korišćenja i transporta materijala (Omer and Noguchi, 2020). Prema novijim istraživanjima građevinski materijali mogu biti odgovorni za 20-90% porasta indikatora potencijala globalnog zagrevanja – GWP (Almusaed, et al., 2020; López-Aguilar, et al. 2019).

Proizvodnja keramičkih proizvoda odvija se u različitim vrstama peći, sa širokim rasponom sirovina i u brojnim oblicima, veličinama i bojama. Zavisno od specifičnosti proizvodnih procesa, pogoni koji proizvode keramičke proizvode uzrokuju ispuštanje emisija u vazduh, vodu i zemlju (otpad). Pored toga, na životnu sredinu mogu uticati buka i neprijatni mirisi. Stepem zagađenja životne sredine zavisi od različitih parametara – korišćenih sirovine, upotrebljenih pomoćnih sredstava, korišćenih goriva i proizvodne metode.

Prema Bogićeviću (2010), proizvodnja opeka od gline prouzrokuje niz ozbiljnih problema po životnu sredinu kao što su:

- Nepovratno trošenje prirodnog resursa - glina je neobnovljiv mineral.
- Da bi se došlo do gline mora se ukloniti površinski sloj plodnog zemljišta.
- Iskop gline uništava velike površine površinskog obradivog plodnog tla.
- Izmeštanje plodonosnog tla iznad gliništa i njegovo vraćanje na lokaciju po završetku eksploatacije (rekultivacija), kao i sam iskop i manipulacija sirovinom, zahtevaju veliku potrošnju energije za mehanizaciju i transport (u oba smera).

- Utrošak energije za transport sirovine do proizvodne linije. Pored gline sličan put je i za druge sirovine koje se koriste u proizvodnji opekarskih proizvoda (npr. pesak). Proizvodni proces u svakoj fazi zahteva veće količine uložene energije.
- Pečenje gline zahteva veću količinu toplotne energije.
- Skladištenje opekarskih elemenata zahteva velike površine i zauzima veće površine zemljišta.
- Transport opekarskih proizvoda teško uspeva da postigne racionalnost i kontinuirano iskorišćenje punog kapaciteta.
- Ponovna upotreba opekarskih proizvoda moguća je, ali će u budućnosti biti manje učestala.
- Nije moguća reciklaža opeke već samo korišćenje za drugu ulogu, osim proizvodnje opekarskih proizvoda.

Da bi se izbegli prethodno navedeni negativni uticaji po životnu sredinu koje proizvodnja proizvoda na bazi pečene gline prouzrokuje, sprovode se brojna istraživanja. Sve su aktuelnija istraživanja u kojima se glini, kao osnovnoj sirovini za dobijanje klasičnih cigli i blokova, dodaju materijali poput - biomase, kanalizacionog mulja i mulja iz kanala za poljoprivredno navodnjavanje pomešanog sa ostacima iz procesa proizvodnje ogledala. Cilj je očuvanje prirodnog resursa – gline, smanjenje potrošnje primarne energije u proizvodnom procesu, ali i poboljšanje tehničkih karakteristika cigli dobijenih na ovaj način (Bories et al., 2015; Mohajerani et al., 2019; Pérez-Villarejo et al., 2020; Korpayev et al., 2022).

Na osnovu podataka Evropskog biroa za Integrisanu kontrolu i prevenciju zagađivanja (IPPC) i BREF (eng. *Best Available Technique Reference Document*) dokumenata u oblasti proizvodnje keramičkih proizvoda, u radu su analizirani štetni uticaji ove industrije na životnu sredinu. Fokus je usmeren na: emisije u vazduh, emisije u vodu, procesne gubitke/otpad, emisije buke i potrošnju energije².

² Podaci dostupni na https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/cer_bref_0807.pdf

2.5.1. Emisije u vazduh

Obrada gline i ostalih keramičkih sirovina neizbežno dovodi do stvaranja prašine – posebno u slučaju suvih materijala. Sušenje (uključujući sušenje raspršivanjem), usitnjavanje (mlevenje), prosejavanje, mešanje i transport mogu kao rezultat imati ispuštanje fine prašine.

Emisije prašine ne proizilaze samo iz sirovina, jer i goriva doprinose tim emisijama u vazduh.

Gasovita jedinjenja koja se oslobađaju tokom sušenja i pečenja uglavnom potiču iz sirovina, ali goriva takođe doprinose gasovitim zagađivačima. To su posebno SO_x , NO_x , HF, HCl, HOS i teški metali:

1. *Sumporni oksidi* – Koncentracija SO_x (uglavnom SO_2) u dimnim gasovima usko je povezana sa sadržajem sumpora u sirovini i gorivu. Keramički materijali mogu sadržati sumpor u obliku piritu (FeS_2), gipsa i drugih sulfata, kao i organska jedinjenja sumpora. Gasovita goriva gotovo da ne sadrže sumpor, ali čvrsta goriva i loživa ulja doprinose stvaranju sumpornih oksida pri sagorevanju. Osnovna jedinjenja iz sirovina (npr. CaO nastao disocijacijom CaCO_3 za vreme pečenja) mogu smanjiti emisiju sumpora reakcijom sa sumpornim oksidima. Produkti reakcije zadržavaju se u unutrašnjosti proizvoda.
2. *Azotni oksidi i druga jedinjenja azota* – NO_x se uglavnom proizvode termičkom ‘fiksacijom’ azota i kiseonika iz vazduha za sagorevanje. Ovoj reakciji pogoduju visoke temperature (posebno iznad 1200°C) i višak kiseonika. Fiksacija se može dogoditi unutar vrelog plamena, čak i kada je stvarna temperatura peći ispod 1200°C . Azotna jedinjenja prisutna u gorivima (uglavnom čvrstim ili tečnim) ili u organskim aditivima, stvaraju NO_x tokom sagorevanja na mnogo nižim temperaturama.
3. *Ugljen-monoksid (i ugljen-dioksid)*
Ugljen-monoksid (CO) nastaje sagorevanjem organske materije u keramičkom telu - posebno u uslovima sa manjom količinom kiseonika. Može nastati i reakcijom “fiksiranog ugljenika” u keramičkom telu s ugljen-dioksidom (CO_2) koji se oslobađa toplotnom

disocijacijom alkalnih i zemnoalkalnih karbonata, na primer kalcijum ili magnezijum karbonata tokom pečenja:



4. *Isparljiva organska jedinjenja (VOCs)*

Keramičke sirovine mogu i same sadržati organske materije, a dodaje se širok spektar organskih materijala u obliku veziva, sredstava za stvaranje pora, pomagala za sušenje, lepila, goriva, aditiva za sagorevanje itd. Tokom ranog procesa zagrevanja može doći do karbonizacije organskih jedinjenja s oslobađanjem složenog raspona VOC-a.

5. *Metali i njihova jedinjenja*

Sadržaj teških metala u većini keramičkih sirovina vrlo je nizak i ne uzrokuje probleme s emisijama. Izuzeci se javljaju u slučaju keramičkih pigmenata i glazura, ali sadašnja praksa je da se koriste obojena jedinjenja (pigmenti), koja su stabilna na visokim temperaturama i inertna u silikatnim sistemima, gde metalni oksidi imaju stabilnu kristalnu strukturu poput spinela ili cirkona. Ove vrste glazura su takođe izložene izuzetno kratkim ciklusima pečenja, pa je rizik od isparavanja umanjen.

Teška loživa ulja i čvrsta goriva mogu sadržati nizak nivo nikla i vanadijuma, ali testovi su pokazali da ovi elementi u velikoj meri bivaju apsorbovani u reakciji s proizvodom tokom pečenja.

6. *Hlor i njegova jedinjenja*

Većina glina sadrži nivoe hlorida u tragovima. Aditivi ili voda koja sadrži hlorid mogući su izvori emisije hlorovodonične kiseline (HCl) (npr. sadržaj Cl u vodi koja se dodaje tokom pripreme sirovina može biti u rasponu od 50 - 100 mg / l ili više). Zbog razgradnje mineralnih soli koje sadrže hlorid na temperaturama višim od 850°C i organskih spojeva koji sadrže hlorid na temperaturama između 450 i 550°C, HCl se javlja tokom procesa pečenja u dimnim gasovima peći.

7. *Fluor i njegova jedinjenja*

Gotovo sve prirodne sirovine sadrže frakcijske količine fluorida (koji lako menja OH grupe u glinama i hidratnim mineralima). Fluorovodonična kiselina (HF) uglavnom se javlja od razgradnje ovih fluorosilikata prisutnih u glinenom materijalu – direktnim raspadanjem fluoridnih minerala koji u velikoj meri zavise od vrste gline.

2.5.2. Emisije u vodu

Procesna otpadna voda nastaje uglavnom kada se glineni materijali ispiraju i suspenduju u tekućoj vodi tokom proizvodnog procesa i čišćenja opreme, ali emisije u vodu se javljaju i tokom rada uređaja za vlažno prečišćavanje otpadnih gasova. Voda koja se dodaje direktno keramičkim mešavinama isparava u vazduh tokom faza sušenja i pečenja. Procesne otpadne vode uglavnom sadrže mineralne komponente (netopive čestice), a takođe i druge neorganske materije, male količine različitih organskih materija, kao i neke teške metale. Javlja se u malim količinama u proizvodnji opeke i crepa, cevi od glazirane gline i vatrostalnih proizvoda ako se provodi površinska obrada poput ostakljenja i engobiranja ili mokrog brušenja. Dodatne količine vode nastaju u procesu čišćenja jedinica za mešanje, engobiranje i ostakljenje kalupa. Efluenti koji nastaju kao rezultat obrade spojeva i čišćenja opreme obično sadrže iste sirovine i pomoćne materijale kao one koje se koriste u dotičnom procesu. Po pravilu, ova jedinjenja su netopiva u vodi.

Otpadne vode u procesu uglavnom pokazuju zamućenost i obojenost zbog vrlo sitnih suspendovanih čestica minerala glazure i gline. Sa hemijske tačke gledišta, njih karakteriše prisustvo:

- suspendovanih čvrstih supstanci: glina, frit i nerastvorljivi silikati uopšte;
- rastvorenih anjona: sulfati;
- suspendovanih i rastvorenih teških metala: olovo i cink;
- bora u malim količinama;
- tragova organskih materija (sito-štampa i lepkovi koji se koriste u postupcima ostakljenja).

U tabeli 2 dat je pregled mogućih izvora emisije i puteva emisija u keramičkoj industriji na osnovu istraživanja sprovedenih na više grupa keramičkih proizvoda².

Tabela 2. Pregled mogućih izvora emisije i puteva emisija u keramičkoj industriji²

Faza u procesu	Emisije iz				Emisije u			Emisija buke
	Sirovi materijal	Keramička tela	Dekoracija	Gorivo	Vazduh	Voda	Zemljište (procesni gubici/ otpad)	
<i>Priprema sirovog materijala</i>								
Primarno/ Sekundarno mlevenje i drobljenje	x				x		x	x
Suvo mlevenje i suvo mešanje	x			x ¹⁾	x		x	x
Mokro mlevenje i mokro mešanje	x					x	x	x
Pregled/ klasifikacija	x				x		x	x
Transport	x				x		x	
Skladištenje u silosima	x				x			x
<i>Priprema tela</i>								
Priprema za livenje		x				x		
Ekstruziona pasta za meko plastično oblikovanje		x			x	x	x	
Tela za oblikovanje tvrde plastike- postupcima uklanjanja iverja		x				x	x	
Prah za presovanje prašine, suvi postupak		x			x	x	x	x
Prah za presovanje prašine, postupak sušenja raspršivanjem		x		x	x	x	x	x
Granulacija		x			x			x
<i>Oblikovanje</i>								
Livenje u kalupe		x				x		

Meko-plastično oblikovanje ("ekstruzija")		x				x	x	
Oblikovanje rezanjem		x					x	
Presovanje		x			x	x ²⁾	x	x
Tretman zelene boje tela		x			x	x	x	
Sušenje								
Prekidne i kontinuirane mašine za sušenje		x		x	x			x
Dekoracija								
Glaziranje			x		x	x	x	
Engobiranje			x		x ³⁾	x	x	
Štampanje			x		x	x	x	
Pečenje								
Prekidne i kontinuirane peći	x	x	x	x	x			x
Naknadni tretman		x	x	x	x	x	x	x
Skladištenje materijala	x	x		x	x ⁴⁾			x
1) Moguće za posebne primene, npr. vruće suvo brušenje agregata ekspanzirane gline								
2) Samo voda za hlađenje								
3) Za neke sektore, npr. keramičke pločice								
4) Skladištenje materijala takođe uključuje skladištenje goriva								

2.5.3. Procesni gubici/otpad

Procesni gubici/otpad koji proizilaze iz proizvodnje keramičkih proizvoda, uglavnom se sastoje od sledećih materijala:

- Različitih vrsta mulja koji potiču iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda iz procesa. Nastaju u procesima koji su uključeni u pripremu tela za čišćenje, pripremu glazure i opreme za nanošenje, kao i iz vlažnog mlevenja. Količina i sastav mulja znatno variraju. Nastaje u različitim fazama proizvodnog procesa i odlikuje se velikom raznolikošću sirovina u svom sastavu (različite glazure, frit, glina, itd.).
- Lomljeni materijal/proizvodi – nastaje oblikovanjem, sušenjem, pečenjem, naknadnom obradom ali i od slomljenog vatrostalnog materijala.
- Prašina – nastaje iz uređaja za čišćenje otpadnih gasova.

- Korišćeni gipsani kalupi – lom nastaje u postupcima oblikovanja.
- Korišćeni sorpcijski agensi (granulirani krečnjak, krečnjačka prašina) – iz sistema za čišćenje dimnih gasova.
- Otpadni ambalažni materijal (plastika, drvo, metal, papir, itd.) – nastaje tokom pakovanja.
- Čvrsti ostaci – pepeo nastaje u procesima u kojima se za pečenje koriste čvrsta goriva.

Deo navedenih akumuliranih procesnih gubitaka/otpada moguće je reciklirati i ponovo koristiti u pogonu u skladu sa specifičnošću proizvoda ili zahteva procesa. Materijali koji se ne mogu reciklirati u postrojenju u kojem nastaju, izdvajaju se i odlažu za upotrebu u drugim industrijama ili za isporuku specijalizovanim postrojenjima za reciklažu ili odlaganje otpada.

2.5.4. Emisija buke

Smanjenje emisije zvuka često se može postići direktnom primenom mera na izvoru buke. Glavni izvori buke su: pneumatski sistemi za čišćenje filtera, kompresori, motori jedinica za pripremu, kao i jedinice za rukovanje. Zaštita od buke može se postići zatvaranjem jedinice u kojoj buka nastaje ili izgradnjom zidova za zaštitu od buke. Vibracije i buka iz nekih postrojenja (prese, postrojenja za drobljenje i mešanje) ne mogu se efikasno smanjiti gore navedenim merama, pa se prenos vibracija i buke mora izbeći izolacijom. Dalje mere za smanjenje emisije buke su upotreba prigušivača zvuka na izvoru buke i zamena brzih ventilatora većim ventilatorima sa sporijom rotacijom.

2.5.5. Potrošnja

Potrošnja energije

Primarna upotreba energija u proizvodnji keramike je energija za peći za pečenje. Energija se intenzivno troši i u procesima sušenja međuprodukata ili oblikovanog posuđa. Svi sektori keramičke industrije energetski su intenzivni, jer ključni deo procesa uključuje sušenje nakon čega sledi pečenje na temperaturama između 800 i 2000°C. Danas se za loženje uglavnom koriste prirodni gas, tečni naftni gas (propan i butan) i mazut EL. Mazut, ukapljeni prirodni gas (LNG), biogas/biomasa, električna energija i čvrsta goriva (npr. ugalj, naftni koks) takođe su u upotrebi

kao izvori energije za gorionike. Smanjenje potrošnje energije može se ostvariti: poboljšanjem dizajna peći i sušara; rekuperacijom viška toplote iz peći, posebno iz njihove zone hlađenja; zamenom mazuta i čvrstog goriva gorivima sa niskom emisijom; modifikacijom keramičkih tela. Potrošnja primarne energije može se smanjiti i primenom kogeneracije/ kombinovanih termoelektrana na osnovu korisne potrebe za toplotom, u okviru regulatornih šema energije koje su ekonomski isplative.

Potrošnja vode

Voda se koristi u gotovo svim keramičkim postupcima, a kvalitetna voda ključna je za pripremu glina i glazura, glinenih oblika za istiskivanje, “blata” za kalupovanje, pripremu prahova osušenih raspršivanjem, mokrog mlevenja/glodanja i pranja ili čišćenja.

Potrošnja sirovina

Keramička industrija troši širok spektar sirovina. Tu se ubrajaju glavni materijali za oblikovanje, koji uključuju velike tonaže, te različiti aditivi, veziva i ukrasni površinski nanoseni materijali koji se koriste u manjoj meri.

U tabeli 3. dat je uporedni prikaz emisija koje nastaju u procesu pečenja opeka i crepa, a merene su sirovim dimnim gasovima. Poređene su emisije u: Austriji, Francuskoj, Holandiji, Velikoj Britaniji, Italiji, Belgiji, Danskoj, Švajcarskoj, Mađarskoj, Nemačkoj i Portugalu.

Tabela 3. Rasponi emisija u sirovim dimnim gasovima iz procesa pečenja opeke i crepa²

Emisione komponente (mg/m ³)	Austrija	Francuska	Holandija	Italija	Danska ^{*)}
<i>Fluoridi kao HF</i>					
Minimum	0	1	1	0	10
Maksimum	60	130	150	350	150
<i>Hloridi kao HCl</i>					
Minimum		0	1	0	5
Maksimum		30	32	200	50

<i>Sumpor kao SO_x</i>						
Minimum	5	0	2	0	20	
Maksimum	100	1090	630	3200	700	
<i>Azot kao NO_x</i>						
Minimum	9	5	27	5	50	
Maksimum	80	200	464	100	200	
<i>Prašina</i>						
Minimum	0	1	1	1	5	
Maksimum	13	180	64	40	40	
<i>Ugljen - monoksid</i>						
Minimum		0	7	100		
Maksimum		1200	701	500		
*) Referentna koncentracija kiseonika od 15 - 19 vol.% što odgovara izmerenom sadržaju kiseonika u dimnim gasovima						
Emisione komponente (mg/m ³)	Belgija	Velika Britanija	Nemačka	Mađarska	Švajcarska	Portugal
<i>Fluoridi kao HF</i>						
Minimum	6	1	1	0	0	1
Maksimum	117	200	250	20	22	80
<i>Hloridi kao HCl</i>						
Minimum	0	1	0			nema
Maksimum	270	125	95	50		160
<i>Sumpor kao SO_x</i>						
Minimum	3	8	1	1	1	3
Maksimum	3485	2450	3000	350	281	443
<i>Azot kao NO_x</i>						
Minimum	0	0	10	0	36	14
Maksimum	174	160	450	780	147	132
<i>Prašina</i>						
Minimum	2	0	5	1	1	8
Maksimum	449	100	150	100	29	125
<i>Ugljen-monoksid</i>						
Minimum	23		0	1	7	2
Maksimum	1950		1500	1500	483	500

2.6. Uticaj emisija iz proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na ljudsko zdravlje

Emisije iz peći za pečenje opeka sastoje se od sitnih čestica prašine, ugljovodonika, SO_x, NO_x, fluoridnih jedinjenja, CO i male količine kancerogenih dioksina (Bhat et al., 2014, Khan et al., 2019). SO₂ je topljiv u vodi, nadražujući gas, koji pretežno utiče na gornje disajne puteve. Najveći uticaj na čoveka ima ako se udiše na usta. Sumporna kiselina je klasifikovana kao kancerogena materija grupe – 1 od strane Međunarodne agencije za istraživanje raka (IARC, 1992). Akutna izloženost SO₂ proizvodi trenutno stezanje bronhija, kontrakciju disajnih puteva, pojačan plućni otpor, povećanu reaktivnost disajnih puteva i promene u metabolizmu. Posledice hronične izloženosti su upale tkiva sluznice i pojačanje sekreta (WHO, 1979; Amdur, 1978). Otkrivanje sumpor-dioksida u okolnom vazduhu povezano je sa smanjenom funkcijom pluća, povećanjem respiratornih simptoma i bolesti, iritacijom očiju, nosa i grla i ranom smrtnošću. Deca, starije osobe i oni koji su ranije patili od respiratornih bolesti, poput astmatičara, uglavnom su u opasnosti. Uticaji na zdravlje posebno su povezani sa povećanom izloženošću koncentracijama u okolini iznad 1.000 µg/m³ (akutna izloženost računa se tokom 10 minuta) (Ackermann et al., 1998).

Prema istraživanjima sprovedenim u Bangladešu, zaključuje se da su peći za proizvodnju opeke proizvodile PM_{2.5}. Ove fine PM smatraju se štetnim za ljudsko zdravlje, jer imaju sposobnost da putuju dublje u respiratorni sistem i uzrokuju prevremenu smrt i respiratorne bolesti (Guttikunda, 2009). Uglavnom nepovoljno utiču na starije ljude i decu, jer u tim fazama života ljudski mehanizmi za prevenciju bolesti postaju sve slabiji (Pariyar, Das & Ferdous, 2013). Američko udruženje za pluća (ALA) otkrilo je u svom istraživanju da se stopa prerane smrtnosti od PM u vazduhu povećala tri puta više od prethodnih studija. Stopa smrtnosti dece povećana je i zbog zagađenja vazduha (ALA, 2005). Istraživanja su otkrila su da tradicionalna opekarska peć emituje oko 863 kilograma zagađujućih materija za svaku proizvodnju u procesu sagorevanja, pokrivajući približno 10.000 cigli (TCEQ, 2002). Zdravstveno istraživanje jasno je pokazalo da ljudi koji žive u blizini opekarskih peći imaju veću verovatnoću da boluju od bolesti uzrokovanih zagađenjem koje emituju peći, u odnosu na one koji žive izvan tih područja. Školska deca koja su živela u blizini opekarskih peći imala su lošije zdravstveno stanje i patila su od veće prevalencije

infekcija gornjih disajnih puteva poput faringitisa i tonzilitisa (Joshi & Dudani, 2008). Najnovija istraživanja u Severnom Pakistanu pokazala su da emisije iz peći za pečenje glinenih opeka – PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀, CO₂, CO, NO, NO₂, H₂S i NH₃, znatno doprinose porastu astme u svim starosnim grupama (Subhanullah et al., 2022).

Studije pokazuju da je izloženost prašini na radu faktor rizika za akutne i hronične respiratorne iritacije, upale i kardiovaskularne bolesti (Koskela et al., 2005). Iz izveštaja se zaključuje da povišene količine CO, koje se stvaraju u opekarskim pećima zbog lošeg dizajna peći ili koje su posledice nepotpunog sagorevanja uglja, takođe mogu prouzrokovati neželjene zdravstvene posledice na centralni nervni sistem i na kraju kao rezultat daju simptome poput: glavobolje, mučnine, otežanog disanja, iritacije očiju, kao i problema sa kožom (Seinfeld & Pandis, 1998; Zuskin et al., 1998; Maynard & Waller, 1999; Saha et al., 2020).

2.7. Tehnike za smanjenje štetnog uticaja proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu

Najbolje dostupne tehnike (eng. *Best Available Technique* – BAT) podrazumevaju uštedu prirodnih resursa, minimizaciju i reciklažu otpada, smanjenje emisije zagađujućih materija, a sve to uz poštovanje ekonomskih parametara i ulaganja koja su u prihvatljivim granicama za pojedine industrijske sektore, što je suštinska ideja održivog razvoja.

U cilju provođenja koncepta najbolje dostupnih tehnika u praksi, EU je sažela iskustva o realizaciji BAT u nizu dokumenta pod radnim naslovom "Referentni dokument o najbolje dostupnim tehnikama" (BREF – *Best Available Technique Reference Document*).

Dokument obrađuje problematiku rada postrojenja sa aspekta zaštite životne sredine u:

- većini najznačajnijih industrijskih grana,
- delatnostima koje imaju značajan uticaj na životnu sredinu.

Referentni dokument o najboljim dostupnim tehnikama (BREF) pod nazivom "Proizvodnja keramike" (CER) odnosi se na razmenu podataka koja se provodi prema članu 16 (2)

Direktive veća 96/61/EC (IPPC direktiva). Tim dokumentom obuhvaćena su postrojenja za proizvodnju: pečenih keramičkih proizvoda, posebno crepova, opeka, vatrostalnih opeka, kamenih predmeta ili porcelana, čiji je proizvodni kapacitet veći od 75 tona na dan, i/ili sa kapacitetom peći koji je veći od 4 m³ i sa gustom punjenja peći većom od 300 kg/m³ (European Commission Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry; https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/cer_bref_0807.pdf).

Proces utvrđivanja BAT vrši se kroz iterativni postupak koji uključuje sledeće korake:

- identifikacija ključnih ekoloških problema za keramičku industriju,
- ispitivanje najrelevantnijih tehnika za rešavanje tih ključnih pitanja,
- utvrđivanje najboljih nivoa ekoloških performansi na osnovu dostupnih podataka u Evropskoj uniji i širom sveta,
- ispitivanje uslova pod kojima su postignuti nivoi performansi – kao što su troškovi, efekti različitih medija i glavne pokretačke snage uključene u sprovođenju tehnike,
- izbor “Najbolje dostupne tehnike (BAT)” i sa tim povezane emisije i/ili nivoa potrošnje za keramičku prerađivačku industriju u opštem smislu, sve u skladu članu 2 (11) i Aneksu IV IPPC direktive.

BAT je primena i pridržavanje sistema upravljanja životnom sredinom (eng. *Environmental Management System* – EMS) koji uključuje, prema pojedinačnim okolnostima, sledeće karakteristike:

- a) definisanje politike zaštite životne sredine i njeno uspostavljanje od strane najvišeg rukovodstva (predanost najvišeg menadžmenta smatra se preduslovom za uspešnu primenu drugih karakteristike EMS-a),
- b) planiranje i uspostavljanje potrebnih postupaka,
- c) sprovođenje postupaka, obraćajući posebnu pažnju na:
 - I strukturu i odgovornost,
 - II obuku, svest i kompetentnost,
 - III komunikaciju,
 - IV uključenost zaposlenih,

- V dokumentaciju,
- VI efikasnu kontrolu procesa,
- VII program održavanja,
- VIII pripravnost i odgovor na vanredne situacije,
- X osiguravanje poštovanja zakona o zaštiti životne sredine.

- d) proveru učinka i preduzimanje korektivnih radnji, obraćajući posebnu pažnju na:
- I praćenje i merenje (Referentni dokument o praćenju emisije),
 - II korektivno i preventivno delovanje,
 - III održavanje evidencije,
 - IV nezavisnu (gde je to izvodljivo) internu reviziju, kako bi se utvrdilo da li sistem upravljanja zaštitom životne sredine odgovara planiranim aktivnostima i da li je pravilno sproveden i održavan.
- e) pregled od strane najvišeg rukovodstva.

Tri dodatne karakteristike, koje mogu postepeno dopuniti prethodno navedene karakteristike (a-e), smatraju se pomoćnim merama. Međutim, njihovo odsustvo uglavnom nije u suprotnosti sa BAT-om. Ta tri dodatna koraka su:

- f) ispitivanje i potvrđivanje sistema upravljanja i postupka revizije od strane akreditovanog tela za sertifikaciju ili spoljašnjeg EMS verifikatora,
- g) priprema i objavljivanje (i eventualno spoljašnja validacija) redovnog izveštaja o životnoj sredini koji opisuje sve značajne ekološke aspekte instalacije, dozvoljavajući za poređenje iz godine u godinu sa ekološkim ciljevima i metama, kao i sa referentnim vrednostima prema potrebi sektora,
- h) primena i pridržavanje međunarodno prihvaćenog dobrovoljnog sistema kao što je EMAS (eng. *Eco-Management and Audit Scheme*) i EN ISO 14001: 2004.

Ovaj dobrovoljni korak mogao bi dati veću verodostojnost EMS. EMAS, koji sadrži sve gore spomenute karakteristike, daje veći kredibilitet. Međutim, nestandardni sistemi u principu mogu biti podjednako efikasni pod uslovom da su pravilno osmišljeni i implementirani.

Posebno za keramičku prerađivačku industriju, važno je uzeti u obzir i sledeće potencijalne karakteristike EMS-a:

- i) uticaj na životnu sredinu usled eventualnog prestanka rada jedinice u fazi projektovanja novog postrojenja,
- j) razvoj čistijih tehnologija,
- k) tamo gde je to moguće, redovno primeniti sektorsku uporednu analizu, uključujući aktivnosti energetske efikasnosti i očuvanja energije, izbor ulaznih materijala, emisije u vazduh, ispuštanja u vodu, potrošnju vode i stvaranje otpada.

2.8. Zakonska regulativa za građevinske proizvode na bazi pečene gline u Republici Srbiji

U domaćem zakonodavstvu izvršena je harmonizacija propisa koje se odnose na oblast zaštite životne sredine sa direktivama EU iz te oblasti. Prisutan je trend njihovog daljeg razvoja i usklađivanja, prvenstveno u oblasti građevinskih proizvoda (Radojević i sar., 2018).

Direktiva Evropske unije o građevinskim proizvodima (eng. Construction Products Directive CPD89/106/EEC) prestala je da važi i zamenjena je Uredbom br. 305/2011³ (eng. *Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011*), kojom se propisuju harmonizovana pravila neophodna za plasman građevinskih proizvoda na tržište EU. U skladu sa Uredbom, performanse građevinskih proizvoda nisu više definisane samo u pogledu tehničkih osobina i bitnih performansi (svojstava), već su dopunjene i u pogledu zdravstvenih i bezbedonosnih aspekata, vezanih za upotrebu proizvoda tokom njihovog predviđenog veka trajanja. Uredba obezbeđuje zakonski okvir koji se odnosi: na Deklaraciju o performansama građevinskih proizvoda (DoP), CE (Conformité européenne) označavanje, obaveze privrednih subjekata (proizvođača, ovlašćenih predstavnika, uvoznika, distributera), način izrade i postupaka donošenja harmonizovanih tehničkih specifikacija i evropskih tehničkih

³ Više o ovome na <https://eur-lex.europa.eu/TodayOJ/>

procena, kriterijuma za imenovana tela, kao i aktivnosti koji prate nadzor i zaštitu tržišta. Imenovana tela predstavljaju pravne subjekte koji su ovlašćeni da obavljaju zadatke treće strane u postupku ocenjivanja i verifikaciju stalnosti performansi građevinskih proizvoda (Vasić i sar., 2016).

U Republici Srbiji je donet Zakon o građevinskim proizvodima 2018. godine koji daje opšte odrednice u ovoj delatnosti. Pravilnici koji su važili za određene grupe opekarskih proizvoda prestali su da važe, a drugi još nisu doneti.

Uticaj građevinskih proizvoda od gline na životnu sredinu definisan je Uredbom o kriterijumima za određivanje aktivnosti koje utiču na životnu sredinu prema stepenu negativnog uticaja na životnu sredinu koji nastaje obavljanjem aktivnosti, iznosima naknada, uslovima za njeno umanjeње, kao i o kriterijumima koji su od značaja za uticaj fizičkih lica na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS", br. 86/2019 i 89/2019). Prema toj uredbi veliki uticaj na životnu sredinu vrši proizvodnja građevinskih materijala od gline (šifra 23.3) - Postrojenja za proizvodnju keramičkih proizvoda pečenjem sa proizvodnim kapacitetom koji prelazi 75 t dnevno, i/ili sa kapacitetom peći koji prelazi 4 m³ sa gustinom punjenja po peći koja prelazi 300 kg/m³ - Proizvodnja opeke, crepa i građevinskih proizvoda (šifra 23.32).

Pre stavljanja u promet punih opeka od gline, šupljih opeka i blokova od gline, punih opeka od gline sa olakšanom osnovnom masom, šupljih opeka i blokova od gline sa olakšanom osnovnom masom, šupljih ploča od gline, šupljih blokova od gline za međuspratne konstrukcije, kanalica, fasadnih punih opeka od gline kao i fasadnih šupljih opeka i blokova od gline mora se ispitivanjem potvrditi da njihov kvalitet ispunjava zahteve u pogledu mera, oblika, tolerancije mera, kvaliteta vidne površine, mehaničkih i fizičkih karakteristika i načina obeležavanja uzoraka na način utvrđen pravilnicima o tehničkim i drugim zahtevima za opekarske odnosno fasadne proizvode od gline (Vasić i sar., 2016).

Tip proizvoda određen je nazivnim vrednostima mera, markom odnosno nosivošću (u slučaju šupljih blokova od gline za međuspratne konstrukcije i kanalica) i klasom (I i II). Obeležavanje i dokazivanje usaglašenosti proizvoda utvrđuje se uz pomoć sledećih standarda:

- Za opekarske proizvode važi standard SRPS EN 771-1:2016. Njime se utvrđuju karakteristike i zahtevi za performanse elemenata za zidanje proizvedenih od gline, čija je glavna predviđena upotreba u zaštićenim ili nezaštićenim zidanim konstrukcijama (npr. fasadni i malterisani zidovi, noseće i nenoseće zidane konstrukcije, uključujući unutrašnje obloge i pregradne zidove u zgradama i građevinsko-inženjerskim objektima). Standard obuhvata i elemente za zidanje od gline koji nisu pravougaonog paralelopipednog oblika.
- SRPS EN 15804:2020 (Identičan sa EN 15804:2012+A2:2019, zamenjuje SRPS EN 15804:2016) je standard koji obezbeđuje osnovna pravila za kategorizaciju proizvoda (eng. *Product Category Rules – PCR*) za tip III deklaracije o zaštiti životne sredine za svaki građevinski proizvod i uslugu. Ocenjivanje socijalnih i društvenih performansi na nivou proizvoda nije obuhvaćeno ovim standardom.

Osnovna pravila za kategorizaciju proizvoda:

- definišu parametre koje treba deklarirati i način na koji se prikupljaju i predstavljaju;
- opisuju koje se faze životnog ciklusa proizvoda razmatraju u Posebnoj deklaraciji o ekološkoj usklađenosti proizvoda (eng. *Environmental Product Declaration – EPD*) i koji se procesi uključuju u faze životnog ciklusa;
- definišu se pravila za razvoj scenarija;
- uključena su pravila za izračunavanje životnog ciklusa inventara i ocenjivanje uticaja životnog ciklusa osnovne EPD, uključujući specifikaciju kvaliteta podataka koji se primenjuju;
- uključena su pravila za izveštavanje o predodređenim, ekološkim i zdravstvenim informacijama koja nisu obuhvaćena LCA proizvodima, procesa izgradnje i građevinske usluge, onda kada je to neophodno;
- definišu se uslovi pod kojima se građevinski proizvod može uporediti na osnovu informacije obezbeđene iz EPD. Za EPD građevinskih usluga primenjuju se ista pravila i zahtevi kao za građevinske proizvode.

Prema Vasić i sar. (2005), krajnji cilj sertifikacije usaglašenosti opekarskih proizvoda sa potrebnim standardima je dobijanje CE znaka, koji predstavlja dokaz kvaliteta proizvoda i koji omogućava slobodan promet roba na tržištu evropske zajednice.

3. MATERIJALI I METODE

Označavanje o zaštiti životne sredine je jedan od važnih indirektnih instrumenata u zaštiti životne sredine na globalnom nivou. Mehanizam delovanja ovog instrumenta se može objasniti na sledeći način: oznaka na proizvodu/usluzi koja pokazuje da taj proizvod/usluga u manjoj meri ugrožava životnu sredinu. Sa jedne strane treba da motiviše ekološki svesnog potrošača da kupi takav proizvod, dok porast potrošnje ovakvih proizvoda treba, sa druge strane, da motiviše proizvođače na razvoj i proizvodnju pogodnijih proizvoda sa aspekta životne sredine.

3.1. Osnovni pojmovi o označavanju u vezi sa zaštitom životne sredine

Kao moćan instrument, označavanje u vezi sa životnom sredinom se razvija i traje već više od 20 godina. Primena ovog instrumenta tokom tog perioda nailazila je na brojne prepreke i probleme, od lažnog predstavljanja preko netačnih tumačenja i opstrukcija do zloupotreba i falsifikovanja. Da bi se ovi problemi prevazišli, razvijale su se metode za vrednovanje, kriterijumi za ocenjivanje, programi za licenciranje kao i međunarodni standardi koji uređuju ovu oblast. Sve to je doprinelo da se ovaj instrument stalno unapređuje i da danas predstavlja dokazan i prepoznatljiv alat koji doprinosi boljem upravljanju zaštitom životne sredine.

3.1.1. Tipovi eko-oznaka

Prema Ilić i sar. (2009), razlikuju se tri tipa označavanja u vezi sa životnom sredinom:

Tip I – Dobrovoljan, na višestrukim kriterijumima zasnovan program treće strane, u okviru koga se dodeljuje licenca (dozvola) kojom se autorizuje upotreba oznaka na proizvodu u vezi sa životnom sredinom, čime se potvrđuje ukupna pogodnost proizvoda za životnu sredinu u okviru određene kategorije proizvoda, a koji je zasnovan na razmatranju životnog ciklusa.

Tip II – Samodeklarisanje tvrdnjama u vezi sa životnom sredinom – odnosi se na označavanje i deklarisanje u vezi sa životnom sredinom koje se vrši bez sertifikacije treće nezavisne strane, od strane proizvođača, uvoznika, distributera, prodavaca ili bilo koga drugog ko ima koristi od ovakve tvrdnje.

Tip III – Dobrovoljni program za označavanje zasnovani na kvantifikovanim podacima o životnom ciklusu proizvoda sa aspekta životne sredine, obezbeđenih od strane proizvođača, nezavisno verifikovani (npr. od treće strane) i prezentovani u obliku niza kategorisanih parametara u okviru sektorskih grupa.

Na osnovu istraživanja koje su sproveli Radojević i sar. (2018), procesi eko-označavanja u skladu sa aktuelnom EU regulativom, mogu se predstaviti tabelarno (tabela 4).

Tabela 4. Pregled procesa eko-označavanja u skladu sa EU regulativom (Radojević i sar., 2018)

Primenjena aktivnost	IPPC	EMAS	Eco-Label	EPD	SDS
Prikupljanje podataka i ocena aspekata životne sredine u vezi sa proizvodnjom	xxx	xxx	xx	xx	
Prikupljanje podataka i ocena rizika po životnu sredinu u vezi sa proizvodnjom	xx	xx		x	
Ocena/određivanje BAT	xxx	xx	xx		
Prikupljanje podataka i ocena aspekata životne sredine u vezi sa proizvodom		x	xxx	xxx	xx
Prikupljanje podataka i ocena aspekata životne sredine u vezi sa opasnim hemikalijama	x	x	x	x	xxx
Prikupljanje podataka i ocena aspekata životne sredine u vezi sa svim fazama životnog ciklusa proizvoda		xx	xxx	xxx	
Procedure i instrukcije za upravljanje aspektima životne sredine	xx	xxx	xx		xx
Procedure i instrukcije za merenje i nadzor nad aspektima životne sredine	x	xxx	xx	x	
Javno izveštavanje/objavljivanje	x	xxx		x	x
Značenja: IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control / Integrisano sprečavanje i kontrola emisija, na osnovu IPPC Direktive 2008/1/EC; obuhvata set pravila za odobravanje i kontrolu industrijskih postrojenja; EMAS – Eco-Management and Audit Scheme / Eko-šema upravljanja i nadzora, na osnovu ISO 14001; Eco-Label (Eko-oznaka); EPD – Environmental Performance Declaration / Deklaracija o performansama s obzirom na životnu sredinu; SDS – Safety Data Sheet – Tehnički list koji sadrži podatke o bezbednosti proizvoda s obzirom na prisustvo i/ili oslobađanje opasnih materija; BAT – Best Available Techniques – najbolje raspoložive tehnike xxx - najviši nivo/obim; xx – srednji nivo/obim; x – najniži nivo/obim.					

3.1.2. Eko-znak Republike Srbije

Eko-znak Republike Srbije je nacionalna oznaka za proizvode i usluge koji imaju manji negativan uticaj na životnu sredinu od postojećih na tržištu.



Slika 5. Eko-znak Republike Srbije

(Izvor: Pravilnik o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elemenata, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge, 2016)

Pravo na eko-oznaku mogu da steknu proizvodi koji su proizvedeni na teritoriji Republike Srbije, ako ispunjavaju kriterijume koje propisuje Pravilnik o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elemenata, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge ("Sl. glasnik Republike Srbije" br. 49/2016). Pravilnik je izrađen po ugledu na Uredbu Evropske Komisije 66/2010 o EU Eko-znaku⁴. Oznake ovog tipa definisane su standardom SRPS ISO 14024:1999.

Pravilnik je propisalo Ministarstvo nadležno za pitanja životne sredine, ali su iz njegove primene izuzeti neki proizvodi, kao što su prehrambeni proizvodi, piće, poljoprivredni proizvodi, farmaceutski proizvodi i medicinska oprema.

⁴ Regulation (EC) No 66/2010 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the EU Ecolabel (Text with EEA relevance). *OJ L 27, 30.1.2010, p. 1–19.*

U členu 2 Pravilnika definisani su osnovni pojmovi koji se odnose na ekološko označavanje i njihovo značenje:

- *grupa proizvoda* jesu proizvodi slične namene u pogledu njihove upotrebe ili proizvodi koji imaju slične funkcionalne karakteristike i slični su u pogledu odnosa potrošača prema njima;
- *ekološki znak* (u daljem tekstu: eko-znak) je oznaka proizvoda koji zadovoljava uslove propisane ovim pravilnikom;
- *životni ciklus* proizvoda predstavlja uzastopne i međusobno povezane faze proizvoda, od nabavke sirovina do njegovog konačnog odlaganja;
- *zainteresovana strana* jeste pojedinac ili grupa koja je zainteresovana za učinak određenog oblika organizovanja u zaštiti životne sredine, odnosno pojedinac ili grupa na koju taj učinak utiče;
- *kriterijumi za dodelu eko-znaka* jesu dokumenti koji uspostavljaju posebne zahteve koje proizvod mora da ispunjava da bi bio označen eko-znakom;
- *nosilac eko-znaka* je podnosilac zahteva kome je odobreno pravo na korišćenje eko-znaka;
- *performansa životne sredine* je rezultat upravljanja onim karakteristikama proizvoda koje imaju uticaja na životnu sredinu, a koje sprovodi proizvođač;
- *podnosilac zahteva* jeste bilo koji proizvođač, isporučilac usluge, trgovac na veliko ili prodavac na malo koji podnosi zahtev za dobijanje prava na korišćenje eko-znaka;
- *provera ekološkog označavanja* je postupak procene da li proizvod ispunjava odgovarajuće kriterijume za označavanje eko-znakom;
- *program ekološkog označavanja* je dobrovoljni program zasnovan na razmatranju životnog ciklusa proizvoda i uslovima za proizvod, koji se odnose na zaštitu životne sredine, u okviru koga se dodeljuje pravo na korišćenje ekološkog znaka, kojim se potvrđuje ukupna pogodnost proizvoda za životnu sredinu u okviru određene grupe proizvoda;
- *proizvod* je bilo koja roba ili usluga u skladu sa propisima kojima se uređuje oblast roba i usluga;

- *uticaj na životnu sredinu* jeste svaka promena koja se odnosi na životnu sredinu, bez obzira na to da li je korisna ili štetna po životnu sredinu, a koja je u potpunosti ili delimično posledica uticaja proizvoda na životnu sredinu tokom njegovog životnog ciklusa;
- *uslovi za dodelu prava na korišćenje eko-znaka* jesu opšti zahtevi koje proizvod mora da ispunjava da bi bio označen eko-znakom.

Kriterijumi za sticanje prava na korišćenje eko-znaka za proizvod proizveden u Republici Srbiji definisani su članom 4 Pravilnika. Oni su utvrđeni prema performansama životne sredine proizvoda, uzimajući u obzir strateške ciljeve u oblasti životne sredine, na naučnoj osnovi, i odnose se na celokupan životni ciklus proizvoda, odnosno grupe proizvoda, i sadrže zahteve koji obezbeđuju da se proizvod sa eko-znakom adekvatno primenjuje, u skladu sa svrhom za koju je namenjen. Pravilnik sadrži kriterijume za 26 grupa proizvoda u okviru kojeg se nalaze i odgovarajuće usluge (usluge turističkog smeštaja i turističkih kampova). Za utvrđivanje visine troškova dodele prava na korišćenje eko-znaka, kao i za alokaciju troškova usvojen je Pravilnik o visini troškova dodela prava na korišćenje ekološkog znaka (“Sl. glasnik RS”, br. 81/2010). Pravo na korišćenje eko-znaka dodeljuje se na period od tri godine, posle čega se može podneti zahtev za njegovo ponovno dobijanje.

Prema članu 4 Pravilnika, prilikom određivanja kriterijuma potrebno je uzeti u obzir:

- najznačajniji uticaj na životnu sredinu, posebno na klimatske promene, uticaj na prirodu i biodiverzitet, potrošnju energije i korišćenje resursa, generisanje otpada, emisije u sve medije životne sredine, sve vrste zagađivanja, kao i ispuštanja opasnih materija;
- mogućnost zamene opasnih materija manje opasnim, svuda gde je to tehnički izvodljivo;
- potencijal za umanjenje uticaja na životnu sredinu usled trajnosti proizvoda i mogućnosti njegove ponovne upotrebe;
- odnos između koristi po životnu sredinu i opterećenja po životnu sredinu, uključujući i aspekte bezbednosti i zdravlja ljudi u različitim fazama životnog ciklusa proizvoda;

- socijalne i etičke aspekti kroz pozivanje na međunarodne konvencije i sporazume, kao i na odgovarajuće srpske standarde, odnosno, ako nema objavljenih srpskih standarda, kroz pozivanje na međunarodne, evropske ili nacionalne standarde drugih država i na kodekse ponašanja, gde je to moguće;
- kriterijum uspostavljen za druge oznake o zaštiti životne sredine, naročito one zvanično priznate, nacionalno ili regionalno, za SRPS ISO 14024 tip I oznake o zaštiti životne sredine, u slučajevima kada postoje za konkretnu grupu proizvoda.

Pravilnik propisuje da se eko-znak može isticati samo u vezi sa proizvodima koji nose eko-znak i samo na promotivnom materijalu vezanom za proizvod koji nosi eko-znak. Eko-znak se može isticati na proizvodu nakon dobijanja akta o dodeli prava na korišćenje eko-znaka za taj proizvod uz navođenje broja tog akta. Može se isticati na proizvodu, ambalaži i dokumentaciji vezanoj za proizvod, na mestima koja su lako vidljiva. Upotrebljava se u vidu logotipa, prema potrebi, na način da je znak vidljiv, čitko napisan i neizbrisiv i može se upotrebljavati u komercijalne i reklamne svrhe.

U tabeli 5 prikazani su standardi koji se odnose na označavanje o zaštiti životne sredine (Privredna komora Srbije; https://api.pks.rs/storage/assets/ISO%2014000_jul%202019.pdf)

Tabela 5. Standardi za oblast označavanja o zaštiti životne sredine

OBLAST: Označavanje o zaštiti životne sredine		
ISO/SRPS standard	Naziv standarda	Opis
ISO14020:2000 SRPS ISO 14020:2012	Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom - Opšti principi	Ovim međunarodnim standardom utvrđuju se osnovni principi razvoja i upotrebe oznaka i deklaracija u vezi sa životnom sredinom. Namera je da se ostali standardi iz serije ISO 14020 usklade sa ovim međunarodnim standardom. Ovaj međunarodni standard ne koristi se kao specifikacija za sertifikaciju i registraciju.

<p>ISO 14021:2016 SRPS ISO 14021:2017</p>	<p>Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom - Samodeklarišuće tvrdnje u vezi sa životnom sredinom (označavanje koje se odnosi na zaštitu životne sredine tipa II)</p>	<p>Utvrđuje zahteve za samodeklarišuće tvrdnje u vezi sa životnom sredinom, uključujući i stavove, simbole i grafičke oznake koji se odnose na proizvode. Opisuje izabrane termine koji se uobičajeno koriste u tvrdnjama u vezi sa životnom sredinom i takođe pruža kvalifikacije za njihovu upotrebu. Takođe, opisuje opštu metodologiju vrednovanja i verifikacije samodeklarišućih tvrdnji u vezi sa životnom sredinom i specifične metode vrednovanja i verifikacije za izabrane tvrdnje.</p>
<p>ISO 14024:2018 SRPS ISO 14024:2018</p>	<p>Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom - Označavanje u vezi sa životnom sredinom tipa I - Principi i procedure</p>	<p>Utvrđuju se principi i procedure razvoja programa obeležavanja u vezi sa životnom sredinom tipa I, uključujući izbor kriterijuma za proizvode, karakteristike funkcija proizvoda, ocenjivanje i prikazivanje usaglašenosti. Utvrđuju se procedure sertifikacije za dobijanje oznake.</p>
<p>ISO 14025:2006 SRPS ISO 14025:2007</p>	<p>Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom - Deklaracija u vezi sa životnom sredinom tipa III - Principi i procedure</p>	<p>Ustanovljavaju se principi i utvrđuju procedure za razvijanje programa i deklaracija tipa III u vezi sa životnom sredinom. Specificira korišćenje serije standarda ISO 14040 za razvoj programa deklaracija tipa III i deklaracija tipa III u vezi sa životnom sredinom. Takođe, ISO 14025:2006 uspostavlja principe za korišćenje informacija u vezi sa životnom sredinom, pored onih koji su dati u ISO 14020:2000. Deklaracije tipa III koje su opisane u ISO 14025:2006 imaju primarnu svrhu za poslovnu “business-to-business” komunikaciju, ali, pod određenim uslovima, mogu koristiti i u “business-to-consumer” komunikaciji.</p>
<p>ISO 14026:2017 SRPS ISO 14026:2019</p>	<p>Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom – Principi, zahtevi i smernice za komunikaciju u vezi informacija o otisku</p>	<p>ISO 14026:2017 daje principe, zahteve i smernice za komunikaciju o otisku za proizvode koji se bave onim područjima koja izazivaju brigu u odnosu na životnu sredinu. ISO 14026:2017 takođe daje zahteve i smernice za programe komunikacije o otisku, kao i zahteve za procedure verifikacije.</p>

ISO/TS 14027:2017 SRPS ISO/TS 14027:2019	Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom – Razvijanje pravila za kategorije proizvoda	Standard daje uputstva, principe, zahteve i smernice za razvijanje, preispitivanje, registrovanje i ažuriranje pravila za kategorije proizvoda u okviru tipa III deklaracije u vezi sa životnom sredinom ili program komunikacije u vezi otiska zasnovan na ocenjivanju životnog ciklusa (LCA) prema ISO 14040 i ISO 14044 kao i ISO 14025, ISO 14046 i ISO/TS 14067. Pruža uputstvo za pribavljenje i integrisanje dodatnih informacija u vezi sa životnom sredinom, bez obzira da li su zasnovane na LCA na koherentan i naučno zasnovan način prema ISO 14025.
---	--	--

Postupak za dobijanje prava na korišćenje eko-znaka pokreće se podnošenjem zahteva, kao i dokaza o ispunjenosti uslova, za dobijanje eko-znaka ministarstvu nadležnom za poslove zaštite životne sredine, u skladu sa zakonom kojim se uređuje zaštita životne sredine, a opširnije se može videti u Pravilniku.

Kriterijumi za eko-znak su izrađeni po ugledu na kriterijume za eko-znak EU (EU cvet). Od trenutka izrade nacionalnog pravilnika o eko-znaku došlo je do promene skoro svih kriterijuma u EU tako da postojeći kriterijumi za nacionalni eko-znak ne prate više važeće verzije EU kriterijuma. Zbog toga je neophodno izvršiti reviziju postojećeg Pravilnika uzimajući u obzir dodatne grupe proizvoda i usluga, kao i prioritete koji će biti drfinisani za zelene javne nabavke i zastupljenost odgovarajućih proizvoda/usluga na tržištu Republike Srbije (Program razvoja cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za period 2022-2024. godine, 2021)

Eko-znak je u direktnoj vezi sa cirkularnom ekonomijom. On je jedan od “zelenih alata” za životnu sredinu, ali nije zakonska obaveza već dobrovoljni sistem. Potrebno ga je učiniti dodatno privlačnim za organizacije da bi se one uopšte odlučile za eko-znak.

Integracijom mera iz oblasti eko-označavanja u okviru Programa za cirkularnu ekonomiju, mogli bi se postići konkretniji pomaci na polju povećanja broja proizvoda sa nacionalnim eko-

znakom u Srbiji. Dobro prihvatanje eko-znaka i podizanje nivoa svesti u vezi sa eko-znakom je od suštinske važnosti i za potrošače i za zelene javne nabavke. Trebalo bi izbeći rizike: da se postojeći kriterijumi za eko-znak usled nedovoljnog planiranja konkretnih akcija dodatno udalje od standarda EU, da organizacije zbog nedovoljne tražnje za ovakvim proizvodima i nedovoljnog promovisanja eko-znaka na kraju odustaju od registrovanja proizvoda u sistem eko-znaka, ili još gore – da one organizacije koje su ostvarile registracije za svoje proizvode odustanu od daljeg održavanja registracija. Za aktivnosti u vezi eko-znaka u Republici Srbije zaduženo je Ministarstvo zaštite životne sredine – Grupa za standarde i čistiju proizvodnju, Sektor za upravljanje životnom sredinom (Vasiljković i Petrović, 2020).

Eko-oznake su instrumenti čiji je cilj komunikacija proizvođača sa potencijalnim kupcima, tako što se proizvođači angažuju da svoj proizvod prikažu kao održiv i ekološki prihvatljiv.

Prema novijim studijama, prisutan je porast interesovanja za dobijanje eko-znaka, kao i porast prodaje proizvoda sa eko-znakom. Međutim, i pored niza prednosti koje sa sobom nosi eko-znak, prisutni su i određeni nedostaci. Jedan od primarnih nedostataka eko-znaka ogleda se u činjenici da je ekološka informacija na oznaci veoma kratka, što je posledica ograničenog prostora na kome se ona može štampati. Pored toga, potrošači pri kupovini ne mogu obratiti potpunu pažnju na sve podatke koji su im prezentovani. Nameće se zaključak da većina proizvođača eko-znak na svojim proizvodima koristi i u čisto marketinške svrhe, kako bi privukli i sve one potrošače kojima je bitno da proizvod ima ekološki status i da doprinosi zaštiti životne sredine (Janjić i Stojanović - Trivić, 2020).

Ministarstvo zaštite životne sredine – Grupa za standarde i čistiju proizvodnju je u 2019. godini izdalo pet rešenja o dodeli prava na korišćenje eko-znaka Republike Srbije. Pravo da nose ovu prestižnu nacionalnu oznaku o zaštiti životne sredine imaju ukupno 323 proizvoda, odnosno 316 proizvoda kompanije “Tarkett“ iz Bačke Palanke iz asortimana drvenih podova i 7 proizvoda kompanije “Wienerberger DOO Kanjiža“ (ranije Potisje Kanjiža) iz asortimana presovanog crepa. U 2022. godini pomenute dve kompanije su započele postupak podnošenja zahteva za korišćenje prava na eko-znak za još tri godine (resertifikacija) za iste grupe proizvoda, ali za artikle koji će nositi druge nazive.

3.2. Ekološko označavanje građevinskih proizvoda

Eko-označavanje građevinskih materijala ima za cilj da pruži informacije o uticaju na životnu sredinu koji ima proizvodnja i upotreba građevinskih materijala. Ova vrsta eko-oznaka uzima u obzir zadovoljavanje standarda koji se odnose na životnu sredinu kao i zdravstvenih standarda. Uzimaju se u obzir određene kategorije materijala u pogledu specifičnih kvaliteta ili svojstava koji se smatraju prikladnim za postupak verifikacije (uključujući revizije proizvođača na licu mesta). U oblasti građevinske industrije trebalo bi usvojiti praksu ekološkog označavanja materijala pre nego što se negativni uticaji na životnu sredinu ispolje. Eko-označavanje u građevinskoj industriji uzima u obzir (Amani & Hosseini, 2012):

- ekonomsku primenu;
- implementaciju na životnu sredinu;
- socijalnu implementaciju.

Kad su u pitanju ekonomski faktori, bitno je projektovati zgrade naparavljene od materijala koji će usloviti nižu potrošnju energije. Arhitekta, projektanti zgrada i stanodavci imaju zajednički cilj, a to je da obezbede komforne, energetske efikasne i finansijski isplative zgrade koje ne ugrožavaju životnu sredinu.

Niska cena je novi koncept u građevinskoj industriji i znatno utiče na budžet pri izgradnji. Sve više se koriste lokalno dostupni materijali za gradnju. Troškovi izgradnje zgrade mogu se podeliti u dva dela, uključujući (I) troškove građevinskog materijala i (II) troškove rada.

Ekološki faktori su brojni kad je u pitanju eko-označavanje. Glavni cilj eko-obeležavanja u građevinarstvu je realizacija zgrada na bazi analize životnog ciklusa materijala (LCA) pri čemu se koriste specifične tehnike gradnje. Manje zagađenje životne sredine i manja ugroženost ljudskog zdravlja, postiže se primenom “zelenih” građevinskih materijala. “Zeleni” građevinski materijali moraju imati nisku emisiju, mali stepen zagađenja i manji fiziološki rizik. Izbor zelenih građevinskih materijala koji izazivaju manje zagađenje, trebalo bi da se zasniva na predviđanju da takav materijal može sprečiti štetne uticaje u gradnji narušavanja zdravlja korisnika na duži rok. Ne postoje pravila za ocenu ekološke oznake građevinskog materijala sa niskim zagađenjem.

Postoje propisi o zabrani otrovnih materija u građevinskim materijalima i ograničenju njihovih sadržaja u skladu sa dozvoljenim količinama koje nisu opasne po zdravlje ljudi, a regulisano je na nacionalnom nivou. Ovako formulisani indeksi predstavljaju samo kontrolu nad osnovnom otrovnom supstancom. Građevinski proizvodi napravljeni od recikliranih materijala smanjuju količinu čvrstog otpada, smanjuju potrošnju energije u proizvodnji materijala i doprinose uštedi prirodnih resursa. Važnost recikliranja zelenih građevinskih materijala zasniva se na upotrebi materijala koji se mogu reciklirati. Postoje dve osnovne potrebe, jedna je da se osigura osnovna namena ovih građevinskih materijala, a druga da neće stvoriti sekundarno zagađenje i štetu po zdravlje ljudi usled upotrebe reciklabilnih materijali (Amani & Hosseini, 2012).

Osam nacija je 2002. godine formiralo je svetski Savet za zelenu gradnju (eng. *World Green Building Council* – GBC), savez nacionalnih saveta, čija je misija da se ubrza transformacija izgrađenog okruženja ka održivosti. Zajedno, ove nacije predstavljaju 50% globalnih građevinskih aktivnosti i njihovi saveti utiču na više od deset hiljada preduzeća i organizacija.

Svetski GBC organizuje međunarodni forum i pruža proverene alate koji značajno ubrzavaju tržište transformacija od tradicionalne, neefikasne građevinske prakse ka novoj generaciji zgrada visokih performansi. To obezbeđuje “brendiranje“ i transformiše veštine i znanja industrije u celini. Ovo je kritički odgovor strategije za gradove i zemlje širom sveta da pojačaju svoje nacionalne i međunarodne obaveze za smanjenje emisije ugljenika i da preispitaju druge uticaje na životnu sredinu. GBC je veoma efikasan u angažovanju lidera u svim sektorima za transformaciju izgrađenog okruženje. Ovi predlozi su dokazani, ponovljivi i stvaraju zamah u izgradnji.

Svetski GBC zasniva se na sledećim kriterijumima ocenjivanja (Medineckiene et al, 2014):

- Australija – Green Star,
- Kanada – LEED Canada™,
- Nemačka – DGNB Certification System,
- Indija – IGBC Rating System & LEED India™ Green Building Rating Systems,
- Japan – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE),
- Novi Zeland – Green Star NZ,

- Južna Afrika – Green Star SA,
- Ujedinjeno Kraljevstvo – BREEAM,
- Sjedinjene Američke Države – LEED Green Building Rating System™
- Švedska – Miljöbyggnad.

Socijalni faktori se ne mogu isključiti iz eko-označavanja. Trajnost je neophodan atribut većine građevinskih materijala i komponenti. Ako se posmatraju zgrade od opeke, opeke mogu trajati hiljadama godina u sušnoj klimi, ali mogu se brzo raspasti u mokrom. Ovo je pokazalo da trajnost nije apsolutni kvalitet predmeta, već predstavlja izraz ljudske percepcije kvaliteta koji se menja sa okolinom- ona podrazumeva verovatnoću trajanja (Amani & Hosseini, 2012).

Održivi razvoj u industriji građevinskih materijala u skladu je sa ciljevima UN Agende 21 o održivoj izgradnji, što je holistički način razmišljanja o zgradama koje podstiču harmoniju između prirodnog i izgrađenog okruženja (Du Plessis et al., 2001). Građevinski materijali treba da se proizvode na održiv način, a njihov dizajn da bude orijentisan ka životnoj sredini. Uticaj na životnu sredinu svakog od građevinskih proizvoda, zavisi od nagomilanih unutrašnjih i spoljašnjih opterećenja. Firme koje žele da grade održive zgrade sa većom verovatnoćom će koristiti ulaze (materijale) koji su sertifikovani kao održivo proizvedeni. To motiviše proizvođače i dobavljače građevinskog materijala da dobiju verodostojan oblik sertifikata ili eko-znaka (Blengini & Shields, 2010). Tokom poslednje dve decenije, kreirano je nekoliko sertifikata zelene gradnje koji uzimaju u obzir društvene, ekonomske i ekološke aspekte održivosti zgrada (Amiri et al., 2020).

Ubrzane promene u svim sferama života i delatnosti modernog čovečanstva, pa tako i u građevinskoj industriji, praćene su sve većom ekološkom osvešćenošću u korišćenju i određivanju ekološkog potencijala građevinskih materijala. Ekološki potencijal odnosi se na određivanje količine oslobođenog CO₂ i uložene energija koja se oslobodi pri proizvodnji jedinice građevinskog materijala. Za postizanje održivog razvoja potrebno je posvetiti više pažnje, kako uravnoteženoj proizvodnji, tako i potrošnji sirovinskih i energetske izvora. Kako bi se smanjila emisija gasova staklene bašte, građevinarstvo se mora preusmeriti na prirodne materijale, kao što su drvo i kamen. Obnovljive građevinske materijale trebalo bi uključiti već u fazi projektovanja objekata.

Okvirna direktiva o otpadu⁵ (eng. *Waste Framework directive legislation-WFD*) postavila je zahtev zemljama članicama da do 2020. godine preduzmu potrebne mere i aktivnosti za ponovno korišćenje, recikliranje i druge vrste upotrebe materijala iz neopasnog građevinskog otpada u cilju povećanja na najmanje 70% mase od ukupno generisanog građevinskog otpada (Pečur i dr., 2012).

Programom upravljanja otpadom u Republici Srbiji za period 2022-2031. godina, opisano je postojeće stanje u oblasti upravljanja otpadom. U Republici Srbiji trenutno ne postoji praksa odvojenog sakupljanja otpada od građenja i rušenja, i ne postoji šema za reciklažu ove vrste otpada. Količine otpada od građenja i rušenja kao i asfalt, recikliraju se u malim količinama – manje od 1.000 t u 2018.godini. Sam proces recikliranja zavisi od razdvajanja na izvoru koje se u praksi nedovoljno primenjuje, a nedostaju i standardi kvaliteta za tretirani otpad od građenja i rušenja. I dalje je prisutno mešano prikupljanje otpada čime se smanjuje mogućnost recikliranja a povećava stepen zagađenja. Statistički podaci o prikupljenom i recikliranom otpadu od građenja i rušenja nisu dovoljno pouzdani. Zvanični podaci Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije za 2021. godinu ukazuju na pad generisanog otpada od građenja i rušenja od 19% (590.442 t) u odnosu na 2020. godinu (729.000 t). Ukoliko se primeni poređenje sa generisanim količinama otpada od građenja i rušenja u EU, nameće se zaključak da su generisane količine ovog otpada u Srbiji znatno veće (Ministarstvo zaštite životne sredine; <https://www.ekologija.gov.rs/dokumenta/upravljanje-otpadom/program>).

Doprinos održivoj gradnji moguće je ostvariti pravilnim izborom građevinskih materijala. Pravilan izbor građevinskog materijala treba da ima najmanji mogući uticaj na životnu sredinu tokom njegovog celokupnog životnog ciklusa - od upotrebe sirovina za proizvodnju, pa do konačnog odlaganja. Ovakav pristup obuhvata: upotrebu prirodnih sirovina i potrošnju energije, način proizvodnje, održavanje, te mogućnost recikliranja ili odlaganje. Tokom procesa proizvodnje građevinskih materijala, neophodno je detaljno pratiti ulazne i izlazne parametre,

⁵ Council Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008

Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance)

utrošenu energiju, transport, emisiju štetnih materija i uticaj nastalog otpada nastalog u proizvodnji na okolinu (Štirmer, 2012).

Prema Štirmer (2012), analiza izbora sirovina i korišćenje resursa za proizvodnju građevinskih materijala trebalo bi da se usmeri na:

- prednost upotrebe obnovljivih materijala u odnosu na neobnovljive,
- efikasnost resursa – korišćenje manje količine materijala,
- ponovnu upotrebu materijala,
- upotrebu recikliranih materijala/ostatataka iz proizvodnje,
- upotrebu materijala koji se mogu reciklirati.

Sistem za sertifikaciju BREEAM (eng. *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) definiše ekobodove kojima ocenjuje održivost materijala, a temelji se na uticaju jednog stanovnika Evrope na životnu sredinu, što je prikazano u tabeli 6 (Štirmer, 2012).

Tabela 6. Ekobodovi BREEAM (Štirmer, 2012)

Uticaj na životnu sredinu	Uticaj jednog stanovnika Evrope godišnje	(%)
Klimatske promene	12,3 t ekv. CO ₂ (100 god.)	21,6
Crpljenje vode	377 m ³	11,7
Korišćenje ruda	24,4 t	9,8
Uništavanje ozona	0,217 (kg ekv. CFC-11)*	9,1
Toksičnost za čoveka	19,7 (t ekv. 1,4-dihlorbenzen)	8,6
Ekotoksičnost za vodu	13,2 (t ekv. 1,4-dihlorbenzen)	8,6
Nuklerani otpad	23700 mm ³	8,2
Ekotoksičnost za zemlju	123 (kg ekv. 1,4-dihlorbenzen)	8,0
Nastanak otpada	3.75 t	7,7
Korišćenje fosilnih goriva	6,51 (t ekv. nafte)	3,3
Eutrofikacija	32,5 (kg ekv. PO ₄)	3,0
Nizak nivo stvaranja ozona	21,5 (kg ekv. C ₂ H ₄)	0,2
Taloženje kiselina	71,2 (kg ekv. SO ₂)	0,05
*hlorfluorugljenik		

Prema Asif (2009), različite vrste građevinskih materijala različito utiču na potrošnju energije i na životnu sredinu, što je prikazano u tabeli 7.

Tabela 7. Odnos potrošnja energije i uticaja na životnu sredinu različitih vrsta građevinskih materijala (Asif, 2009)

Materijal	Energija (GJ/m ³)	Uticaj na okolinu		
		Potencijal globalnog zagrevanja ¹ (kg/m ³)	Potencijal zakiseljavanja ² (kg/ m ³)	Potencijal kreiranja fotohemijskog smoga (kg/m ³)
Aluminijum	497	29975,4	162	321,3
Opeka	5,4	342	3,6	30,6
Keramičke pločice	16	1142	8	102
Beton	4,8	156	2,4	0,72
Staklo	19,2	1365,6	96	4,8
Malter	4,5	238,5	2,7	1,8
Crep	2,2	288,2	2,2	2,2
PVC	116	1932	17,9	0,69
Čelik	200	17840	80	6720
Drvo	1,65	63,8	0,55	0,55
		¹ ekvivalent CO ₂ u kg ² ekvivalent SO ₂ u kg		

3.3. Energetski pasoš

Energetski pasoš, kao kategorija energetske sertifikacije zgrada, primenjuje se u Srbiji od 2012. godine.

Prema Todorović i Rajčić “svaka nova zgrada u Srbiji, prema važećim pravilnicima, mora biti projektovana i izgrađena na način da se ne prekorači maksimalno dozvoljena godišnja finalna energija za grejanje, koja je propisana. Isti zahtev važi za sve kategorije novih zgrada, kao i za postojeće nakon dogradnje, rekonstrukcije, adaptacije, sanacije, obimnije obnove ili energetske sanacije. Indikator za određivanje energetskog razreda zgrade, u prelaznom periodu, jeste specifična godišnja potrebna energija za grejanje. Nakon unapređenja relevantnih nacionalnih podzakonskih akata, računata je ukupna godišnja primarna energija i korišćena kao indikator” (2017: 10).

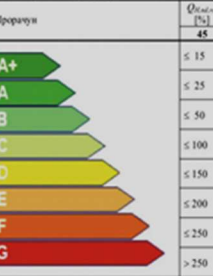

Energetski pasoš za zgradu Todorović i Rajčić definišu kao: “dokument u kome su predstavljena energetska svojstva zgrade, prema jedinstveno utvrđenim kriterijumima i

metodologiji, a služi kao sredstvo informisanja vlasniku zgrade, ministarstvu nadležnom za poslove građevinarstva, kao i svim ostalim zainteresovanim stranama” i treba da sadrži:

- “informaciju o zgradi: kategorizaciju zgrade, mesto, adresu, broj katastarske parcele,
- godinu izgradnje/rekonstrukcije,
- tačnu namenu zgrade, fotografiju zgrade,
- podatke o vlasniku/ investitoru/pravnom zastupniku,
- informaciju o potrebnoj energiji (energetski razred),
- informaciju o primenjenim elementima termičkog omotača i tehničkim sistemima u zgradi (uključujući i izvore energije koji se koriste),
- informaciju o energetskim potrebama i emisiji CO₂ i
- listu preporuka za smanjenje energetske potrošnje i uštede novca” (2017: 11).

Energetski pasoš važi 10 godina od datuma izdavanja, a zgrade kategorise u energetske razrede od A+ (najefikasniji) do G (najneefikasniji). Za određivanje energetskog razreda glavni indikator je teoretska/izračunata finalna energija za grejanje izražena u kWh/m² godišnje. Na trećoj strani energetskog pasoša unose se podaci o izračunatoj primarnoj energiji potrebnoj za grejanje i emisiji CO₂. “Tehnički prijem uključuje kontrolu usaglašenosti izvršenih radova sa građevinskom dozvolom i tehničkom dokumentacijom na osnovu koje je objekat izgrađen, kao i sa tehničkom regulativom i standardima koji se odnose na određenu vrstu radova, materijala, opreme i instalacija (član 154 Zakona o planiranju i izgradnji). Izveštaj o obavljenom energetskom pregledu koristi se za izradu energetskog pasoša. Prilikom podnošenja zahteva za izdavanje upotrebne dozvole, prilažu se izveštaj o obavljenom tehničkom prijemu i energetski pasoš za zgradu” (Todorović i Rajčić, 2017: 19).

U praksi se za energetske sertifikacije zgrada koriste tri tipa energetskih pasoša – za stambene zgrade, nestambene zgrade i zgrade druge namene koje koriste energiju (slika 6). Za energetske pasoše koji se koriste za stambene i nestambene zgrade karakteristično je da imaju po pet strana, dok se za ostale zgrade koristi energetski pasoš sa tri strane. Proces energetskog pregleda zgrade sprovodi se nakon završetka gradnje, paralelno sa tehničkim prijmom zgrade (Todorović i Rajčić, 2017).

fotografija zgrade (jedna mogućnost)		fotografija zgrade (jedna mogućnost)		fotografija zgrade (jedna mogućnost)	
ЗГРАДА <input type="checkbox"/> нова <input checked="" type="checkbox"/> postojeća Kategorija zgrade: 1. Zgrada sa jednim stanom 2. Zgrada sa više stanova Mesto, adresa: Katastarski parcelni broj: Vlasnik/investitor/tražilac/zastupnik: Ime/imec: Godina izgradnje: Godina rekonstrukcije/energetske sanacije: Neto površina A_n [m ²]:		ЗГРАДА <input type="checkbox"/> нова <input checked="" type="checkbox"/> postojeća 1. Upravna ili poslovna zgrada 2. Zgrada namenska obrazovnoj i kulturnoj Kategorija zgrade: 3. Zgrada zdravstvene i socijalne zaštite 4. Zgrada turistička i ugostiteljska 5. Zgrada za sport i rekreaciju 6. Zgrada zdravne i uslužbene delat.		ЗГРАДА <input type="checkbox"/> нова <input type="checkbox"/> postojeća Naziv zgrade: Mesto, adresa: Katastarski parcelni broj: Vlasnik/investitor/tražilac/zastupnik: Ime/imec: Godina izgradnje, rekonstrukcije, energetske sanacije: Neto površina unutar trokutnog omočaja zgrade A_n [m ²]:	
Енергетски пасош за стамбене зграде Прорачун: $Q_{del,el}$ [%] 45, $Q_{del,th}$ [kWh/(m ² a)] 34 		Енергетски пасош за нестамбене зграде Прорачун: $Q_{del,el}$ [%] 45, $Q_{del,th}$ [kWh/(m ² a)] 84 		Енергетски пасош за остале зграде 	
Подаци о лицу које је издало енергетски пасош Овлашћена организација: Потпис овлашћеног лица и печат организације: _____ М.П. (потпис) Одговорни инжењер: Потпис и печат одговорног инжењера EE: _____ М.П. (потпис) Број пасоша: Датум издавања/рок важења:		Подаци о лицу које је издало енергетски пасош Овлашћена организација: Потпис овлашћеног лица и печат организације: _____ М.П. (потпис) Одговорни инжењер: Потпис и печат одговорног инжењера: _____ М.П. (потпис) Број пасоша: Датум издавања/рок важења:		Подаци о лицу које је издало енергетски пасош Овлашћена организација: Потпис одговорног лица и печат организације: _____ М.П. (потпис) Одговорни инжењер: Потпис и печат одговорног инжењера: _____ М.П. (потпис) Број пасоша: Датум издавања/рок важења:	

Slika 6. Prva strana energetskog pasoša (Izvor: Todorović i Rajčić, 2017)

3.4. Metode eko-označavanja za građevinske proizvode

Dizajn za životnu sredinu (eng. *Design for Environment-DFE*) je uveden da bi se smanjio uticaj proizvoda na životnu sredinu (Allenbi & Fullerton, 1991). DFE privlači sve veću pažnju kako akademske javnosti tako i proizvođača i potrošača, jer je sve više ozbiljnih ekoloških problema koji zahtevaju njegovu primenu kao vida poboljšanja stanja životne sredine. Proizvođači se suočavaju sa sve većim pritiscima da obezbede ekološki prihvatljive proizvode, vlade donose niz novih ekoloških propisa u ovoj oblasti, a raste i ekološka svest potrošača (Hong, Wang & Gong, 2019).

Prema Stevanović Čarapina i Mihajlov (2010a), svrha “zelenog dizajna proizvoda” je da identifikuje, proceni i minimizuje sve uticaje na životnu sredinu. To se postiže sistemskim razmatranjem performansi dizajna proizvoda u odnosu na njegov uticaj na životnu sredinu, zdravlje i bezbednost tokom celokupnog životnog ciklusa - od nastanka do odlaganja. U skladu sa tim, isti autori definišu pravila eko dizajna:

1. Proizvod treba dizajnirati misleći na životnu sredinu (ljudsko zdravlje, zdravlje ekosistema, na sadašnje i buduće generacije i resurse – jednakost među generacijama).
2. Potrebno je minimizirati direktni i indirektni uticaj na životnu sredinu na sve moguće načine.
3. Uspostaviti “zdravu mešavinu” kreativnih dostignuća, inovativnosti i tehničkih zahteva.

Pri dizajniranju proizvoda za tržište (eko-dizajn pristup) mogu se sumirati sledeće aktivnosti (Stevanović Čarapina i Mihajlov, 2010a):

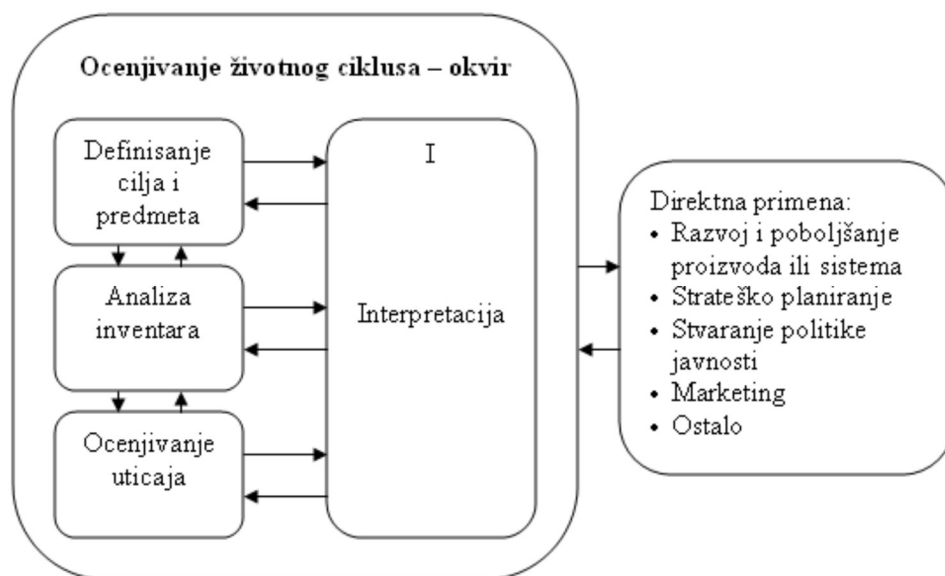
1. Definisanje cilja dizajna projekta (postavljanje liste specifičnih ciljeva i postavljanje opštih zahteva).
2. Definisanje osnovne funkcije proizvoda – postavljanje zahteva za trajnost proizvoda.
3. Uspostavljanje liste estetskih razmatranja (definisanje ergonomskih zahteva i definisanje zahteva za bezbednost proizvoda).
4. Prikazivanje strukture potrebnih performansi i kvaliteta koje proizvod treba da postigne.
5. Postavljanje ciljeva zaštite životne sredine.
6. Postavljanje liste specifičnih zahteva u vezi ugradnih materijala, efikasnosti, povraćaja oporavka na kraju životnog ciklusa, reciklaže i slično.
7. Uključivanje kvantifikovanja ciljeva gde je to moguće.
8. Postavljanje proizvodnog postupka, zadavanje zahteva i ograničenja pri proizvodnom postupku.
9. Postavljanje ciljeva za dostizanje.
10. Ugradnja propisa i standarda, navođenje, standarda ili kodeksa proizvodne prakse relevantne za proizvod.
11. Izračunavanje troškova. Određivanje granica za proizvodne troškove, kako bi se osiguralo da je proizvod konkurentan na tržištu.

3.4.1. Analiza životnog ciklusa (*Lyfe Cycle Assessment – LCA*)

Analiza životnog ciklusa (*Lyfe Cycle Assessment - LCA*) je metodološki alat koji se koristi u industriji za procenu uticaja proizvoda na životnu sredinu i poboljšanje efikasnosti rada i proizvodnje. Oblasti u kojima se najčešće primenjuje su: upravljanje otpadom, građevinarstvo, poljoprivreda, transport i hemijski sektor. Standardi ISO 14040 i 14044 daju principe, okvire, zahteve i uputstva za sprovođenje postupka ocenjivanja životnog ciklusa (Stevanović Čarapina i Mihajlov, 2010a).

Prema Stevanović Čarapina i dr. (2010), tehnika ocenjivanja životnog ciklusa (LCA) predstavlja instrument koji uzima u obzir sve operacije vezane za jedan proizvod ili uslugu. Autori izdvajaju četiri faze u studiji LCA (prikazane su na dijagramu 5):

1. faza definisanja cilja, predmeta i područja primene,
2. faza analize inventara životnog ciklusa,
3. faza ocenjivanja uticaja životnog ciklusa na životnu sredinu,
4. faza interpretacije rezultata životnog ciklusa.



Dijagram 5. Faze studije ocenjivanja životnog ciklusa (Izvor: Stevanović Čarapina, Jovović i

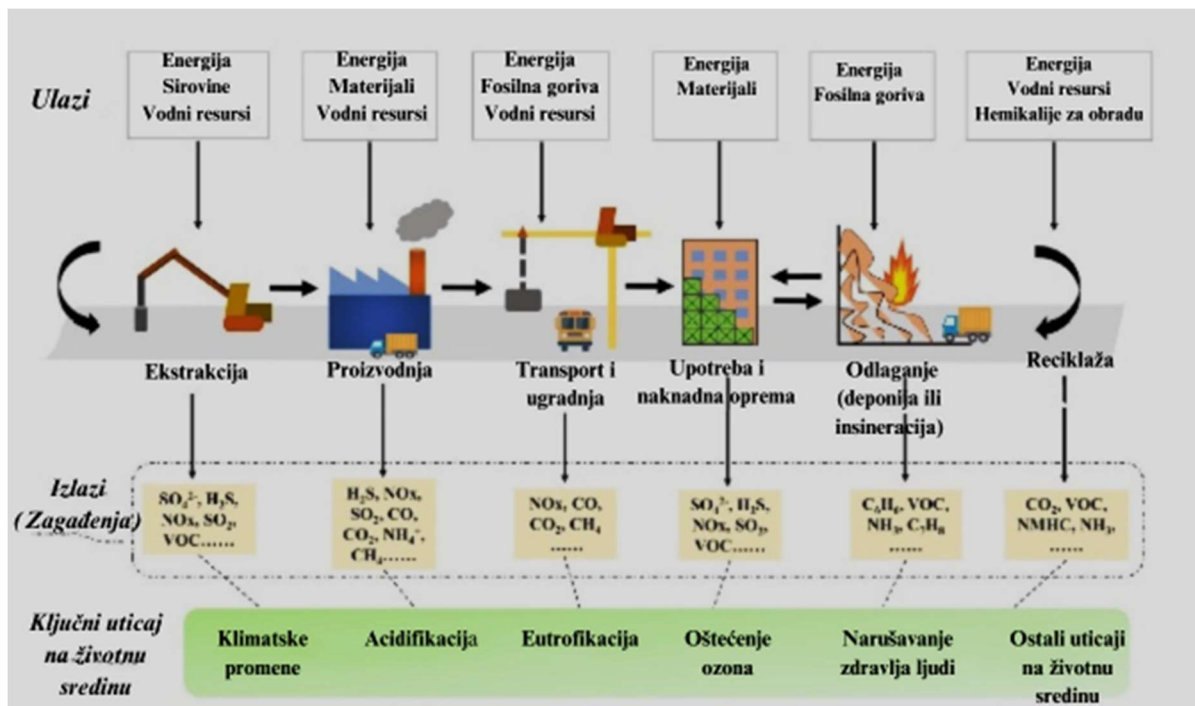
Stepanov, 2010)

Glavni ciljevi LCA za građevinske materijale su kvantifikovanje i procena ekoloških performansi materijala tako da donosioci odluka mogu da uporede i izaberu materijale sa najmanjim uticajem na životnu sredinu. Pored toga, LCA pruža osnovu za procenu potencijalnih poboljšanja u performansama materijala za smanjenje njihovog ukupnog uticaja na životnu sredinu (Ding & Ding, 2020).

Uticaj građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu, posmatran kroz koncept LCA, bio je predmet brojnih naučnih istraživanja usmerenih na ostvarivanje ciljeva održivog razvoja. To se prvenstveno odnosi na smanjenje potrošnje prirodnih resursa, primenu cirkularne ekonomije, veću upotrebu obnovljivih izvora energije i što manje generisanog otpada u ovoj oblasti (Papadaki et al., 2022; López-Aguilar, et al. 2019; Hildebrand & Hollberg, 2018; Meex et al. 2018; Gazula Santos, 2014).

Kako bi se analizirao uticaj građevina na životnu sredinu, provedene su neke međunarodne LCA studije (Bribián et al. 2009; Saner et al. 2013; Zhang et al. 2013; Hoxha et al. 2016). Slične analize obuhvatile su i uticaj građevinskih materijala na životnu sredinu (Buyle et al. 2013; Castell et al. 2013; Ibbotson and Kara 2013; Lasvaux et al., 2015). Otkriveno je i da građevinski materijali mogu biti odgovorni za 20-90% porasta indikatora GWP, a varijacije su uglavnom uzrokovane građevinskim projektima i energijom sadržanom u upotrebljenim materijalima (Hoxha et al. 2016). Informacije o uticajima tradicionalnog procesa proizvodnje opeke na životni ciklus su ograničene.

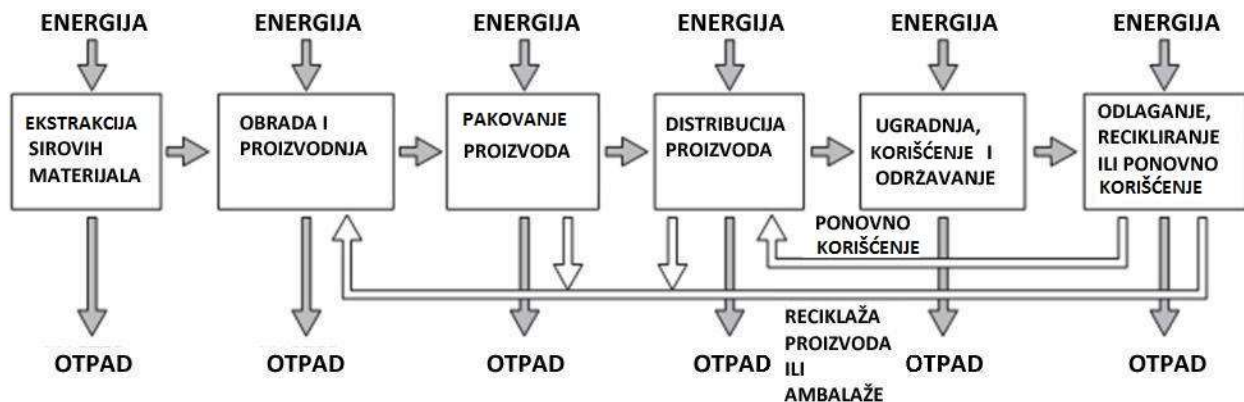
Prema Huang et al. (2020), svaki životni ciklus građevinskog materijala uključuje potrošnju resursa, energije i emisije zagađivača koje variraju po svojim ulaznim i izlaznim vrednostima. Na dijagramu 6 su prikazani ključni uticaji na životnu sredinu tokom životnog ciklusa građevinskih materijala.



Dijagram 6. Ključni uticaji na životnu sredinu tokom LCA građevinskih proizvoda

(Izvor: Huang et al., 2020)

Dokšanović i dr. (2012), ističu da većina materijala ima linearni životni ciklus. Materijali od vađenja do odlaganja samo jednom prolaze kroz životni ciklus, sa izuzetkom pojedinih materijala koji imaju delimično kružno kretanje. To podrazumeva da se mogu ponovo koristiti, da se ponovo mogu proizvoditi pojedine komponente ili ih je moguće reciklirati (dijagram 7). Idealnim životnim ciklusom materijala smatra se ciklus koji bi imao kružni tok, odnosno zatvorena petlja u kojoj bi otpad jednog procesa ili proizvoda bio “hrana” za neki drugi proces ili proizvod.



Dijagram 7. Životni ciklus materijala ili proizvoda sa uobičajenim fazama (Izvor: Dokšanović, Farkaš i Njegovanović, 2012)

U proizvodnji glinenih opeka LCA se koristi kao međunarodno i naučno priznat pristup koji meri uticaj proizvoda na životnu sredinu analizom svih ulaza (npr. sirovina i energije) i izlaza (npr. emisija i otpada) koji nastaju kao rezultat proizvodnje tog proizvoda, transporta, ugradnje, korišćenja, održavanja i na kraju odlaganja (CBA; <https://www.claybrick.org/lca-life-cycle-assessment-clay-brick-walling-south-africa>)

- LCA kvantifikuje potrošene resurse i emisije proizvedene tokom celog životnog ciklusa proizvoda, a zatim procenjuje njegov uticaj na specifične aspekte životne sredine, kao što su zdravlje ljudi, klimatske promene i šteta po ekosisteme.
- Društveni aspekt LCA koristi sličan okvir kao i ekološki aspekt LCA, ali procenjuje kako proizvod utiče na radnike, zajednicu i potrošača u smislu socio-ekonomskih faktora, kao što su ljudska prava, uslovi rada i zdravlje i bezbednost.

Procena životnog ciklusa koristi se za identifikaciju najznačajnijih uticaja na životnu sredinu, kao osnova za definisanje minimalnog broja jednostavnih kriterijuma za dodelu ekološkog znaka. Ovaj proces uvodi niz problema koji se ne pojavljuju uvek u drugim primenama LCA (Clift, 1993).

Povećanje broja i složenosti proizvoda svih vrsta glavni je uzrok aktuelnih ekoloških problema. Proizvođači i distributeri koriste različite vrste eko-oznaka, kako bi dobrovoljno dali ekološke informacije o svojoj robi. Pružajući tačne i relevantne informacije, eko-oznake imaju za cilj da pomognu potrošačima da identifikuju te proizvode i usluge sa boljim ekološkim učinkom u poređenju sa drugim ekvivalentnim proizvodima ili uslugama. Pristup životnog ciklusa (LCA) treba primeniti prilikom definisanja pravila za dodelu eko-oznaka, bez obzira na vrstu, kako bi se izbegla promena uticaja između različitih kategorija uticaja, faza životnog ciklusa ili geografskih područja. Šeme označavanja za održive ili zelene zgrade (kao što su BREEAM, LEED ili DGNB) razvijale su se ubrzano poslednjih decenija i glavni su pokretač inovacija i implementacija održivog razmišljanja u građevinskom sektoru (Gazulla Santos, 2014).

Generalno, informacije o životnom ciklusu se uzimaju u obzir pri definisanju pravila za dodelu sertifikata zelenih zgrada. Međutim, LCA metodologija se koristi samo u nekim slučajevima (kao što je *German Sustainable Building Council* - DGNB) za procenu cele zgrade. Pored toga, neke od ovih šema zahtevaju ekološke kvantitativne informacije o korišćenim proizvodima koje se mogu obezbediti korišćenjem EPD-a.

Eko-oznake orijentisane na životni ciklus retko se uključuju u ekološke programe sertifikacije za zgrade, dok jednoatributne eko-oznake su prvi potrebni ekološki kriterijumi za određene materijale (npr. *Forest Stewardship Council*TM – FSCTM u slučaju proizvoda od drveta) (Cobut et al., 2013).

Zbog hitne potrebe da se ubrzaju naponi za smanjenje antropogene emisije gasova staklene bašte – GHG, kompanije procenjuju otisak ugljenika svojih proizvoda i usluga, kako bi bolje razumele njihov doprinos promeni klime. Glavni standardi razvijeni za proračun otiska ugljenika proizvoda i usluga su zasnovani na LCA metodologiji. Međutim, ograničenost procene obima samo jedne kategorije uticaja (globalno zagrevanje), ne daje mogućnost da se na osnovu otiska ugljenika može promovisati proizvod kao proizvod sa ekološki boljim performansama.

Kao i druge ekološke oznake sa jednim atributom, otisak ugljenika je orijentisan ka proceni životnog ciklusa. Ako se uporedi sa eko-oznakama tipa I ili III, koje imaju za cilj evaluaciju svih

aspekata životne sredine i uticaj na ceo životni ciklus proizvoda ili usluge, otisak ugljenika nema taj pristup (Cobut et al., 2013).

Eko-oznake funkcionišu kao neka vrsta pečata odobrenja za ekološki benigne proizvode, što ih čini atraktivnim u marketinške svrhe. Proizvođači objavljuju svoje ekološko upravljanje i odgovornost putem eko-oznaka, dok potrošači zauzvrat pokazuju svoju posvećenost pitanjima životne sredine kupovinom sertifikovanih proizvoda. Zato privatne kompanije i korporacije često biraju da svoje proizvode klasifikuju eko-oznakama koje su sami izradili, prema kriterijumima zasnovanim na LCA, što nije nužno u skladu sa zvaničnim ISO standardima. Takve šeme (tabela 8) pripadaju kategoriji neproverenih ISO oznaka tipa II, tj. samodeklarativne su. Sa druge strane, zvanične šeme ekološkog označavanja tipa I, moraju biti u skladu sa zvaničnim ISO standardima (Munch, 2012).

Tabela 8. Veza između LCA i različitih tipova eko-oznaka (Munch, 2012)

	Eko-oznaka tipa I	Eko-oznaka tipa II	Eko-oznaka tipa III
Opis eko-oznake	Dobrovoljan, na višestrukim kriterijumima zasnovan program eko-označavanja treće strane, u okviru koga se dodeljuje licenca (dozvola) kojom se autorizuje upotreba oznaka na proizvodu u vezi sa životnom sredinom, čime se potvrđuje ukupna pogodnost proizvoda za životnu sredinu u okviru određene kategorije proizvoda, a koji je zasnovan na razmatranju životnog ciklusa	Samodeklarisanje tvrdnjama u vezi sa životnom sredinom – odnosi se na označavanje i deklarisanje u vezi sa životnom sredinom koje se vrši bez sertifikacije treće nezavisne strane, od strane proizvođača, uvoznika, distributera, prodavaca ili bilo koga drugog ko ima koristi od ovakve tvrdnje.	Dobrovoljni program za označavanje zasnovani na kvantifikovanim podacima o životnom ciklusu proizvoda sa aspekta životne sredine, obezbeđenih od strane proizvođača, nezavisno verifikovani (npr. od treće strane) i prezentovani u obliku niza kategorisanih parametara u okviru sektorskih grupa.
ISO standard	ISO 14024	ISO 14021	ISO 14025
LCA metodologija:			

- koristi se za definisanje kriterijuma dodele	Ne u svim slučajevima	Ne	Da
- koristi se da pokaže da proizvod/usluga zaslužuje dodeljene kriterijume	Ne	Ne u svim slučajevima	Da
- koristi se da pruži kvantitativne ekološki informacije dozvoljavajući poređenje različitih proizvoda/ usluga sa eko-oznakom	Ne	Ne	Da

Neke od najčešće korišćenih metoda ekološkog označavanja koje su primenljive na pojedine građevinske materijale su: Metoda Eco-labelling, Metoda ekološke preferencije, Folksamov vodič za životnu sredinu, Ekološka deklaracija za građevinske proizvode, Prirodni korak.

3.4.2. Metoda Eco-labelling

“The Swan” (“Labud”) je tip ekološkog označavanja koji je usvojio Savet ministara nordijskih zemalja (Danska, Švedska, Finska, Norveška, Island). Ovaj sistem eko-označavanja odnosi se u građevinarstvu na: zatvorene sanitarne sisteme, građevinske ploče, sredstva za održavanje podova, lepila, zidne obloge, drveni nameštaj (slika 7).



Slika 7. Nordijski labud

(Izvor: Nordic Swan Ecolabel; <https://www.svanen.se/en/for-licensees/graphical-guidelines/>)

U dokumentu se ne precizira koji su problemi zaštite životne sredine najvažniji, već se kriterijumi koncentrišu na faktore koji su najvažniji tokom životnog ciklusa proizvoda. To su (Jönsson, 2000):

- potrošnja energije tokom proizvodnje,
- recikliranje sirovina i suvišnog otpada tokom proizvodnje,
- korišćenje obnovljivih sirovina,
- sadržaj određenih teških metala i supstanci koji su klasifikovani kao štetni za zdravlje ili životnu sredinu,
- ispuštanje organskih materija tokom proizvodnje,
- upotrebu, sa posebnim zahtevima, organo-hlornih jedinjenja.

Većina kriterijuma usmerena je na proizvodni proces. Iako se ne sprovodi kvantitativna LCA, ipak je perspektiva životnog ciklusa usvojena, što se ogleda u zahtevima pri izboru sirovina, trajnosti i odlaganju. Za definisanje graničnih vrednosti koristi se sledeći kriterijum - supstance klasifikovane kao štetne po životnu sredinu ne smeju biti prisutne u sirovini u koncentracijama većim od 2%.

3.4.3. Metoda ekološke preferencije (*The Environmental Preference Method – EPM*)

Metoda je razvijena u Holandiji kako bi pomogla pri izboru materijala za gradnju i sanaciju. Više od 50% lokalnih holandskih vlasti ovu metodu prihvatilo je kao smernicu za gradnju. Metodom se pokušavaju uporediti dostupni građevinski materijali i proizvodi i izvršiti njihovo rangiranje prema uticaju koji imaju na životnu sredinu. Cilj je pronaći najbolja praktična rešenja u odnosu na postojeća znanja. Kao osnova za poređenje koristi se građevinska komponenta sa specifičnim radnim vekom. Razmatranja poput estetskog izgleda i troškova nisu uključena u ovu metodu. Iz perspektive životnog ciklusa razmatrana su pitanja poput: nedostatka sirovina, ekološke štete nastale vađenjem sirovih materijala, potrošnje energije u svim fazama, potrošnje vode, zagađenja od buke i neprijatnih mirisa, štetne emisije, globalno zagrevanje i kisele kiše, aspekti zdravlja, rizik od katastrofe, ponovna upotreba, otpad. Metoda upoređuje proizvode unutar grupa

materijala ili građevina, a zatim daje preporuke o tome koje proizvode treba koristiti, a koje ne koristiti. Procene se svode na davanje pozitivnog obeležja ili na svrstavanje na “crnu listu”.

Metoda se svodi na kreiranje matrica za svaki proizvod, a svakom proizvodu se dodeljuju znakovi plus (+), nula (0) i minus (-) za svako postavljeno pitanje. Oni koji pregledaju pitanja donose subjektivne odluke. Matrice se ne objavljuju i nema detaljnog objašnjenja kako je koji proizvod obrađivan. Dostupne su opšte informacije o uticaju na životnu sredinu velikog broja građevinskih materijala (Jönsson, 2000).

3.4.4. Folksamov vodič za životnu sredinu (*The Folksam Environmental Guide*)

Ovo je metodološki vodič koji je izdala švedska osiguravajuća kuća *Folksam*. Ima za cilj da proceni i predstavi informacije o uticaju građevinskih proizvoda na životnu sredinu na način koji je lako shvatiti. Klijenti se usmeravaju kako da obnove i grade na manje štetan način, tj. ekološki prihvatljivo. To se postiže korišćenjem “semafor sistema“ u kome svaki proizvod dobija zelenu, žutu ili crvenu boju oznake u zavisnosti od performansi u okruženju. Prikupljaju se informacije za evaluaciju upitnika koji se šalju proizvođačima. Obrazac za procenu je podeljen u devet kategorija, na osnovu kojih se donosi odluka. Nisu navedeni razlozi zašto su odabrane određene kategorije. Konačna odluka nije rezultat nijednog formalnog kvantitativnog procesa procenjivanja, već je subjektivna (Jönsson, 2000).

3.4.5. Ekološka deklaracija za građevinske proizvode (*Environmental Declarationsheets for Building Products*)

Građevinski sektor u Švedskoj razvio je sistem pružanja informacija koje se odnose na sastav građevinskih materijala i proizvoda, kao i njihovog uticaja na životnu sredinu tokom životnog ciklusa. Ovaj sistem predviđen je da bude ujednačen i lako dostupan korisnicima. Primarna svrha ovih deklaracijaje je da daju informacije koje će smanjiti negativne efekte na spoljašnje okruženje. Za dobijanje potpunih informacija o pitanjima zaštite životne sredine u zatvorenom prostoru bave se zasebni deklaracijski listovi. Radno okruženje se ne uzima u obzir i podrazumeva se normalna upotreba.

Deklaracijski listovi uglavnom se baziraju na ISO preporukama za deklaracije proizvoda Tipa II (ISO14021/CD). Informacije koje su bitne za životnu sredinu odnose se na podatke o proizvodu tokom njegovog životnog ciklusa (upotreba energije, upotreba sirovina, emisije u vazduh i vodu, uticaj na zemljište), bez pozivanja na definisani sistem vrednosti. Na primer, u poglavlju raspodela proizvoda takođe se daju podaci koji se odnose na lokaciju proizvodnog mesta, način transporta, organizaciju distribucije i korišćeni sistem pakovanja. Slično tome, poglavlje faza upotrebe rešava pitanja kao što su ugradnja i održavanje, moguće emisije u vazduh i vodu kao rezultat ovih aktivnosti. Takođe se daju informacije o trajnosti i životnom veku proizvoda. Osnova za poređenje ili funkcionalna jedinica, predviđena je za svaku grupu proizvoda pri izradi deklaracijskih listova uporedivih unutar te grupe. Sva ekološka opterećenja ili informacije koje se smatraju relevantnim, prijavljuju se bez obzira da li su određene granične vrednosti ili ne, da li su podaci kvantitativni ili kvalitativni, itd. To je moguće zato što predstavljeni uticaji na životnu sredinu nisu ponderisani jedni protiv drugih, niti sabirani. Prepušteno je korisniku da protumači informacije. Deklaracije za materijale za podne obloge su u fazi izrade (Jönsson, 2000).

3.4.6. Prirodni korak (*The Natural Step*)

Švedski institut "Natural Step", osnovan je 1989. godine sa ciljem da se reši polarizacija rasprave o životnoj sredini u društvu postizanjem konsenzusa sa trenutnim problemima u životnoj sredini. Predlaže četiri osnovna systemska stanja koja treba da se ispune da bi se sačuvala životna sredina:

1. Minimalna upotreba podzemnih mineralnih sirovina,
2. Perzistentna veštačka jedinjenja ne smeju se koristiti,
3. Fizičko stanje ekosistema mora biti sačuvano,
4. Potrošnja energije u društvu mora se ravnomerno smanjivati.

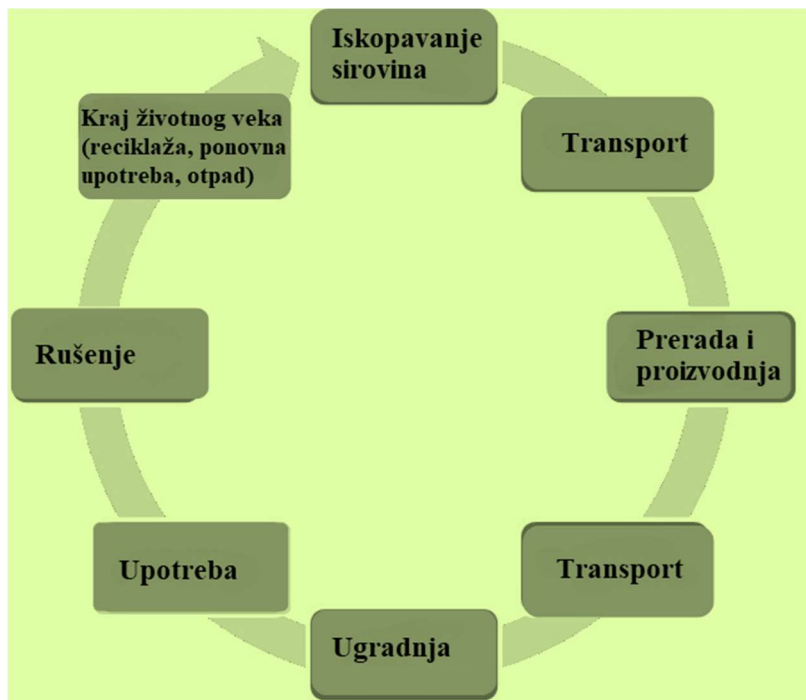
Sistemske uslovi “Natural Step” su kvalitativni i apsolutni. Nema njihovog rangiranja. Osnova za evaluaciju je laka za razumevanje, ali korišćenje rezultata je teže kada je potrebno uporediti nekoliko mogućih poboljšanja jednih u odnosu na druge (Jönsson, 2000).

3.5. Modeli eko-označavanja za keramičke građevinske proizvode na bazi pečene gline

Građevinski proizvodi utiču na životnu sredinu od trenutka vađenja sirovina, tokom transporta, proizvodnog procesa, faze upotrebe do isteka životnog veka (dijagram 8). Zbog dugog veka trajanja keramičkih građevinskih proizvoda, pri razvijanju modela eko-oznake preporučuje se da se uzme u obzir ceo životni ciklus proizvoda. Ovaj pristup je nazvan “od koevke do groba”. Procena životnog ciklusa (LCA), prema Stevanović Čarapina i dr., (2010a), predstavlja metodologiju za izračunavanje potencijalnih uticaja na životnu sredinu tokom celokupnog životnog ciklusa proizvoda, usluge i sistema.

Tiles & Bricks Europe (TBE) predstavlja industrijska udruženja i kompanije iz 30 država Evrope, pri čemu obuhvata 26 članica Evropske unije. Udruženje promovise interese proizvođača građevinskih proizvoda od gline (cigle i crepa) u Evropi. Svojim članovima omogućava razmenu informacija o tehničkom razvoju, održivoj izgradnji, klimatskim promenama, efikasnosti resursa i drugim novonastalim pitanjima.

TBE je osnovan u Cirihu 1952. godine, punopravni je član Cerame-Unie, Evropskog udruženja keramičke industrije. Udruženje ima svoju metodologiju za deklaraciju građevinskih proizvoda o zaštiti životne sredine tip III (EPD) zasnovanu na LCA metodi, a u skladu sa važećim standardima u ovoj oblasti, što je predstavljeno u daljoj analizi (TBE; <http://www.tiles-bricks.eu/s/20-07-01-TBE-PCR-guidance-document-Final.pdf>).



Dijagram 8. Životni ciklus građevinskih proizvoda

(Izvor: TBE; <http://www.tiles-bricks.eu> - 20+07+01+TBE+PCR+guidance+document+-+Final.pdf)

LCA je alat za procenu i kvantifikovanje potencijalnih uticaja na životnu sredinu prikupljanjem i definisanjem ulaza (proizvoda, materijala ili protoka energije koji ulazi u jedinični proces) i izlaza (proizvoda, materijala ili energetskog toka koji napušta jedinični proces) u različitim procesima životnog ciklus proizvoda. LCA studija provodi se u skladu sa međunarodnim standardom ISO 14040 serije.

Formiranje kriterijuma za ekološko označavanje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji, potrebno je uskladiti sa metodologijom Evropske unije koja se temelji na EN 15804: 2012 + A2: 2019 (usklađen sa standardima ISO 14040 serije) i osnovnim pravilima za kategorizaciju proizvoda (PCR).

U fokusu ovog istraživanja bila su dva postojeća modela ekološkog označavanja za keramičke građevinske proizvode, kao i postojeći nacionalni kriterijumi ekološkog označavanja

tvrdih obloga. Prvi model su razvile i koriste ga evropske zemlje, dok se drugi model primenjuje u Kini.

3.6. Model I – Deklaracija građevinskih proizvoda o zaštiti životne sredine tip III (EPD)

Deklaracija građevinskih proizvoda o zaštiti životne sredine (eng. *Environmental Product Declaration* - EPD) predstavlja kompletan izveštaj, pripremljen u skladu sa međunarodnim standardima (kao što su ISO 14025, EN 15804 i dr.), koji dokumentuje efekte proizvoda na životnu sredinu tokom celog životnog ciklusa, mereći ih prema standardizovanim metodama LCA.

Deklaracije o zaštiti životne sredine tipa III, opisane su u ISO 14025: 2006 – Ekološke oznake i deklaracije – Deklaracije o zaštiti životne sredine tipa III – Principi i postupci i poznate su kao EPD. Informacije o EPD su artikulisane u modulima, što omogućava laku organizaciju i izražavanje uticaja proizvoda na životnu sredinu tokom njegovog punog životnog ciklusa.

EPD je standardizirani alat zasnovan na LCA za kvantifikovanje i saopštavanje uticaja proizvoda ili usluge na životnu sredinu. Može se koristiti u različite svrhe. EPD pruža proizvođaču dobro razumevanje vrsta i uzroka uticaja povezanih sa njihovim proizvodom i gde se u lancu isporuke proizvoda odvija njihov glavni uticaj na životni ciklus. Sa druge strane, dizajneri često zahtevaju EPD građevinskih proizvoda koji se mogu koristiti kao ulaz za procenu ekoloških performansi zgrada. Postupak stvaranja EPD deklaracije prikazan je na dijagramu 9 (Green Badger; <https://getgreenbadger.com/what-is-an-epd/>)



Dijagram 9. Postupak stvaranja EPD deklaracije (Izvor: Green Badger, 2021)

3.6.1. Osnovna pravila za kategorizaciju proizvoda (PCR)

Pravila za kategorizaciju proizvoda PCR (eng. *Product Category Rules*) za keramičke građevinske proizvode od gline postavljaju usklađene smernice i pravila za formiranje EPD tipa III za keramičke građevinske proizvode od gline i temelje se na evropskom horizontalnom usklađenom standardu, EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021 E – Održivost građevinskih radova.

Osnovna pravila za kategorizaciju proizvoda predstavljaju:

- Detaljne instrukcije kako da se sprovede analiza životnog ciklusa proizvoda tako da se uvek dobijaju isti rezultati za jedan proizvod nezavisno od toga ko radi analizu životnog ciklusa proizvoda;
- Ilustruju faze životnog ciklusa koje se uzimaju u obzir, kao i procese uključene u faze životnog ciklusa;
- Preciziraju uslove pod kojima se građevinski proizvod može uporediti na osnovu informacije obezbeđene iz EPD;
- Pravila i zahtevi koji važe za građevinske proizvode primenjuju se i za EPD građevinskih usluga.

3.6.2. Terminologija u razvoju EPD

Kada se razvija EPD za građevinski proizvod, u upotrebi su brojni posebni izrazi i definicije. Za istraživanje sprovedeno u ovoj disertaciji korišćeni su prilagođeni termini prema vodiču Internal Guidance Document on TBE PCR for Clay Construction Products (TBE; <http://www.tiles-bricks.eu/publications>):

– *Pravila za kategoriju proizvoda - PCR*

PCR je tehnički dokument koji uspostavlja specifične smernice i pravila za razvoj EPD-a tipa III za jednu ili više kategorija proizvoda. Evropski standard EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021 E definiše osnovna pravila za kategoriju proizvoda iz grupe građevinskih proizvoda. Takođe pruža

strukturu koja osigurava da se sve EPD građevinskih proizvoda i/ili usluga razvijaju na usklađen način.

– *Analiza inventara životnog ciklusa - LCI*

Faza ocenjivanja životnog ciklusa koja obuhvata prikupljanje i kvantitativno iskazivanje ulaza i izlaza za određeni sistem proizvoda tokom njegovog celokupnog životnog ciklusa (ISO 14040).

– *Ocenjivanje uticaja životnog ciklusa - LCIA*

Faza ocenjivanja životnog ciklusa čiji je cilj razumevanje i vrednovanje veličine i značaja mogućih uticaja sistema proizvoda na životnu sredinu tokom njegovog celokupnog životnog ciklusa (ISO 14040).

– *Funkcionalna ili deklarirana jedinica*

Kvantifikovana performansa sistema proizvoda za upotrebu kao referentna jedinica (ISO 14040). Deklarirana jedinica definisana je kao 1 tona glinenog proizvoda sa očekivanim prosečnim referentnim vekom trajanja od 150 godina. Ostale jedinice su dozvoljene (npr. m² ili m³) samo ako su u EPD uključeni konverzijski faktori, kako bi se translacija prema 1 toni učinila transparentnom. Za moguće faktore pretvaranja postoji Aneks. Gustinu (kg/m³) treba navesti u EPD. Ako se koristi funkcionalna jedinica, namena i glavna tehnička svojstva keramičkih građevinskih proizvoda od gline moraju biti opisani u EPD.

– *Granica sistema*

Skup kriterijuma kojima se preciziraju koji su jedinični procesi deo sistema proizvoda (ISO 14040).

– *Kategorija uticaja*

Klasa koja predstavlja pitanja zaštite životne sredine kojima se mogu dodeliti rezultati analize zaliha životnog ciklusa (ISO 14040).

– *Pokazatelj kategorije uticaja*

Merljivi prikaz kategorije uticaja (ISO 14040).

– *Scenario*

Prikupljanje pretpostavki i informacija u vezi sa očekivanim redosledom mogućih budućih događaja (EN 15804, 2021).

– *Otpad*

Materija ili predmet koji vlasnik odbacuje ili namerava ili je dužan odbaciti (EN 15804, 2021).

– *Referentni radni vek (Reference Service Life – RSL)*

Životni vek građevinskog proizvoda za koji se zna da se očekuje pod određenim skupom, tj. referentnim skupom, uslova upotrebe i koji može predstavljati osnovu za procenu veka trajanja pod drugim uslovima upotrebe.

– *Operater programa*

Telo ili tela koja provode program označavanja o zaštiti životne sredine tipa III. Operater programa može biti kompanija ili grupa kompanija, industrijski sektor ili trgovinsko udruženje, javni organi ili agencije, nezavisno naučno telo ili druga organizacija.

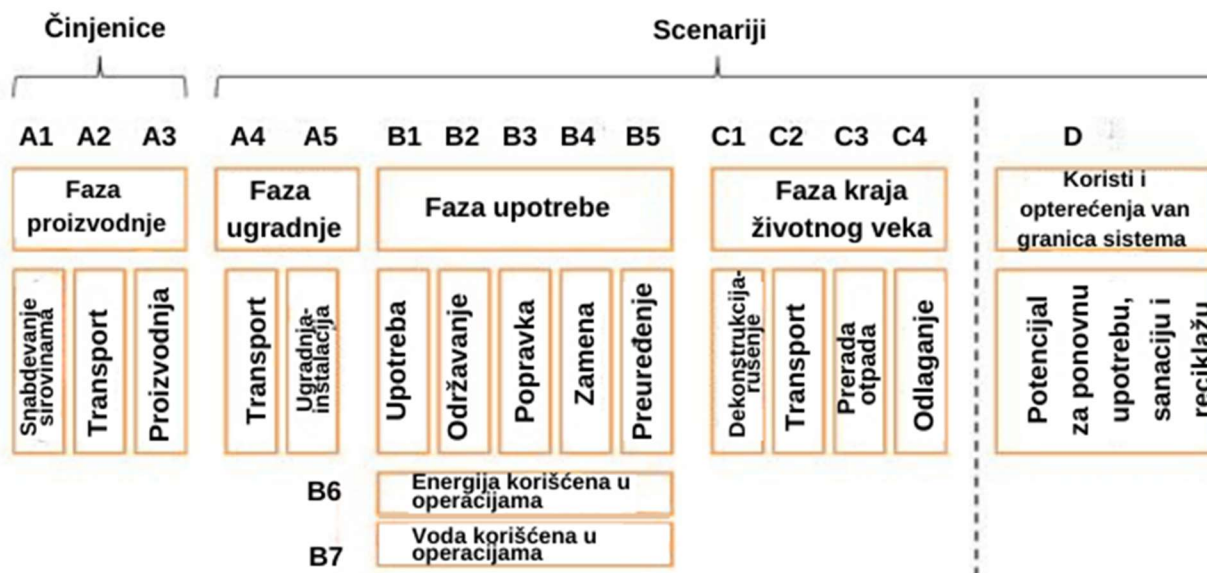
3.6.3. Osnovni pristup za razvoj modela eko-znaka za keramičke građevinske proizvode

Uzimajući u obzir da se PCR temelji na EN15804:2012+A2:2019/AC:2021 E i EPD mora imati obavezni LCA pristup “od klevke do groba”. Na ovaj način moguće je proceniti potencijalne uticaje keramičkih građevinskih proizvoda na životnu sredinu u svim fazama životnog ciklusa, uključujući sirovine, transport, proizvodnju, upotrebu i kraj životnog veka.

Informacije zasnovane na LCA za EPD za keramičke građevinske proizvode od gline pokrivaju sve faze životnog ciklusa proizvoda.

Za razvoj eko-znaka uzima se modularni pristup (moduli A, B, C i D) prema EN 15804 koji uključuje sledeće faze (dijagram 10):

1. Faza proizvodnja (moduli A1-A3): odgovara proizvodnji glinenih građevinskih proizvoda, uključujući sve prethodne procese u fazi proizvodnja.
2. Faza procesa gradnje (moduli A4 i A5): transport do gradilišta i ugradnja u zgradu.
3. Faza upotrebe (moduli B1-B7): odgovara upotrebi građevinskih proizvoda od gline u zgradi, kao i održavanju, popravljanju, zameni, obnovi. Uključuje i operativnu upotrebu energije i vode u zgradi tokom korišćenja proizvoda.
4. Faza kraja životnog veka (moduli C1-C4): ova faza obuhvata sve radnje i procese koji se odnose na rušenje, transport, preradu i odlaganje otpada.
5. Modul D: ovaj modul uključuje ekološke prednosti ponovne upotrebe i potencijal za recikliranje nakon završetka životnog veka.



Dijagram 10. Modularni pristup EPD za keramičke građevinske proizvode prema EN 15804
(Izvor: TBE; <http://www.tiles-bricks.eu> - 20+07+01+TBE+PCR+guidance+document+-+Final.pdf)

3.6.4. Definisane parametara uticaja na životnu sredinu

Pre nego što se pristupi formiranju modela, potrebno je izvršiti procenu uticaja na životnu sredinu, uzimajući u obzir obavezne parametre koji opisuju uticaje na životnu sredinu, upotrebu

resursa, kategorije otpada i protoke proizvoda. Parametri su dati u tabelama 9, 10, 11 i 12 usklađeni sa EN 15804 (Ecochain; <https://ecochain.com/knowledge/impact-categories-lca/>).

Tabela 9. Osnovni indikatori uticaja na životnu sredinu⁶

Kategorija uticaja	Indikator	Jedinica (po funkcionalnoj ili po deklarisanjoj jedinici)
Klimatske promene – ukupne ^a	Potencijal globalnog zagrevanja (GWP-total)	kg CO ₂ eq.
Klimatske promene - emisije fosilnih goriva	Potencijal globalnog zagrevanja od fosilnih goriva (GWP-fossil)	kg CO ₂ eq.
Klimatske promene - biogene emisije	Potencijal globalnog zagrevanja od biogenih emisija (GWP-biogenic)	kg CO ₂ eq.
Klimatske promene - korišćenje zemljišta i promena namene zemljišta ^b	Potencijal globalnog zagrevanja za korišćenje zemljišta i promena namene zemljišta (GWP-luluc)	kg CO ₂ eq.
Oštećenje ozonskog omotača	Potencijal oštećenja stratosferskog sloja ozona (ODP)	kg CFC 11 eq.
Zakiseljavanje	Potencijal zakiseljavanja, akumulirano prekoračenje (AP)	mol H ⁺ eq.
Eutrofikacija slatkovodnih voda	Eutrofikacioni potencijal, frakcija hranljivih sastojaka koja dolazi do završnih delova slatkovodne vode (EP-freshwater)	kg PO eq.
Eutrofikacija morskih voda	Eutrofikacioni potencijal, frakcija hranljivih sastojaka koja dolazi do završnih delova morske vode (EP-marine)	kg N eq.
Eutrofikacija kopnenih površina	Eutrofikacioni potencijal, frakcija hranljivih/ akumulirano prekoračenje (EP-terrestrial)	mol N eq.

⁶ Usklađeno sa EN 15804 ((Ecochain; <https://ecochain.com/knowledge/impact-categories-lca/>).

Fotohemijski stvoren ozon	Potencijal formiranja troposferskog ozona (POCP)	kg NMVOC eq.
Iscrpljivanje abiotskih resursa-minerali i metali ^{cd}	Abiotski potencijal iscrpljivanja nefosilnih resursa (ADP-minerals&metals)	kg Sb eq.
Iscrpljivanje abiotskih resursa - fosilna goriva ^c	Potencijal abiotskog iscrpljivanja fosilnih resursa (ADP-fossil)	MJ, kalorijske vrednosti
Upotreba vode	Uskraćivanje potrošnje vode/ otežana potrošnja vode (WDP)	m ³ svetski ekvivalent
<p>a Ukupni Potencijal globalnog zagrevanja (GWP-total) je zbir: -GWP-fossil -GWP-biogenic -GWP-luluc</p> <p>b Dozvoljeno izostavljanje kao zasebne informacije ako je njegov udeo < 5% od ukupnog GWP-a u odnosu na deklarisanu module bez modula D.</p> <p>c Potencijal abiotskog iscrpljivanja računa se i deklariše sa dva različita pokazatelja: - ADP-minerals&metals uključujući sve neobnovljive, abiotski iredursi materijala (izuzev resursa fosilnih goriva). - ADP-fossil uključujući sve izvore fosilnih goriva i uranijum.</p> <p>D krajnji rezervni model za ADP – minerals&metals model.</p>		

Tabela 10. Dodatni indikatori uticaja na životnu sredinu⁶

Kategorija uticaja	Indikator	Jedinica (po funkcionalnoj ili po deklarisanom jedinici)
Emisija suspendovanih čestica	Potencijalna učestalost bolesti usled emisije PM	Učestalost bolesti
Jonizujuće zračenje, ljudsko zdravlje	Potencijalna efikasnost izloženosti ljudi u odnosu na U235	kBq U235 eq.
Ekotoksičnost (slatke vode)	Potencijalna komparativna toksična jedinica za ekosisteme (ETP-fw)	CTUe
Toksičnost za ljude, efekti raka	Potencijalna komparativna toksična jedinica za ljude (HTP-c)	CTUh
Toksičnost za ljude, efekti bez karcinoma	Potencijalna komparativna toksična jedinica za ljude (HTP-nc)	CTUh
Uticaji povezani sa upotrebom zemljišta/kvalitet zemljišta	Potencijalni indeks kvaliteta zemljišta (SQP)	Bez jedinice

Tabela 11. Parametri koji opisuju korišćene resurse⁶

Parametar	Jedinica (po funkcionalnoj ili po deklariranoj jedinici)
Upotreba obnovljive primarne energije isključujući obnovljive izvore primarne energije kao sirovina	MJ, neto kalorijska vrednost
Upotreba obnovljivih izvora primarne energije kao sirovina	MJ, neto kalorijska vrednost
Ukupna upotreba obnovljivih izvora energije (primarne energije i primarne energije korišćene kao sirovine)	MJ, neto kalorijska vrednost
Upotreba neobnovljivih izvora primarne energije isključujući neobnovljive izvore primarne energije kao sirovine	MJ, neto kalorijska vrednost
Upotreba neobnovljivih izvora primarne energije kao sirovina	MJ, neto kalorijska vrednost
Ukupna upotreba neobnovljivih izvora primarne energije (primarne energije i izvora primarne energije korišćenih kao sirovine)	MJ, neto kalorijska vrednost
Upotreba sekundarnih materijala	kg
Upotreba obnovljivih sekundarnih goriva	MJ, neto kalorijska vrednost
Upotreba neobnovljivih sekundarnih goriva	MJ, neto kalorijska vrednost
Neto upotreba sveže vode	m ³
Napomena: Ovi podaci su potrebni da bi se izračunala razlika između ukupnih ulaza primarne energije i izvora energije koji se koriste kao sirovine.	

Tabela 12. Ostali podaci značajni za životnu sredinu koji opisuju kategoriju otpada⁶

Parametar	Jedinica (po funkcionalnoj ili po deklariranoj jedinici)
Odložen opasan otpad	kg
Odložen neopasan otpad	kg
Odložen radioaktivni otpad	kg

3.6.5. Prikupljanje podataka

Da bi razvio model EPD građevinskih materijala od gline, proizvođač treba da sakuplja ulazne i izlazne podatke iz svog proizvodnog pogona i da ih ubacuje u LCA softver. Postoji nekoliko softvera za podršku aktivnostima LCA. Takvi softveri (*SimaPro*, *Gabi*, *One Click LCA*, *Ecochain Mobius* i sl.) omogućavaju LCA praktičarima da brzo sastave i procene uticaje

proizvoda, procesa ili usluga na životnu sredinu na osnovu pristupa “od klevke do groba”, a baza podataka materijala vrlo je opširna.

A1 Faza nabavke sirovinama

Za ovaj modul proizvođač treba da prikupi podatke o vađenju gline i peska. Uglavnom proizvođač poseduje samo podatke o količini primarnih sirovina (npr. ekstrahovana glina i pesak), vode i pomoćnih materijala (bojila, pigmenti, glazure, itd.). Podaci su neophodni za postupak modeliranja na bazi LCA. U ovom slučaju, generički podaci mogu se koristiti iz LCA softvera za ovu fazu.

A2 Faza transporta

U fazi transporta A2, proizvođač glinenih građevinskih proizvoda prikuplja podatke o transportu sirovina (gline i peska) od kopa do proizvodnog pogona. Proizvođač sastavlja informacije vezane za:

1. Udaljenost od ležišta gline do postrojenja (km);
2. Potrošnju goriva za vozilo ili tip vozila koji se koristi za transport;
3. Nosivost kamiona (u tonama);
4. Opterećenje (u tonama);
5. Povratak (prazan ili pun).

A3 Faza proizvodnje

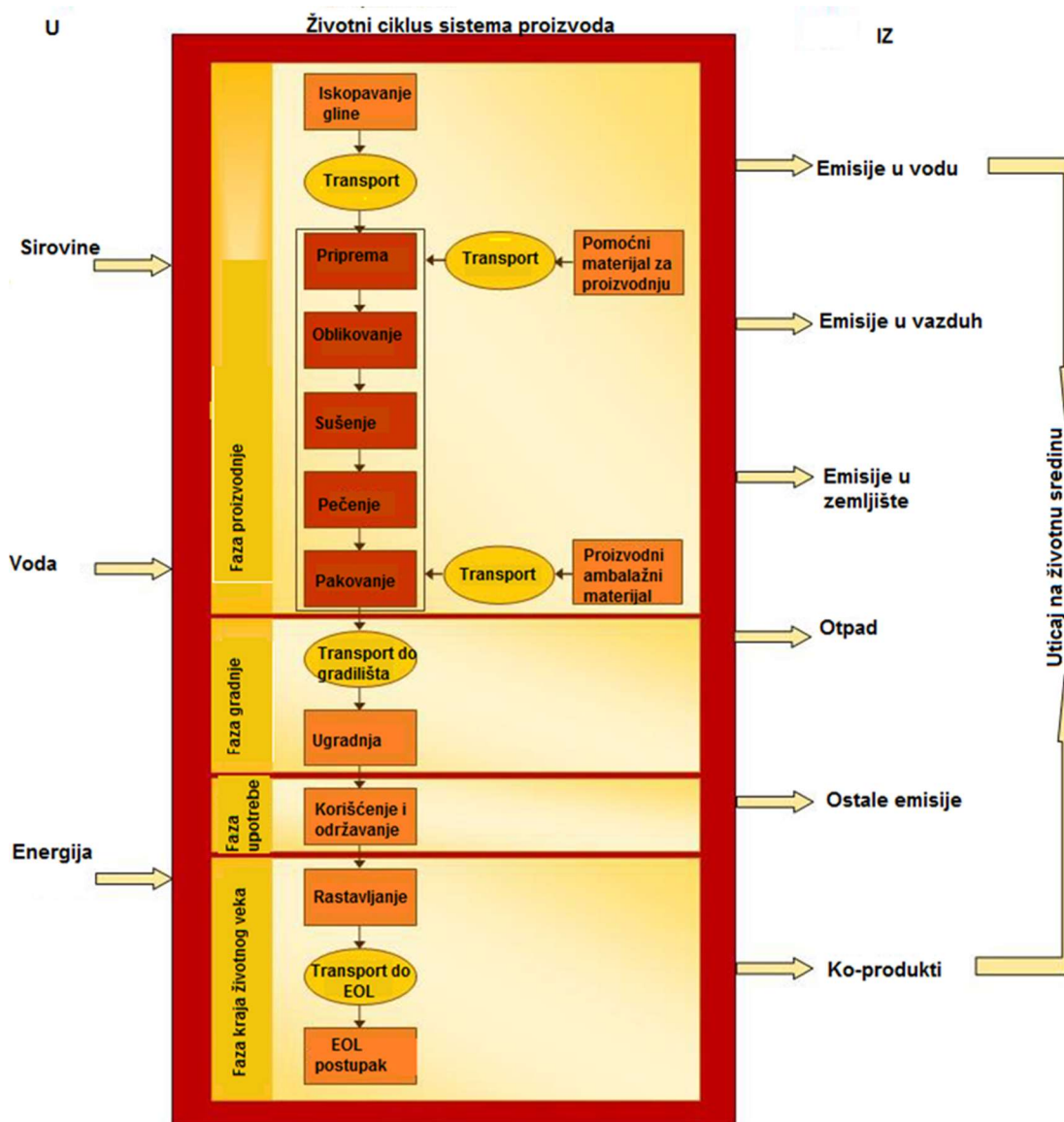
U fazi proizvodnje A3, proizvođač prikuplja podatke o proizvodnji građevinskih proizvoda od gline koji se odnose na:

- Sirovine;
- Transport;
- Potrošnju električne energije;
- Korišćenje vode;
- Potrošnju goriva za rad peći (npr. prirodni gas, ulje itd.);
- Pomoćne materijale;
- Ambalažne proizvode (npr. drvene palete, karton, plastična folija).

Proizvođač takođe treba da prikupi sledeće izlazne podatke o:

- Emisijama u vazduh;
- Emisijama u vodu;
- Emisijama u zemljište;
- Otpadu;
- Ambalažnom otpadom;
- Ostalim emisijama;
- Ko-produktima;
- Finalnom proizvodu od gline.

Objedinjene faze životnog ciklusa za različite proizvode od gline sa svim modulima i protocima prema principu LCA “*od klevke do groba*”, mogu se prikazati grafički (dijagram 11).



Dijagram 11. Granice sistema i ulazni i izlazni tok za LCA keramičkih građevinskih proizvoda od gline – “od klevke do groba”

(Izvor: TBE; <http://www.tiles-bricks.eu> - 20+07+01+TBE+PCR+guidance+document+-+Final.pdf)

3.6.6. Zadati scenariji

U slučaju da proizvođač ne poseduje specifične podatke za proces izgradnje, upotrebu i fazu isteka životnog veka (moduli A4-A5, B i C, redom), PCR daje preporuke koje će pomoći u izračunavanju uticaja ovih faza na životnu sredinu. Ovo su neki od mogućih predloga:

3.6.6.1. Modul A4 – transport keramičkih građevinskih proizvoda od gline od izlaza iz proizvodnje do gradilišta

Za ovaj modul mogla bi se primeniti sledeća metodologija:

1. Definirati prosečnu udaljenost za prevoz proizvoda od postrojenja do kupca prema preporukama, ako su podaci dostupni.
2. Izdvojiti iz softvera za isporuku količine u tonama isporučene svakom kupcu tokom određene godine.
3. Odrediti udaljenost između fabrike i svakog kupca i objasniti vrstu prevoza.
4. Izračunati broj tona isporučenih za određeni interval, na primer na svakih 25 km, dok se ne postigne maksimalna udaljenost.
5. Za statistički tretman, nacrtati dijagram sa podacima koji izražavaju količinu u procentima za svaki interval.
6. Izračunati srednju udaljenost do kupca u km.

Za EPD određenog sektora moguće je dati srednju vrednost reprezentativne fabrike. To je takođe moguće obezbediti uzimajući srednju vrednost za nekoliko fabrika.

Ovakav scenario odnosi se samo na određeno nacionalno tržište. Ako nisu dostupne određene transportne udaljenosti, onda na osnovu nekih preporučenih vrednosti iz različitih nacionalnih sistema, proceniti udaljenost metodom sličnosti proizvodnih procesa, što je prikazano u tabeli 13.

Tabela 13. Preporučene transportne udaljenosti za pojedine nacionalne sisteme⁷

Država	Keramički građevinski proizvod od gline	Rastojanje (km)	Izvor i način računanja
Austrija	Keramički blokovi	50	Interna procena
	Fasadna cigla	250	
	Glineni finišeri	250	
	Crep	150	
Holandija	Keramički blokovi	n/a	Podrazumevana udaljenost za nacionalne građevinske proizvode data prema nacionalnim propisima
	Fasadna cigla	50	
	Glineni finišeri	50	
	Crep	50	
Danska	Keramički blokovi	50	Nacionalna podrazumevana udaljenost koju propisuje danska vlada
	Fasadna cigla	50	
	Glineni finišeri	50	
	Crep	50	
Velika Britanija	Keramički blokovi	126	Studija: Otisak ugljenika za industriju opeka Velike Britanije
	Fasadna cigla	126	
	Glineni finišeri	126	
	Crep	126	
Francuska	Keramički blokovi	200	Izvor: EPD
	Fasadna cigla	150	
	Glineni finišeri	100	
	Crep i oprema	250	
	Keramičke cevi za dimnjak	500	
Švajcarska	Keramički blokovi	50	Interna procena
	Fasadna cigla	50	
	Glineni finišeri	50	
	Crep	70	
Belgija	Keramički blokovi	72	Izvor: EPD
	Fasadna cigla	103	
	Crep	105	
Španija	Keramički blokovi	120	Interna procena
	Fasadna cigla i keramičke ploče	250	
	Glineni finišeri	300	
	Crep	300	
	Keramičke krovne ploče	120	

⁷ Podaci preuzeti iz Internal Guidance Document on TBE PCR for Clay Construction Products

	Keramički blokovi za izgradnju spratova i krovnih sistema	250	
--	---	-----	--

Vrednosti date u tabeli 13 dobijene su na osnovu: (1) interne procene nacionalne industrije; (2) nacionalnih propisa; (3) nacionalnih istraživačkih studija ili (4) prikupljenih EPD podataka.

3.6.6.2. Modul A5 – ugradnja keramičkih građevinskih proizvoda od gline u zgradu

Uticaj na životnu sredinu koji se odnosi na skladištenje keramičkih građevinskih proizvoda od gline na gradilištu smatra se zanemarivljim. Za tretman ambalažnog otpada mogu se koristiti ili scenariji specifični za pojedinu državu ili evropski prosečni scenario. Za ambalažne materijale može se koristiti evropski scenario za kraj životnog veka paketa, ako su dostupni nacionalni scenariji. Ovi scenariji takođe su primenljivi za ambalažni otpad koji nastaje na nivou faze proizvoda.

Keramički građevinski proizvodi

Ugradnja keramičkih proizvoda na gradilištu uglavnom se vrši ručno i zahteva malo ili zanemarivo korišćenje energije ili vode. Skladištenje keramičkih građevinskih proizvoda od gline na gradilištu ne zahteva posebnu brigu, osim uobičajenih mera zaštite na radu. Poreklo materijala ne stvara značajne probleme prilikom sečenja i oblikovanja, jer ne proizvode opasan otpad. Neiskorišćeni proizvodi koji proizilaze iz ovih operacija mogu se reciklirati unutar gradilišta. Kada to nije moguće, to treba računati kao građevinski otpad i prijaviti ukupnu količinu. Zadati scenario transporta ambalažnog otpada zajedno sa scenarijima za odlaganje otpada treba koristiti u modulu A5.

3.6.6.3. Modul B – stepen upotrebe

Građevinski proizvodi od gline ne stvaraju uticaje na životnu sredinu tokom faze upotrebe. Oni ne zahtevaju održavanje, popravke, zamenu, obnovu i operativnu upotrebu energije i vode. Uopšteno, moduli B1, B2, B3, B4, B5, B6 i B7 ne generišu relevantne uticaje na životnu sredinu i stoga se mogu zanemariti.

3.6.6.4. Modul C1 – dekonstrukcija, faza rušenja

Kod proizvoda od građevinske gline moguća je ponovna upotreba kao i recikliranje. Uticaji na životnu sredinu generisani u modulu C1, vrlo su mali i stoga se mogu zanemariti.

3.6.6.5. Modul C2 – transport do prerade otpada

Kao opšti pristup, podaci o transportnim udaljenostima otpada prikupljaju se za svaku LCA na licu mesta. Međutim, ako ove informacije nisu dostupne, udaljenosti prikazane u tabeli 14 mogu se koristiti za razvoj EPD-a za keramičke građevinske proizvode od gline (TBE; <http://tiles-bricks.eu>).

Tabela 14. Udaljenost do konačnog odredišta za kategoriju inertnog otpada za EPD informativni modul ⁷

Transportna udaljenost	Modul
Od gradilišta do kontejnera kompanije ili do prerađivača otpada	
39 km	Modul C za proizvode koji su 100% od gline
Od kontejnera kompanije do konačnog odlagališta	
23 km	Modul C za proizvode koji imaju 5% gline, modul D za proizvode koji su 95% od gline

3.6.6.6. Modul C3 - obrada otpada za ponovnu upotrebu, obradu i/ili recikliranje

Kao opšti pristup, treba da se koriste nacionalni scenariji za fazu kraja života (eng. *End of Life* - EOL), ako nisu dostupni određeni podaci. Međutim, ako nacionalni scenariji EOL-a takođe nisu dostupni, predlaže se korišćenje evropskih zadatih scenarija EOL-a.

Tabela 15. Evropski scenario za proizvode od gline⁷

EOL scenario	Odnos (%)
Recikliranje i ponovna upotreba	70
Odlaganje na deponiju	30

Tabela u nastavku daje primer EOL scenarija koji je zasnovan na nacionalnim statistikama korištenim u Danskoj.

Tabela 16. EOL na primeru proizvoda od gline u Danskoj⁷

EOL scenario	Odnos (%)
Recikliranje i ponovna upotreba	99
Odlaganje na deponiju	1

Za keramičke proizvode koji se koriste u Holandiji važi scenario dat u tabeli 17.

Tabela 17. EOL na primeru proizvoda od gline u Holandiji⁷

EOL scenario	Odnos (%)
Recikliranje i ponovna upotreba	99
Odlaganje na deponiju	1

Za Nemačku važi scenario dat u tabeli 18 (Kreislaufwirtschaft Bau; <http://www.kreislaufwirtschaft-bau.de>).

Tabela 18. EOL na primeru proizvoda od gline u Nemačkoj

EOL scenario	Odnos (%)
Recikliranje i ponovna upotreba	95.9
Odlaganje na deponiju	4.1

U Francuskoj je nešto drugačiji scenario što se vidi i iz tabele 19.

Tabela 19. EOL na primeru proizvoda od gline u Francuskoj⁷

Ponovna upotreba	Recikliranje	Deponija inertnog otpada
20%	75%	5%

3.6.6.7. Modul C4 – odlaganje

Kao opšti pristup, treba da se koriste nacionalni scenariji za EOL fazu, ako nema drugih podataka. Međutim, ako ove informacije nisu dostupne, predlaže se korišćenje evropskog zadanog EOL scenarija.

3.6.6.8. Modul D

Modul D deklariše koncept “dizajna za ponovnu upotrebu, recikliranje i obradu za gradnju,” ukazujući na potencijalne koristi izbegavanjem buduće upotrebe primarnih materijala i

goriva, uzimajući u obzir opterećenja povezana sa procesima recikliranja i obnavljanja izvan granica sistema.

Prema PCR za glinene građevinske proizvode, mogu se izdvojiti i konkretni primeri za izračunavanje modula D:

1. Srušeni zidani delovi koji se mogu drobiti (postupak recikliranja) i koristiti kao sekundarna sirovina u proizvodnji zidanih delova;
2. Cigle nakon rušenja koje se mogu reciklirati u sirovine za drugu primenu – radovi na putu i betonski agregati;
3. Crep koji se ponovo koristi nakon faze dekonstrukcije.

U ovim primerima mogu se primeniti formule za kraj životnog veka za modul D date u Aneksu D EN 15804:2012 + A2:2019. Formula za izračunavanje specifičnih opterećenja i dobiti izvan systemske granice po jedinici izlaza za modul D po izlaznom toku koji napušta granicu sistema (emodul D) je:

$$e_{\text{module D}} = e_{\text{module D1}} + e_{\text{module D2}} + e_{\text{module D3}} + e_{\text{module D4}} \quad (3.1)$$

gde su:

e_{moduleD1} = specifična opterećenja i dobiti povezane sa izvozom sekundarnih materijala,

e_{moduleD2} = specifična opterećenja i dobiti povezane sa izvozom sekundarnih goriva,

e_{moduleD3} = specifična opterećenja i dobiti povezane sa izvozom energije kao rezultat spaljivanja otpada (za $R1 < 60\%$ i $R1 > 60\%$),

e_{moduleD4} = specifična opterećenja i dobiti povezane sa izvozom energije kao rezultat odlaganja (npr. pretvaranje deponijskog gasa u električnu energiju).

U svim primerima ovog aneksa postoje samo opterećenja i dobiti povezane sa izvozom sekundarnih materijala, pa se gornja formula može svesti na:

$e_{\text{moduleD}} = e_{\text{moduleD1}}$, gde se koristi formula:

$$e_{\text{module D1}} = \sum_i (M_{MRout|i} - M_{MRin|i}) \cdot (E_{MRafterEoWout|i} - E_{VMSubout|i} \cdot \frac{Q_{Rout|i}}{Q_{Sub|i}}) \quad (3.2)$$

pri čemu su:

- M_{MRout} = količina materijala koji izlazi iz sistema i koji će se povratiti (reciklirati i ponovo koristiti) u narednom sistemu (tj. stopa oporavka/recikliranja na kraju životnog veka).
- M_{MRin} = količina ulaza u sistem proizvoda koji je oporavljen (recikliran i ponovo upotrebljen) iz prethodnog sistema (određen na granici sistema – tj. reciklirani sadržaj).
- $E_{MRafterEoWout}$ = specifične emisije i resursi potrošeni po jedinici analize koji proizilaze iz procesa obnavljanja materijala (recikliranje i ponovna upotreba) narednog sistema nakon završetka otpada.
- $E_{VMSubout}$ = specifične emisije i resursi potrošeni po jedinici analize koji proističu iz prikupljanja i prethodne obrade primarnog materijala, ili prosečnog ulaznog materijala, ako se primarni materijal ne koristi od “kolevke” do tačke funkcionalne ekvivalencije, gde bi zamenio sekundarni materijal koji bi se koristio u narednom sistemu.
- Q_{Rout}/Q_{Sub} = odnos kvaliteta između odlaznog obnovljenog materijala (recikliranog i ponovno korištenog) i supstituiranog materijala.

Uglavnom se $e_{\text{modul D}}$ izračunava prema formuli (3.2) za računanje $e_{\text{modula D1}}$, jer se u primerima uzima u obzir samo glavni keramički proizvod. U slučaju potpune LCA u kojoj se razmatraju i materijali za pakovanje i učvršćivanje ili građevinski keramički proizvod koji se kombinuje sa drugim materijalima, poput izolacije, moraju se izračunati i drugi delovi formule $e_{\text{modula D}}$, ako je primenljivo. Ovo se odnosi na situacije iz trenutne prakse. U slučaju budućih događaja gde bi se, na primer, mogao spaliti keramički otpad, trebalo bi primeniti i odgovarajući deo formule $e_{\text{modula D}}$.

Postoji razlika između načina izračunavanja modula D sada u odnosu na prethodnu verziju PCR-a. U standardu EN 15804 + A1, koji je bio osnova za prethodnu verziju PCR-a, nije navedena

formula za modelovanje modula D. Nakon dodatnih istraživanja i konkretnih analiziranih primera, došlo se do odgovarajuće formule:

$$Net_{benefit\ impact\ indicator} = RR \cdot (Ev' - Er') - RC \cdot (Ev - Er) \quad (3.3)$$

- RC = reciklirani sadržaj (treba uzeti u obzir po kg, da bude u skladu s novim pristupom) je ekvivalent sa $M_{MR\ in}$ nove formule,
- RR = kraj životnog veka stope recikliranja (treba uzeti u obzir po kg, da bude u skladu s novim pristupom) je ekvivalent sa $M_{MR\ out}$ nove formule,
- Ev = uticaji materijalne proizvodnje bez upotrebe recikliranih i korišćenih materijala,
- Er = uticaji sekundarne proizvodnje materijala,
- Ev' = uticaji supstituisanog materijala proizvodnje bez upotrebe recikliranih i korišćenih materijala,
- Er' = uticaji zamenskog materijala u sekundarnoj proizvodnji.

U ovom kontekstu mogli bi se izjednačiti $EV_{M0Sub\ out}$ sa $(Ev' - Er')$ i $EMR_{afterEoWout}$ sa $(Ev - Er)$.

Za lakše poređenje starog i novog načina, u pojednostavljenoj verziji, analiziraju se dva pristupa:

$$\text{Nova formula: } (a-b) \cdot (x-y) = ax-by - (ay-bx), \quad (3.4)$$

$$1. \text{ Stara formula: } ax-by. \quad (3.5)$$

gde je:

$a = M_{MR\ out}$ u novoj formuli ili RR u staroj formuli,

$b = M_{MR\ i}$ u novoj formuli ili RC u staroj formuli,

$x = EV_{M0Sub\ out}$ u novoj formuli ili $(Ev' - Er')$ u staroj formuli,

$y = EMR_{after}$ u novoj formuli ili $(Ev - Er)$ u staroj formuli.

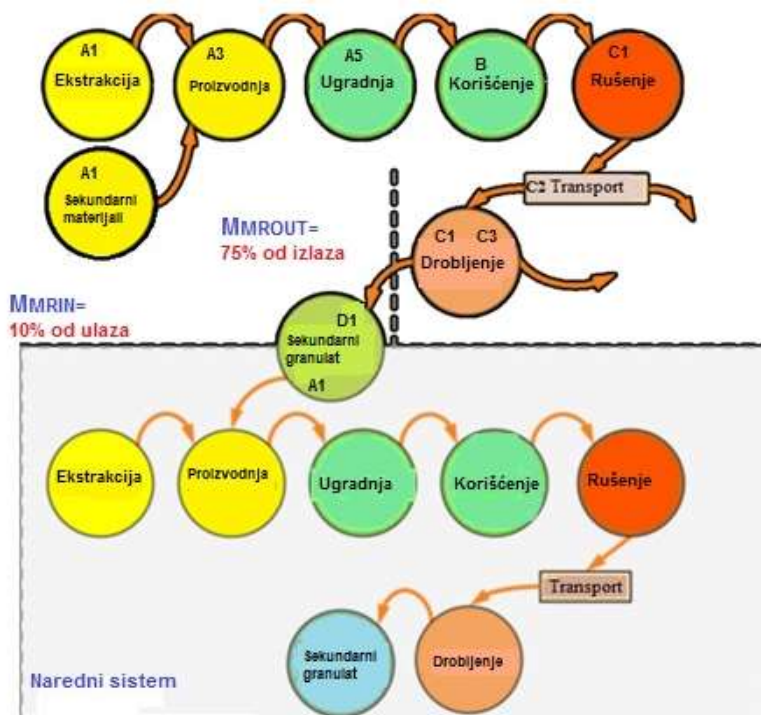
Praktično su razmatrana tri slučaja primene ovog modula:

1. Srušeni zidani delovi koji se mogu drobiti (postupak recikliranja) i koristiti kao sekundarna sirovina u proizvodnji zidarskih jedinica

U ovom slučaju, pretpostavlja se da se drobljeni zidani delovi, nastali od rušenja zgrade, koriste kao sredstva koja bi zamenila primarne sirovine u proizvodnji ekvivalentne zidarske jedinice (cigla ili blok).

Za proizvodnju deklarisanе jedinice od 1 tone glinene opeke koristi se udeo od 10% drobljene opeke (100 kg) u fazi proizvodnje (A1), menjajući sirovu glinu/pesak. Ovaj sekundarni materijal dolazi od recikliranja glinenog građevinskog otpada.

To praktično znači da jedna deklarisanа jedinica (1 tona) glinenih opeka može generisati do 75% (750 kg) sekundarnog materijala koji bi se mogao koristiti kao ulaz u sledećem životnom ciklusu (dijagram 12).



Dijagram 12. Vizuelni prikaz procesa recikliranja srušenog zida koji se drobi i koristi kao

sekundarna sirovina u proizvodnji zidarskih jedinica⁸

Uzimajući u obzir indikator uticaja na životnu sredinu potencijal globalnog zagrevanja (GWP), modul D iz *primeru 1* može se izračunati na sledeći način:

$$e_{\text{module D GWP}} = (0.75 - 0.1) \cdot 1 \text{ ton} \cdot \left(E_{MR \text{ after } EoW \text{ out GWP}} - E_{VM \text{ Sub out GWP}} \cdot \frac{Q_{R \text{ out}}}{Q_{Sub}} \right) \quad (3.6)$$

2. Cigle nakon rušenja koje se mogu reciklirati u sirovine za drugu primenu: radovi na putu i betonski agregati

U *primeru 1*, reciklirana cigla korišćena je za zamenu sekundarnih sirovina za proizvodnju cigle ili bloka. U *primeru 2*, korišćene cigle su namenjene za različitu upotrebu. Danas se tehnički koriste za različita područja primene. Svrha *primeru 2* je da pokaže da se zdrobljena glinena cigla može koristiti u radovima na putu ili u proizvodnji betonskih agregata.

Primer 2a:

Primena: radovi na putu

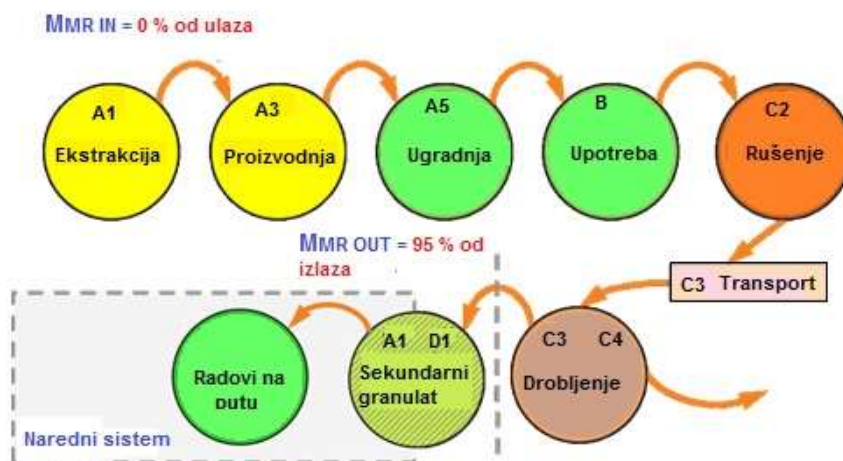
Studija koju su proveli Mueller & Stark (2002), pokazala je da reciklirana glinena cigla može imati čitav niz različitih primena, uključujući nasipe, ispune i puteve (slika 8). U *primeru 2a*, nakon faze rušenja, glinena cigla se drobi i zatim koristi za radove na putu.

⁸ Prilagođeno prema <http://www.tiles-bricks.eu/s/20-07-01-TBE-PCR-guidance-document-Final.pdf>



Slika 8. Primeri primene građevinskog otpada od zidanih građevina i otpada od rušenja u nevezanim sistemima (Izvor: Mueller & Stark, 2002)

Uzima se u obzir stopa recikliranja od 95% i nema recikliranog sadržaja. Za deklarisanu jedinicu od 1 tone zidane jedinice to za rezultat ima (neto) proizvodnju 950 kg sekundarnih granulata za radove na putu (dijagram 13).



Dijagram 13. Srušene glinene opeke koje se recikliraju i koriste kao sirovina u radovima na putu⁸

Primer 2b*Primena: betonski agregati*

Nakon faze rušenja, cigla se drobi, a zatim koristi u proizvodnji novih betonskih smesa (dijagram 13 je takođe primenljiv za ovaj primer, ali umesto “radova na putu” u zadnjem obliku postupka to bi bio “novi” beton). Niz naučnih studija pokazao je da se drobljena cigla može koristiti kao zamena za grubi agregat normalne težine (Kesegić et al., 2008; Cavalline & Weggel, 2013).

U određenim slučajevima, pre rušenja zida od cigle, uklanjaju se elementi poput ploča, akustičnih pločica, krovnog materijala i ostalih unutrašnjih delova zgrade, kako bi se umanjile nečistoće u agregatu od cigle (Cavalline & Weggel, 2013).

U *primeru 2b* uzima se u obzir stopa recikliranja od 95% i bez recikliranog sadržaja. Za deklarisanu jedinicu od 1 tone zidane jedinice to daje (neto) proizvodnju 950 kg sekundarnih granulata za betonske agregate.

Ukoliko se uključi indikator uticaja na životnu sredinu GWP, modul D u *primerima 2a i 2b* može se izračunati na sledeći način:

$$e_{module\ D\ GWP} = (0.95 - 0) \cdot 1\ ton \cdot \left(E_{MR\ after\ EoWoutGWP} - E_{VM\ Sub\ out\ GW} \cdot \frac{Q_{Rout}}{Q_{Sub}} \right) \quad (3.7)$$

3. Crep koji se ponovo koristi nakon faze dekonstrukcije

Zbog dugog veka trajanja i dobrog izgleda, crepovi se u praksi često ponovo koriste (ovaj primer može se koristiti i za opločnike od glinene cigle). Korišćeni crep uklanja se na kraju životnog veka zgrade i prevozi na skladište ili odmah ponovo koristi u novoj zgradi. Modul D ukazuje na potencijalne koristi izbegnute upotrebe novoprodučenih crepova (tj. $E_{VMSubout}$), uzimajući u obzir opterećenja povezana sa transportom i moguće potrebne procese čišćenja izvan granice sistema (tj. $E_{MR\ after\ EoWout}$).

Primer 3 razmatra stopu ponovne upotrebe od 90% crepa bez recikliranog sadržaja. Za deklarisanu jedinicu 1 tona crepa rezultira (neto) proizvodnjom 900 kg ponovno korišćenih crepova za zgradu (dijagram 14).



Dijagram 14. Ponovno korišćeni crepovi nakon faze dekonstrukcije⁸

Uzimajući u obzir pokazatelj uticaja na životnu sredinu potencijal globalnog zagrevanja (GWP), modul D iz primera 3 može se izračunati na sledeći način:

$$e_{module D GWP} = (0.90 - 0) \cdot 1 \text{ ton} \cdot \left(E_{MR after EoW out GWP} - E_{VM Sub out GWP} \cdot \frac{Q_{R out}}{Q_{Sub}} \right) \quad (3.8)$$

Istraživanja koja su sprovele Zaborova and Musorina (2022) ukazuju da je EPD za građevinske materijale veoma dobro integrisana sa najnovijim šemama za ocenjivanje održivosti za građevinsku industriju (LEED, BREEAM, DGNB, GREEN ZOOM). Fokus je na proceni različitih aspekata ekološke održivosti zgrada na osnovu nekoliko kvantitativnih i kvalitativnih kriterijuma. Naučnici svoje aktivnosti usmeravaju na smanjenje otiska ugljenika građevinskih materijala razvijajući nove, ekološki prihvatljivije i bezbednije proizvodne procese. Mala poboljšanja proizvodnih procesa imaju veliki uticaj na smanjenje otiska ugljenika.

3.6.7. Primena modela na građevinske proizvode od pečene gline u Republici Srbiji

Prema dostupnim podacima iz marta 2021. godine, proizvođač crepa i cigle AD “Polet IGK” iz Novog Bečeja, član “Nexe Grupe”, dobio je EPD deklaraciju proizvoda o zaštiti životne sredine koju izdaje Institut za ispitivanje materijala (IMS) iz Beograda. Deklaracija je tipa “cradle-to-grave” (“od klevke do groba”) i važi pet godina, a istovremeno ukazuje na to da

su crepovi i fazonski komadi od gline proizvođača AD “Polet” ekološki proizvodi čiji je referentni životni vek duži od 50 godina (Plodna zemlja; <https://plodnazemlja.com>).

U martu 2022. godine, EPD deklaraciju dobili su na period od pet godina i keramički proizvodi proizvođača “Zorka Opeka” Šabac takođe od IMS instituta.

3.7. Model II - Kineski model na bazi emergijske analize (EMA)

U Kini je glinena opeka bila najčešće korišćeni građevinski materijal više od dve hiljade godina. Uprkos ubrzanom rastu i reformi iz 1980-te godine, glinena opeka je i dalje nastavila da se koristi u visokogradnji u ruralnim područjima. Danas se primenjuje princip održivog koncepta vezanog za životnu sredinu, društvo i ekonomiju kada je u pitanju ovaj materijal. Za procenu održivosti koristi se nekoliko pristupa:

- procena životnog ciklusa (LCA),
- analiza toka materijala (eng. *Material Flow Analysis* - MFA),
- analiza energije (eng. *Energy Analysis* - EA),
- ekonomska procena (eng. *Economic Evaluation* - EE), i slično.

Nijedan od ovih pristupa ne daje sveobuhvatnu procenu uticaja glinenih opeka sa aspekta održivosti - okruženje (resurs), društvo (usluge) i ekonomija. Emergija je količina energije koja je utrošena u direktnim i indirektnim transformacijama za stvaranje proizvoda, usluge ili održavanja određenog procesa. Ona je merilo razlika u kvalitetu između različitih oblika energije. Emergijska analiza (EMA), koju je 1971. godine uveo H.T. Odum, integriše maseni protok, protok energije, protok valute i protok informacija u jedinstven sistem za izračunavanje uticaja na okolinu, usluge i ekonomiju u emergijskim jedinicama.

U Kini postoji velika potreba za procenom proizvodnje glinene opeke pomoću emergijske analize, ali ona nije u potpunosti primenjena. Primenjuju se procene zasnovane na:

- jediničnoj emergijskoj vrednosti,

- indeksima emergijskih slučajeva zasnovanih na održivosti.

Indeksi emergijskih slučajeva zasnovanih na održivosti su:

1. emergijski udeo (eng. *Emergy Yiled Ratio* - EYR),
2. udeo opterećenja životne sredine (eng. *Environmental Loading Ratio* - ELR),
3. emergijski indeks održivosti (eng. *Emergy Sustainability Index* - ESI).

Jedinične emergijske vrednosti (eng. *Unit Emergy Value* - UEV) se koriste za izračunavanje emergijskih stanja zgrada izgrađenih od glinene opeke, dok su emergijski indeksi presudni za razvijanje politike za olakšavanje ekološkog opterećenja (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).

3.7.1. Opšte karakteristike emergijskog modela za glinene opeke u Kini

Emergijska analiza nudi holističku ekološku procenu sistema ili proizvoda uključujući materijale, energiju, resurse i usluge tokom čitavog životnog veka tog sistema ili proizvoda. Kao jedinstven koncept koristi se za procenu održivosti materijala. Ostvaruje integraciju između životne sredine i ulaza (inputa), uključujući resurse, energiju i usluge (Odum, 2000). Iz tog razloga su jedinične emergijske vrednosti (UEV) ključni koncept za izračunavanje emergijskog stanja, a na osnovu jedinice solarni emergijski džuli (sej) koja ima tri oblika – emergija/energija (sej/j), specifična emergija (sej/g) i emergija/novac (sej/\$). U Kini se u osnovi emergija izračunava u odnosu na solarnu, plimnu i geotermalnu energiju.

Proračunski emergijski postupak obuhvata tri koraka:

1. korak - definisanje dijagrama sistema za beleženje svih ulaza i izlaza iz sistema;
2. korak - konstruisanje tablice emergijskih vrednosti inventara;
3. korak - izračunavanje odnosa i emergijskih indeksa.

Nakon trećeg koraka može se izvršiti analiza i rasprava o primenjenom.

Osnovne proračunske formule energije, prema Zhang et al., (2020), mogu biti prikazane kao:

$$U(\text{sej}) = N(\text{J}) \times \text{UEV}(\text{sej/J}) \quad (3.9)$$

$$U(\text{sej}) = M(\text{g}) \times \text{UEV}(\text{sej/g}) \quad (3.10)$$

$$U(\text{sej}) = V(\$) \times \text{UEV}(\text{sej/\$}) \quad (3.11)$$

gde su:

U - energija (sej),

N, M, V - predstavljaju jedinice džula (J), grama (g) i novca (\$), redom,

UEV - energija po jedinici proizvoda, energije, usluge ili novca.

To su definicije koje ilustruju efikasnost sistema ocenjivanja (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).

3.7.2. Indikatori energijske održivosti

Za procenu energijske održivosti koriste se sledeći indeksi energije:

1. Osnovni pokazatelji:

- Stopa obnovljivosti (R%), predstavlja odnos obnovljivog energijskog dela i ukupne energije. Viša stopa obnovljivosti predstavlja bolji ekološki nivo.
- Stopa neobnovljivosti (N%) označava odnos neobnovljivog dela energije i ukupne energije. Viša stopa neobnovljivosti implicira lošiji ekološki nivo.

Ostali povezani pokazatelji su UEV, uvezeni resursi, uvezena energija i rad i usluge.

2. Emergijski udeo (EYR):

EYR se definiše kao odnos između ukupne i uvezene energije, predstavlja sposobnost generisanja energije. Manji unos nabavljenog energijskog sredstva dovešće do nižeg EYR, koji objašnjava konkurentsku sposobnost i ekonomski status ciljanog objekta.

3. Udeo opterećenja životne sredine (ELR):

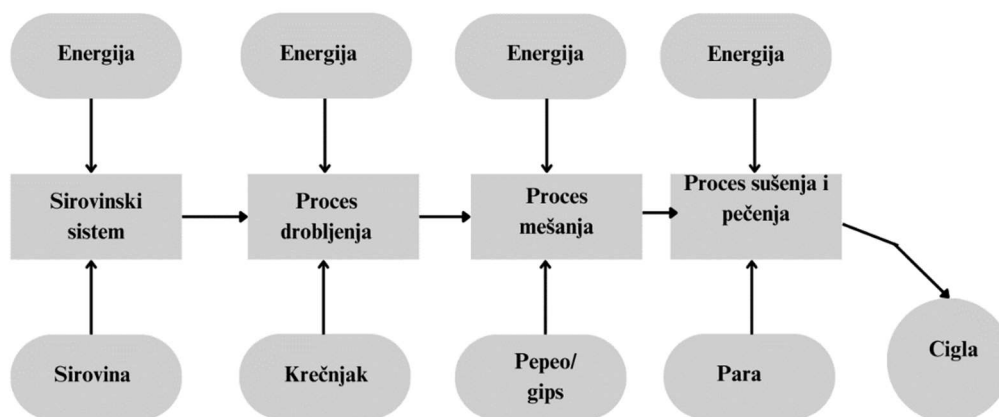
ELR je odnos između neobnovljivih resursa i uvezene energije prema obnovljivoj energiji. ELR se koristi za određivanje ekološkog pritiska na ciljane ekosisteme. Ekološka opterećenja sastoje se od energije koji nije izvor resursa, uvezene energije i drugih, kao što su emisije gasova, otpad, ispuštanja u okolinu itd.

4. Emergijski indeks održivosti (ESI):

ESI je odnos dva emergijska pokazatelja, EYR i ELR. Podrazumeva celovitu održivu situaciju jednog sistema, koji se može koristiti za procenu ukupnog učinka. Uopšteno govoreći, postoje tri numerička segmenta koji označavaju održive stepene – $ESI < 1$ (održivo), $1 < ESI < 5$ (srednja održivost) i $ESI > 5$ (neodrživo), dugoročno (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).

3.7.3. Podaci za konkretan primer proizvodnje glinene opeke u Kini

U Kini danas rade pogoni za proizvodnju glinene opeke, koji godišnje proizvode 800 milijardi ovih proizvoda. Za objašnjenje modela, odabran je grad Shijiazhuang u provinciji Hebei u Kini. Proizvodni pogon ima površinu od 5.000 kvadratnih metara. Godišnja proizvodnja ovog pogona je približno 6 miliona standardnih dimenzija cigle $240 \times 115 \times 53$ mm (GB/T 5101-2003, 2020).



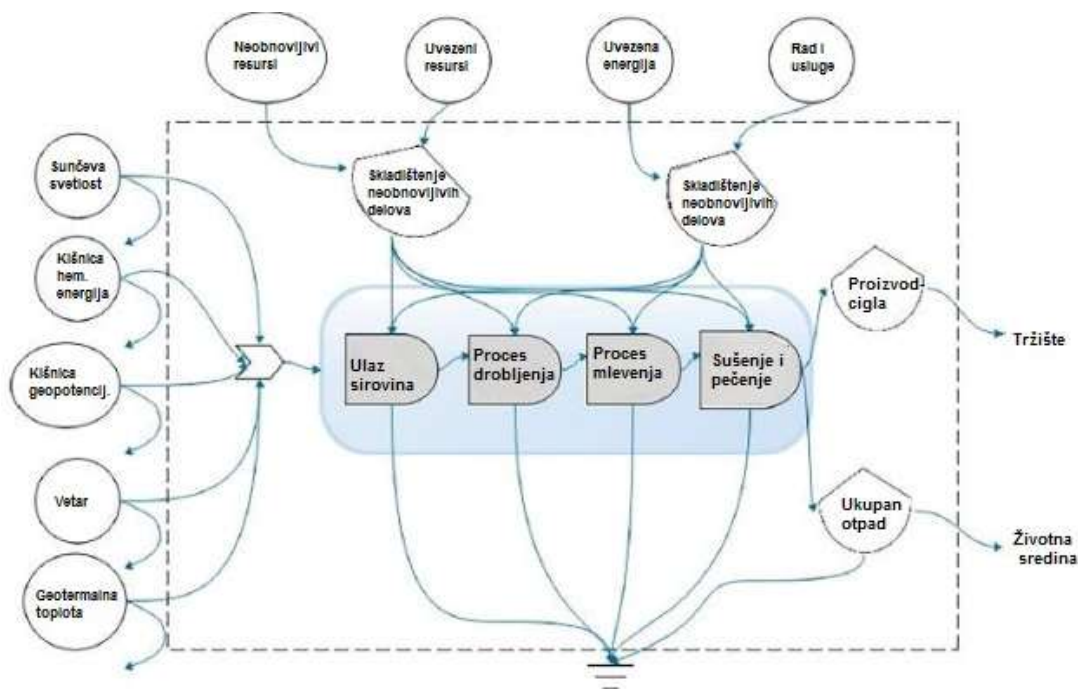
Dijagram 15. Proces proizvodnje glinenih opeka u Kini

(Izvor: Zhang, Srinivasan & Peng, 2020)

Tradicionalni proces proizvodnje glinene opeke u Kini (dijagram 15) sastoji se od dopremanja sirovina i pripreme materijala, procesa drobljenja, procesa mešanja i procesa sušenja i pečenja.

3.7.4. Dijagram energijskog toka procesa proizvodnje glinene opeke u Kini

Energijski dijagram proizvodnje glinene opeke prikazan je na dijagramu 16. Granica sistema proizvodnje glinene opeke uključuje obnovljive, neobnovljive i uvezene resurse, uvezenu energiju i rad i usluge. Energija se koristi u četiri glavna procesa proizvodnje opeke: za dopremanje sirovina i pripremu materijala, drobljenje i mešanje, kao i za proces sušenja i pečenja.



Dijagram 16. Energijski dijagram proizvodnje glinenih opeka

(Izvor: Zhang, Srinivasan & Peng, 2020)

3.7.5. Energijska analiza i proračun UEV

Procena održivosti proizvodnje glinene opeke uzima u obzir životnu sredinu, usluge i ekonomske faktore. Pored tipične energijske analize, može se za definisanje modela uzeti i emisija

zagađujućih materija u vazduh i njen uticaj na životnu sredinu (sej), proračun ekoloških usluga, proračun ekonomskih usluga sa naglaskom na životni vek prilagođen invaliditetu (DALY)⁹ (Qi et al., 2018).

3.7.5.1. Materije koje zagađuju vazduh i sa njim povezane emisije

Prema kineskom nacionalnom obaveznom standardu (GB3095-2012, Ambient Air Quality Standards), postoje tri glavne zagađujuće materije vazduha u proizvodnji opeke za zgrade. To su prašina, sumpor-dioksid (SO₂) i azotni oksidi (NO_x). Izduvni gasovi mogu ozbiljno uticati na ljudsko zdravlje i održivost ekosistema, posebno uzrokujući respiratorne bolesti i narušavanje aspekata ekološke ravnoteže. U konkretnoj studiji podaci o emisijama su: 80 mg/m³ (prašina), 20 mg/m³ (SO₂) i 50 mg/m³ (NO_x) na osnovu GB3095-2012 standarda (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).

3.7.5.2. Proračun ekonomskih gubitaka

Ako se uzmu u obzir zagađujuće materije vazduha prisutne u opeci, ekonomski gubitak usled njihovog prisustva može se izračunati primenom metode DALY-a (tabela 20), kao što je prikazano u jednačini (3.12) (Bhavik, 2002):

$$L = \sum W_i \cdot DALY_i \cdot \alpha \quad (3.12)$$

L – predstavlja ekonomski emergijski gubitak,

i – je vrsta izduvnih gasova,

W_i – prikazuje vrednosti otpadnog gasa.

DALY – životni vek prilagođen invaliditetu na osnovu izduvnih gasova, a/kg emisije (u tabeli 20),

α – parametar štete za godinu dana -1.68 x10¹⁶ sej/(po osobi) (Yang et al., 2018).

⁹ DALY (Disability-Adjusted Life Years) – koristi se kao metrika za poređenje ukupnog opterećenja profesionalnih oboljenja i bolesti povezanih sa radom

Tabela 20. Životni vek prilagođen invaliditetu (DALY) na osnovu izduvnih gasova (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020)

Element	Uticaj oštećenja	DALY (a/kg emisije)
Prašina	respiratorno	5.46×10^{-5}
SO ₂	respiratorno	8.87×10^{-5}
NO _x	respiratorno	3.75×10^{-4}

3.7.5.3. Proračun ekoloških usluga

Postoji bliska veza između proračuna ekoloških usluga i uticaja na životnu sredinu. Zato su izabrane tri zagađujuće materije vazduha (prašina, SO₂ i NO_x) za procenu opasnosti.

Za procenu ekoloških usluga, kao prvi korak, računa se količina otpadnog gasa prema jednačini (3.13) (Zhang et al., 2018):

$$M_i = c \cdot \left(\frac{U_i \cdot 10^6}{s_i} \right) \quad (3.13)$$

Drugi korak je određivanje emergije ekoloških usluga prema jednačini (3.14):

$$R_{air,i} = 0.5 \cdot M_i \cdot v^2 \cdot T_w \quad (3.14)$$

gde su prema istraživanju Zhang et al., 2018:

M_i – razređenost vazduha (kg/a),

i – vrsta gasa,

c – gustina vazduha (1,23 kg/m³),

U_i – godišnje zagađenje vazduha,

s_i – prihvatljiva koncentracija (prašina - 0,08 mg/m³; SO₂ - 0,02 mg/m³; NO_x - 0,05)

$R_{air,i}$ – emergija životne sredine,

v – brzina vetra (2,8 m/s),

T_w – transformacija vetra (1.86×10^3 sej/J).

3.7.6. Formiranje emergijske tabele

Rezultati proračuna emergijske analize proizvodnje glinene opeke u Kini dati su u tabeli 21. Izračunate stavke uključuju obnovljive izvore, neobnovljive izvore, uvezene izvore, uvezene energije, rad i usluge. U analiziranom sistemu uzeto je u obzir pet obnovljivih izvora energije: sunčeva svetlost, kiša (hemijska energija), kiša (geopotencijal), vetar (kinetička energija) i geotermalna toplota. Neobnovljivi izvori energije su glina i uljni škriljci. Uvezeni resursi su uglavnom kupljeni resursi: gips, krečnjak, para i pepeo. Uvezena energija je električna energija. Prema uslovima lokalne ekonomije, rad i usluge su bili uključeni u proračun emergijskog stanja.

Tabela 21. Emergijski proračun za proizvodnju glinenih opeka (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020)

Stavka	Jedinica	Količina	Preporuka za podatke	UEV (sej/jedinica)	Emergija (sej/godišnje)	%
1. Obnovljivi izvori						0,01
Sunčeva svetlost		$2,1 \times 10^6$ J/god	izračunato	1	$2,07 \times 10^6$	0,00
Kiša (hemijska energija)		$1,1 \times 10^{13}$ J/god	izračunato	$2,35 \times 10^4$	$2,47 \times 10^{17}$	0,01
Kiša (geopotencijal)		$6,6 \times 10^9$ J/god	izračunato	$2,79 \times 10^4$	$1,84 \times 10^{14}$	0,00
Vetar (kinetička energija)		$6,44 \times 10^8$ J/god	izračunato	$1,9 \times 10^3$	$1,22 \times 10^{12}$	0,00
Geotermalna toplota		$5,5 \times 10^8$ J/god	izračunato	$3,44 \times 10^4$	$1,9 \times 10^{14}$	0,00
2. Neobnovljivi izvori						50,6
Glina		$7,2 \times 10^7$ kg	izračunato	2×10^{12}	$1,44 \times 10^{20}$	33,5
Uljni škriljci		3×10^7 kg	izračunato	$2,46 \times 10^{12}$	$7,38 \times 10^{19}$	17,1
3. Uvezeni izvori						5,18
Gips		6×10^6 kg	izračunato	$1,27 \times 10^{12}$	$7,62 \times 10^{18}$	1,77
Krečnjak		6×10^6 kg	izračunato	$1,27 \times 10^{12}$	$7,62 \times 10^{18}$	1,77
Pepeo		5×10^5 kg	izračunato	$1,4 \times 10^{13}$	7×10^{18}	1,63
Voda		$2,63 \times 10^7$ kg	izračunato	$1,26 \times 10^9$	$3,31 \times 10^{16}$	0,01
4. Uvezena energija						18,1
Električna energija		$1,73 \times 10^{14}$ J	izračunato	$7,42 \times 10^{19}$	$7,79 \times 10^{19}$	18,1
5. Rad i usluge						25,9
Rad i usluge		$1,5 \times 10^8$ CNY	izračunato	$7,42 \times 10^{11}$	$1,11 \times 10^{12}$	25,9

6. Emisije						0,00
Zagađivači vazduha	Prašina	80 mg/m ³		-	5,15 x 10 ¹⁹	0,00
	SO ₂	20 mg/m ³		-	1,53 x 10 ¹⁹	0,00
	NO _x	50 mg/m ³		-	1,19 x 10 ¹⁹	0,00
UEV		7,18 x 10 ¹² sej/kg				100

U tabeli 20 prisutno je šest emergijskih celina u proizvodnji cigle koje imaju vitalne uticaje na održivost. Na osnovu ovih podataka, neke od važnijih emergijskih vrednosti su:

- obnovljivi izvori 4,97x 10¹⁷ sej/godišnje,
- neobnovljivi izvori 2,18 x 10²⁰ sej/godišnje,
- uvezeni resursi 2,23x 10¹⁹ sej/godišnje,
- uvezena energija 7,79 x 10⁹ sej/godišnje i
- rad i usluge 1,11x 10²⁰ sej/godišnje.

Emergijski rezultati prikazani u tabeli 20 otkrivaju da su najvažniji faktori neobnovljivi resursi (50,7%), zatim rad i usluge (25,8%) i uvezena energija (18,1%). U poređenju sa tim rezultatima, obnovljivi izvori igraju manju ulogu za ulaznu emergiju.

Od neobnovljivih izvora glina je glavni faktor koji čini oko 66,1% neobnovljivih resursa u prioritetnom smislu i 33,5% ukupnih emergijskih potreba. Emergija iz uljnih škriljaca je na drugom mestu 33,9%, odnosno 17,1%. Kada se posmatraju uvezeni resursi, njihov udeo je 1,78% za krečnjak, 1,78% za gips i 1,63% za pepeo. Male količine obnovljivih izvora korišćene su za ulaz. U suštini rezultati pokazuju da su, u emergijskom smislu, glina, uljni škriljci, električna struja, rad i usluge dominantne komponente za proizvodnju glinene opeke u Kini (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).

3.7.7. Indikatori zasnovani na emergiji

Na osnovu indikatora kao što su stopa obnovljivosti, stopa neobnovljivosti, odnos emergijskog prinosa, izračunati su udeo opterećenja životne sredine i emergijski indeks održivosti koji su prikazani u tabeli 22.

Tabela 22. Indeksi emergijske održivosti za glinene opeke (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020)

R.br.	Indikator	Indeks	Vrednost
1.	Obnovljivi deo	% R	0,01%
2.	Neobnovljivi deo	% N	50,6 %
3.	Emergijski udeo	EYR	18,3
4.	Udeo opterećenja životne sredine	ELR	486
5.	Emergijski indeks održivosti	ESI	0,038

Primenom modela koji su kreirali Zhang, Srinivasan & Peng (2020), ostvareni su sledeći rezultati:

(1) Stopa obnovljivosti (% R)

Stopa obnovljivosti glinene opeke u Kini izračunava se kao 0,01%. Ova vrednost simboliše nivo održivosti za procenjeni sistem i predstavlja udeo obnovljivih izvora. Stopa obnovljivosti je preniska za proizvodnju glinene opeke u Kini. Zbog visokih emergijskih troškova energije i resursa, veliki broj neobnovljivih resursa koristi se u pogonima za proizvodnju cigli, što rezultira visokom stopom neobnovljivosti. Iz tog razloga je povećanje stope obnovljivosti hitan zadatak za pogone za proizvodnju glinene opeke u Kini. Prema nedavnim rezultatima istraživanja, neke mere su primenjene u praksi za poboljšanje postupka proizvodnje glinene opeke, poput upotrebe tehnologije recikliranja kišnice i tehnologije ponovne upotrebe otpadnih voda. Na primer, ako se obnovljivi izvor može povećati za 10%, stopa obnovljivosti % R može biti poboljšana za 50%.

(2) Stopa neobnovljivosti (% N)

Stopa neobnovljivosti glinene opeke u Kini je 50,6%. Ovaj veliki procenat pokazuje udeo negativnog opterećenja na održivost posmatranog sistema. Što je veća stopa neobnovljivosti, to je lošija održivost. Postoje dva pristupa za ublažavanje ove situacije, odnosno smanjenja % N-

povećavajući efikasnost iskorišćavanja energije i koristeći alternativne materijale za zamenu neobnovljivih izvora. Na primer, ako se efikasnost iskorišćenja energije može poboljšati za 10%, stopa neobnovljivosti može se smanjiti za 0,76%; u međuvremenu, ako se 10% gline može zameniti sa fragmentima opeke, stopa neobnovljivosti smanjiće se za 3,21%. U slučaju alternativnih materijala, na primer, kada se glina smanji za 10%, stopa neobnovljivosti (% N) može se smanjiti za 5,07%. Stoga je upotreba alternativnih materijala presudna za poboljšanje stope neobnovljivosti.

U drugim studijama su primenjeni slični pristupi za ostvarivanje održivog razvoja. Prema Pokhara et al. (2019) kao zamena za glinu (kao sirovine za proizvodnju opeke) korišćena je aktivna glinica, čime je donekle poboljšan model održivog razvoja fabrike cigli.

Sutcu et al. (2019) smatraju da se ekološka proizvodnja opeke može postići primenom letećeg pepela i otpada od letećeg pepela kao sirovina.

(3) Jedinične emergijske vrednosti (UEV)

Jedinična emergijska vrednost proizvodnje glinene opeke ima vrednost $7,18 \times 10^{12}$ sej/kg, i razlikuje se od rezultata drugih istraživača (tabela 23). UEV u ovoj studiji razlikuje se od ostalih studija koje se baziraju na emergijskom osnovnom stanju ($12,0 \times 10^{24}$ sej/godišnje), procenjenoj granici sistema, specifičnom proizvodnom procesu, UEV ulaznih vrednostu, vrsti opeke, radu i uslugama, energijskoj strukturi i efikasnosti itd.

Tabela 23. Jedinična emergijska vrednost proizvodnje glinene opeke (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020)

Autor	UEV (sej/kg)	Osnovno stanje	Region
Burankarn	2.03×10^{12}	9.44×10^{24}	USA
Hwang Yi et al.	3.33×10^{12}	9.44×10^{24}	USA
R.M Pulselli et al.	23.68×10^{12}	9.44×10^{24}	Italija
Postojeća studija, 2020	7.18×10^{12}	12×10^{24}	Kina

(4) Emergijski udeo (EYR)

Emergijski udeo proizvodnje glinene opeke u Kini je 18,3. To znači da je uneti emergijski proizvod daleko manji od ukupne emergije. Lokalni resurs (glina) je glavni izvor neresursne emergije i uzrokuje značajan glineni otpad i veliko zagađenje okoline.

(5) Udeo opterećenja životne sredine (ELR)

Udeo opterećenja životne sredine za proizvodnju glinene opeke u Kini je 486, što je daleko veće od relevantnih standardnih i empirijskih vrednosti, a samim tim ukazuje na ozbiljno opterećenje životne sredine. Na osnovu emergijske analize, proizvodnja glinene opeke doneće veću štetu lokalnom ekološkom okruženju. Jedna od mogućnosti da se to izbegne je da se koriste održive sirovine za proizvodnju opeke radi smanjenja uticaja na životnu sredinu.

(6) Indeks emergijske održivosti (ESI)

Indeks emergijske održivosti proizvodnje glinene opeke u Kini je 0,038. Na osnovu ESI, zaključuje se da proizvodni proces dugoročno nije održivo stanje. U cilju poboljšanja neodrživog stanja fabrike opeke, mogu se koristiti alternativni materijali (uljni škriljci, gips, krečnjak itd.), kako bi se dobile ekološki prihvatljive opeke.

3.8. Model III - Eko-oznake za tvrde obloge u Republici Srbiji

U Republici Srbiji ne postoji eko-oznaka za građevinske proizvode na bazi pečene gline, tj. keramičke građevinske proizvode, izuzev za glinene crepove što je definisano u Prilogu 14 Pravilnika o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elemenata, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge (Knežević & Prokić, 2023). Većina proizvođača kao “ekološku prihvatljivost” za svoje proizvode ističe prirodno poreklo osnovne sirovine-gline i energetska efikasnost ugrađenih keramičkih proizvoda. Ovakav pristup ne može se prihvatiti, jer industrija proizvodnje keramičkih građevinskih proizvoda uzrokuje ispuštanje emisija u vazduh, vodu i zemljište (otpad). Pored toga, na životnu sredinu mogu uticati buka i neprijatni mirisi koji nastaju u proizvodnom procesu. Vrsta i količina zagađenja vazduha, otpada i otpadnih voda, zavise od različitih parametara.

Prema Pravilniku o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elementima, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge ("Sl. glasnik RS", br.49/2016), u Prilogu 14, definisani su kriterijumi za dodelu eko-znaka za tvrde obloge, koje nose šifru "021".

Kriterijumi za dodelu eko-znaka za tvrde obloge imaju za cilj da promovišu¹⁰:

1. "smanjenje uticaja na staništa i resurse u vezi sa njima;
2. smanjenje potrošnje energije;
3. smanjenje ispuštanja toksičnih ili drugih zagađujućih supstanci u životnu sredinu;
4. smanjenje upotrebe opasnih supstanci u materijalima i gotovim proizvodima;
5. bezbednost i odsustvo rizika po zdravlje u životnoj sredini;
6. informacije koje omogućavaju da potrošač upotrebljava proizvod na efikasan način kojim se na najmanju moguću meru smanjuje ukupan uticaj na životnu sredinu" (2016: 86).

Za kriterijume definisane u Prilogu 14 karakteristično je da su utvrđeni prema nivoima kojima se promoviše označavanje tvrdih obloga koje su proizvedene uz manji uticaj po životnu sredinu. Posebni zahtevi za procenu i proveru navode se u okviru svakog kriterijuma.

U Prilogu 14 naglašava se da "ispitivanje treba da sprovedu laboratorije sa odgovarajućom akreditacijom ili laboratorije koje ispunjavaju opšte zahteve navedene u standardu SRPS ISO/IEC ISO 17025. Po potrebi, metode ispitivanja, koje nisu metode naznačene za svaki kriterijum, mogu se koristiti ako nadležni organ koji procenjuje prijavu, prihvati njihovu ekvivalentnost" (2016: 86).

Prilikom procene prijave i usklađenosti kriterijum "nadležnim organima se preporučuje da sagledaju sprovođenje priznatih sistema menadžmenta životnom sredinom poput EMAS, ISO 14001, odnosno SRPS ISO 14001 (napomena: ne zahteva se uvođenje takvih sistema upravljanja)" (2016: 86).

¹⁰ Preuzeto iz Priloga 14 Pravilnika o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elementima, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge.

Proizvodi koji se svrstavaju u “tvrde obloge”, prema Pravilniku, nose šifru “021” dele se na “prirodne proizvode” i “prerađene proizvode”. Koriste se kako za unutrašnju tako i za spoljašnju upotrebu (prirodni kamen, aglomerisani kamen, betonski blokovi za popločavanje, teraco ploče, keramičke pločice i glineni crepovi). Grupa “prerađenih proizvoda” deli se na otvrdnute proizvode (aglomerisano kamenje, betonske jedinice za popločavanje i teraco ploče) i pečene proizvode (keramičke pločice i glinene pločice)¹¹.

Prema Pravilniku “glinene pločice su jedinice koje zadovoljavaju određene zahteve u vezi sa oblikom i dimenzijama, upotrebljavaju se za prekrivanje površinskoj sloja i pretežno se proizvode od gline i drugih materijala, sa ili bez dodataka kako je definisala tehnička komisija za standarde CEN/TC 178” (2016: 86).

Budući da glineni crepovi pripadaju ovoj grupi proizvoda, na bazi kriterijuma koji za njih važe, modifikacijom bi se mogli razviti kriterijumi za ekološko označavanje opeka i blokova od pečene gline.

3.8.1. Kriterijumi za dobijanje eko-oznake za glinene crepove

Pravilnikom je obuhvaćeno deset kriterijuma pri čemu su u ovoj analizi uzeti samo oni koji se odnose na glinene crepove, a to je osam kriterijuma. Takav pristup je odabran zbog sličnih karakteristika proizvodnog procesa glinenih crepova sa proizvodnim procesima fasadne opeke, standardnog bloka i energetskog bloka, koji su u fokusu ovog rada. Kriterijum 3 koji obuhvata postupke završne obrade, važi samo za prirodne proizvode, dok kriterijum 6 koji se odnosi na fazu upotrebe, važi samo za glazirane pločice, pa iz tih razloga nisu uzeti u razmatranje.

3.8.1.1. Kriterijum 1 – Ekstrakcija sirovina

Ovaj kriterijum odnosi se na ekstrakciju sirovina. Zahtevi koje treba da ispune sirovine za proizvodnju tvrdih obloga, a odnose se na odgovarajuće aktivnosti prilikom njihove ekstrakcije, prikazani su u tabeli 24.

Tabela 24. Zahtevi prilikom ekstrakcije (Prilog 14)¹¹

Parametar	Zahtev
Projekat ekstrakcije sirovina i sanacije životne sredine	<p>Podnosilac prijave mora da priloži tehnički izveštaj uključujući sledeće dokumente:</p> <ul style="list-style-type: none"> – odobrenje za ekstrakciju sirovina; – plan sanacije životne sredine i/ili izveštaj o proceni uticaja na životnu sredinu; – kartu na kojoj je označena lokacija kamenoloma; – izjavu o usklađenosti sa Direktivom Saveta 92/43/EEZ (staništa) i Direktivom Saveta 79/409/EEZ (ptice), odnosno sličan tehnički izveštaj kao dokaz usklađenosti sa Konvencijom UN o očuvanju biološke raznolikosti (1992) i da pruži informacije o akcionom planu i nacionalnoj strategiji u vezi sa biodiverzitetom, ako su dostupni. <p>Za više informacija posetiti: http://ec.europa.eu/environment/nature/index_en.html</p>

U toku procene i provere, podnosilac prijave je u obavezi da priloži sve relevantne podatke i dokumenta kao i kartu datog područja. Ukoliko postupkom ekstrakcije ne upravljaju neposredno proizvođači, dokumentacija se uvek traži od onog/onih ko/koji vrši/e ekstrakciju.

3.8.1.2. Kriterijum 2 – Izbor sirovina (za sve proizvode od tvrdih obloga)

Za ovaj kriterijum “dati zahtevi odnose se na sirovine i sekundarne materijale ili ponovo iskorišćene materijale koji se upotrebljavaju u proizvodnim procesima i na poluproizvode (smeše) koje se nabavljaju eksterno (tj. dobavljači takođe moraju da ispunjavaju date kriterijume)” (2016: 89).

Kriterijumom se striktno zahteva odsustvo oznaka rizika kod sirovina. Za sirovine je od naročitog značaja “da ne sadrže nikakve supstance ili preparate, kojima je dodeljena ili kojima bi u trenutku primene mogla biti dodeljena neka od oznaka rizika (ili njihove kombinacije), kako je definisano odgovarajućim propisima koji definišu klasifikaciju i obeležavanje hemikalija prema DSD/DPD” (2016: 89).

¹¹ Prilagođeno prema Prilogu 14 Pravilnika o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elementima, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge.

Lista oznaka obuhvata: R45, R46, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63 i R68¹¹.

Alternativno se razmatra klasifikacija u skladu sa odgovarajućim propisima koji definišu klasifikaciju i obeležavanje hemikalija prema CLP/GHS¹² sistemu. U Prilogu 14 se precizira “u tom slučaju, sirovinama se ne smeju dodavati nikakve supstance ili preparati kojima su dodeljene, ili kojima bi u vreme primene mogle biti dodeljena sledeća Obaveštenja o opasnosti (ili njihova kombinacija): H350, H340, H350i, H400, H410, H411, H412, H413, EUH059, H360F, H360D, H361f, H361d, H360FD, H361fd, H360Fd, H360Df, H341” (2016: 89).

Za ove materijale važi da “zbog prednosti recikliranja materijala u pogledu zaštite životne sredine, dati kriterijumi se ne upotrebljavaju za kvotu materijala koji se recikliraju u zatvorenoj petlji, koji se upotrebljavaju u procesu i koji su definisani u Dodatku – A2”¹³ (2016: 89).

Za procenu i proveru, onaj ko podnosi prijavu, mora da priloži formulaciju materijala (u pogledu hemijske i mineraloške analize) zajedno sa izjavom o usklađenosti sa pomenutim kriterijumima¹¹.

Drugi zahtev prilikom izbora sirovina odnosi se na ograničavanje prisustva azbesta i poliesterskih smola u materijalima.

U skladu sa Direktivom Saveta 76/769/EEZ, “u sirovinama koje se upotrebljavaju za prirodne i prerađene proizvode ne sme biti nimalo azbesta. Upotreba poliesterskih smola ograničava se na 10% ukupne težine” (2016: 90).

Podnosilac prijave, za proveru i procenu, prilaže formulaciju materijala (u pogledu hemijske i mineraloške analize) zajedno sa izjavom o usklađenosti sa zahtevima koji se odnose na prisustvo azbesta i poliestarskih smola.

¹² CLP/GHS (eng. *Globally harmonized system of classification and labeling of chemicals* - novi sistem klasifikacije hemikalija)

¹³ Više o ovome videti u Prilogu 2 disertacije.

3.8.1.3. Kriterijum 4 – Proizvodni proces (samo za prerađene proizvode)¹¹

Ovaj kriterijum uzima u obzir: potrošnju energije, potrošnju i upotrebu vode, emisije u vazduh i emisije u vodu.

Potrošnja energije

Prema Prilogu 14 “potrošnja energije izračunava se kao energetska potreba procesa (PER) za aglomerisano kamenje i teraco ploče ili kao energetska potreba za postupak pečenja (ERF) za keramičke pločice i glinene pločice. Za procenu se koriste granične vrednosti za energetska potrebu za postupak pečenja (ERF). Energetska potreba za fazu pečenja (ERF), kada je reč o keramičkim pločicama i glinenim pločicama, ne sme premašiti sledeće zahteve” (2016: 90):

Tabela 25. Zahtevi energetskih potreba za fazu pečenja (Prilog 14)¹⁰

	Zahtev (MJ/kg)	Metod ispitivanja
Keramičke i glinene pločice	3,5	Tehnički dodatak – A4 ¹³
<i>Napomena:</i> zahtev se izražava u MJ po kg finalnog proizvoda pripremljenog za prodaju.		

Prilikom procene i provere “podnosilac prijave mora da izračuna ERF u skladu sa uputstvima iz Tehničkog dodatka – A4¹³ i prilaže odgovarajuće rezultate i prateću dokumentaciju” (2016: 91).

Potrošnja i upotreba vode

a) “Potrošnja vode u fazi proizvodnje, od pripreme sirovine do postupaka pečenja, za pečene proizvode ne sme premašiti sledeći zahtev” (2016:91), što je predstavljeno u tabeli 26.

Tabela 26. Potrošnja vode (Prilog 14)¹⁰

	Parametar	Zahtev
Specifična potrošnja sveže vode (Cwp-a) (u litrima po kg proizvoda)		1

Za procenu i proveru “podnosilac prijave izračunava specifičnu potrošnju sveže vode na način koji se navodi u Tehničkom dodatku – A5. Kada je reč o svežoj vodi, treba sagledati samo podzemnu vodu, plitku vodu ili vodu iz vodovoda” (2016: 91).

b) Za otpadnu vodu koja nastaje u procesu proizvodnje obavezno je dostizanje količnika recikliranja od najmanje 90%. “Količnik recikliranja izračunava se kao odnos između reciklirane otpadne vode ili ponovo iskorišćene otpadne vode primenom kombinacije mera za optimizaciju procesa i sistema za prečišćavanje otpadnih voda, unutar ili izvan postrojenja, i ukupne vode koja izlazi iz procesa, kako je definisano u Tehničkom dodatku – A3. Podnosilac prijave mora da priloži proračun količnika recikliranja uključujući osnovne podatke o ukupnoj količini proizvedene otpadne vode, reciklirane vode i o količini i izvoru sveže vode koja se upotrebljava u procesu” (2016: 91).

Emisije u vazduh - glinene pločice

U fazi pečenja glinenih pločica “emisije u vazduh, ne smeju premašiti određene granične vrednosti parametara koje se izračunavaju korišćenjem formule” (2016: 92):

$$\text{vrednost (mg/m}^2\text{)} = \text{nivo emisije (mg/ [m}^2\text{ (površina) x cm (debljina)])} \quad (3.15)$$

U tabeli 27 prikazane su vrednosti nivoa emisije, granične vrednosti kao i odgovarajuće metode ispitivanja.

Tabela 27. Glinene pločice - emisije u vazduh (Prilog 14)¹¹

Parametri	Nivo emisije (mg/m ² x cm)	Granična vrednost (mg/m ²)	Metoda ispitivanja
Suspendovane čestice (prašina)	250	1000	SRPS EN 13284
Fluoridi (kao HF)	200	800	SRPS ISO 15713
Azotni oksidi (kao NO _x)	3000	12000	SRPS EN 14792
Sumpor-dioksid (SO ₂)	2000	8000	SRPS EN 14791

U toku postupka provere i procene “podnosilac prijave mora priložiti odgovarajuću dokumentaciju i izveštaje o ispitivanju za svaki prethodno navedeni parametar emisije, u skladu sa naznakama Tehničkog dodatka – A6” (2016: 92).

Emisije u vodu

Kada se posmatraju emisije u vodu, Prilog 14 definiše (tabela 28) da “nakon prečišćavanja otpadnih voda, u postrojenju ili izvan postrojenja, sledeći parametri ne smeju premašiti ove granične vrednosti” (2016: 93)

Tabela 28. Emisije graničnih vrednosti u vodu (Prilog 14)¹⁰

Parametar	Granica	Metoda ispitivanja
Emisija suspendovanih čvrstih materija u vodu	40 mg/l	SRPS ISO 5667-17
Emisija Cd u vodu	0.015 mg/l	SRPS ISO 8288
Emisija Cr (VI) u vodu	0.15 mg/l	SRPS ISO 11083
Emisija Fe u vodu (¹)	1.5 mg/l	SRPS ISO 6332
Emisija Pb u vodu	0.15 mg/l	SRPS {ISO 8288

(¹)Parametar "Fe" primenjuje se za sve prerađene proizvode "sa izuzetkom keramičkih pločica".

Za proveru i procenu podnosilac prijave mora da priloži odgovarajuću dokumentaciju i izveštaje u skladu sa propisanim kriterijumima.

3.8.1.4. Kriterijum 5 – Upravljanje otpadom

Ovaj kriterijum definiše da je “sistem za rukovanje otpadom i ostacima proizvoda koji nastaju pri proizvodnji proizvoda obavezan je za sva postrojenja koja su uključena u proizvodnju proizvoda. Sistem mora biti dokumentovan ili razjašnjen u prijavi i najmanje sadržati informacije o postupcima za:

1. separaciju i upotrebu recikliranih materijala iz tokova otpada;
2. recikliranje materijala za druge upotrebe;

3. rukovanje opasnim otpadom i postupci za njegovo odlaganje” (2016: 93).

Prilikom provere i procene, podnosilac zahteva je u obavezi da odgovarajuću dokumentaciju.

Ovaj kriterijum za prerađene proizvode definiše i ponovno iskorišćenje otpada. U tom slučaju “podnosilac prijave je u obavezi da priloži odgovarajuću dokumentaciju o postupcima koji su usvojeni za recikliranje nusproizvoda koji nastaju u procesu. Prilaže izveštaj koji uključuje informacije o:

1. vrsti i količini ponovo iskorišćenog otpada;
2. načinu odlaganja;
3. informacijama kada je reč o ponovnoj upotrebi (unutar ili izvan procesa proizvodnje) otpada i sekundarnih materijala u proizvodnji novih proizvoda.

Najmanje 85% (mase) ukupne količine otpada koji nastaje procesom ili procesima mora biti ponovo iskorišćeno” (2016: 94).

Za proveru i procenu “podnosilac zahteva mora da priloži odgovarajuću dokumentaciju koja se zasniva na masenom bilansu i/ili sistemima za izveštavanje o zaštiti životne sredine, dokazujući stope postignutog ponovnog iskorišćenja, unutar ili izvan postrojenja, na primer – recikliranjem, ponovnom upotrebom ili ponovnom proizvodnjom/regeneracijom” (2016: 94).

3.8.1.5. Kriterijum 7 – Ambalaža

Kriterijumom se predviđa da “karton koji se upotrebljava za pakovanje finalnog proizvoda treba da bude napravljen za ponovnu upotrebu ili da bude napravljen od najmanje 70% recikliranih materijala”, kao i se za procenu i proveru “prilaže se uzorak ambalaže zajedno sa odgovarajućom izjavom o usklađenosti sa svim zahtevima” (2016: 94).

3.8.1.6. Kriterijum 8 – Pogodnost za upotrebu

Dokaz o pogodnosti proizvoda za upotrebu može “uključiti podatke odgovarajućih metoda ispitivanja na osnovu standarda ISO, CEN ili drugih ekvivalentnih metoda ispitivanja, kao što su nacionalni ili interni postupci ispitivanja. Naznaka vrste upotrebe za koju proizvod treba da bude korišćen mora biti jasno definisana: upotreba na zidu, podu ili zidu/podu ako je proizvod podoban za obe upotrebe” (2016: 94).

Prilikom procene i provere “prilažu se detalji postupaka ispitivanja i rezultati, zajedno sa izjavom da je proizvod pogodan za upotrebu na osnovu svih drugih informacija o najboljoj primeni za krajnjeg korisnika. U skladu sa Direktivom 89/106/EEZ pretpostavlja se da je proizvod pogodan za upotrebu ako odgovara usklađenom standardu, evropskom tehničkom odobrenju ili neusklađenoj tehničkoj specifikaciji koja se priznaje na nivou Evropske zajednice. Oznaka usaglašenosti Evropske zajednice “CE” za građevinske proizvode pruža proizvođačima potvrdu o usaglašenosti koja se lako prepoznaje i koja se može smatrati dovoljnom u ovom kontekstu” (2016: 94).

3.8.1.7. Kriterijum 9 – Informacije za potrošače

Prodaja proizvoda vrši se sa relevantnim informacijama za potrošače koje obezbeđuju savete o pravilnoj i najboljoj opštoj i tehničkoj upotrebi proizvoda kao i o njegovom održavanju. Prilog 14 definiše da “proizvod mora da sadrži sledeće informacije na ambalaži i/ili u dokumentaciji koja se prilaže uz proizvod:

1. podatak da je proizvodu dodeljen eko-znak, zajedno sa kratkim ali detaljnim objašnjenjem o tome šta to znači pored opštih informacija koje su navedene u polju 2 eko-znaka;
2. preporuku o upotrebi i održavanju proizvoda. Datim informacijama treba da se istaknu sva relevantna uputstva posebno kada je reč o održavanju i upotrebi proizvoda. Na način kako je prikladno, treba navesti upućivanje na svojstva upotrebe proizvoda u teškim klimatskim ili drugim uslovima, na primer, otpornost na smrzavanje/apsorciju vode, otpornost na

zaprljanja, otpornost na hemikalije, neophodna priprema površine podloge, uputstva o čišćenju i preporučene vrste sredstava za čišćenje i intervale čišćenja. Informacije takođe treba da uključe moguće naznake o potencijalnom životnom veku koji se očekuje za proizvod u tehničkom smislu, bilo kao prosečna vrednost ili kao raspon;

3. naznaku o putanji recikliranja ili odlaganja;
4. podatke o ekološkom znaku i grupama proizvoda u vezi sa njim, uključujući sledeći tekst (ili ekvivalent) - *Za više informacija o ekološkom znaku, posetiti internet stranicu Ministarstva nadležnog za životnu sredinu*” (2016: 95).

Za procenu i proveru “podnosilac zahteva mora da priloži uzorak ambalaže i/ili tekstove koji se prilažu uz proizvod” (2016: 95).

3.8.1.8. Kriterijum 10 – Podaci koji se nalaze na ekološkom znaku

Kriterijum predviđa da “za prerađene proizvode opcioni deo eko-znaka sa prostorom za tekst sadrži tekst”:

- 1) “smanjena potrošnja energije u postupcima proizvodnje”,
- 2) “smanjene emisije u vazduh i vodu”,
- 3) “poboljšano informisanje potrošača i upravljanje otpadom” (2016:95).

Podnosilac zahteva je, tokom procene i provere, u obavezi da uz proizvod priloži uzorak ambalaže i/ili odgovarajuće tekstove.

Svi prilozi i tehnički dodaci koji se pominju u tekstu, dati su u Prilogu 2 ove disertacije.

4. METODOLOGIJA RAZVOJA KRITERIJUMA ZA EKOLOŠKO OZNAČAVANJE GRAĐEVINSKIH PROIZVODA NA BAZI PEČENE GLINE

Proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline višestruko utiče na životnu sredinu u svim fazama životnog ciklusa građevinskih proizvoda na bazi pečene gline. Da bi ova grupa proizvoda mogla da dobije ekološku oznaku, potrebno je da ispuni odgovarajuće kriterijume.

Analizom postojećih sistema ekološkog označavanja za ovu grupu proizvoda u svetu i Evropskoj uniji, može se zaključiti da su kriterijumi raznoliki i neujednačeni i da variraju od zemlje do zemlje. Zajedničko za većinu ovih sistema je da se zasnivaju na praćenju proizvoda “*od klevke do groba*”, odnosno na LCA pristupu.

Cilj eksperimentalnog dela istraživanja je da definiše inovativnu metodologiju razvoja kriterijuma na osnovu kojih građevinski proizvodi na bazi pečene gline u Republici Srbiji mogu dobiti ekološku oznaku. Kao osnova za razvoj metodologije iskorišćen je indikatorski pristup čija se suština zasniva na:

1. identifikaciji prioriternih indikatora koji ukazuju na vezu između proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životne sredine;
2. vrednovanju indikatora i određivanju zbirnog indikatora;
3. postavljanju kriterijuma za ekološko označavanje na osnovu procentualnih i bodovnih procena;
4. proveru individualnog zbirnog indikatora za određenog proizvođača građevinskih proizvoda na bazi pečene gline.

Za definisanje indikatora iskorišćeni su postojeći modeli ekološkog označavanja analizirani u prethodnim poglavljima:

- EPD tip III za građevinske proizvode od gline prema EN 15804:2012+A2:2019 (EU),
- Emergijski model za glinene opeke (Kina),
- Kriterijumi za dobijanje eko-oznake za tvrde obloge (Pravilnik o bližim uslovima, kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka, elementima,

- izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge, “Sl. glasnik RS”, br.49/2016, Prilog 14),
- Energetski pasoš (Republika Srbija).

4.1. Opis indikatorskog pristupa

Prema EEA Glossary indikator životne sredine definiše se kao “Parametar ili vrednost izvedena iz parametara koji opisuju stanje životne sredine i njen uticaj na ljudska bića, ekosisteme i materijale, pritiske na životnu sredinu, pokretačke sile i reakcije koje upravljaju tim sistemom. Indikator je prošao kroz proces selekcije i/ili agregacije kako bi mu se omogućilo da usmerava akciju”.

Indikatori životne sredine su od sve veće važnosti za povezivanje stanja životne sredine sa onima koji su zainteresovani za to, ili odgovorni za stanje životne sredine. Za formulisanje indikatora neophodne su informacije koje su dostupne u različitim razmerama. Indikatori životne sredine su obično kvantitativni izrazi koji mere neko određeno stanje u odnosu na postojeću graničnu vrednost. Donosioci odluka koriste indikatore za komunikaciju sa javnošću. Upravo iz tog razloga važno je definisati i kvantifikovati indikatore na naučno opravdan način (Stein, Riley & Halberg, 2001).

Ekološki indikatori informišu naučnike, javnost i kreatore politike o ekološkim, društvenim, ljudskim i ekonomskim posledicama ekoloških uslova koji se stalno menjaju. Za indikatore se mogu koristiti kvalitativne ili kvantitativne mere. Pri tome je važno praviti razliku između apsolutnih (ukupni iznos) i relativnih (specifičnih) kvantitativnih mera (Persson, 2001).

Jedan od prvih koraka za ostvarivanje koncepta održivog razvoja i očuvanja životne sredine je realizacija “ekološki podobnog proizvoda”, odnosno materijala koji se primenjuje u građevinarstvu i koji je saglasan sa zaštitom životne sredine. Materijali koji zadovoljavaju te zahteve su: fleksibilni, pouzdani, dugovečni, prilagodljivi, dogradivi i pogodni za višekratnu upotrebu. Proizvodnja je fokusirana na stvaranje bezopasnih metodologija koje optimiziraju proizvodnju i maksimiziraju ekološke performance. Osnovne karakteristike su joj (Petrović, Đorić Veljković & Karamarković, 2015):

- količina upotrebljenih materijala je smanjena,
- koriste se reciklirani materijali,
- koriste se materijali iz neposredne okoline,
- energetska efikasnost je povećana,
- dugotrajnost proizvoda je povećana,
- koriste se materijali sa manjim uticajem na životnu sredinu,
- količina otpada je redukovana,
- prisutna je reciklabilnost,
- moguće je meriti otisak ugljenika,
- primenjeni su principi održivog razvoja.

Smanjenje uticaja na životnu sredinu treba da je prisutno tokom celokupnog životnog ciklusa proizvoda, od vađenja sirovina do odlaganja proizvoda nakon upotrebe.

Prilikom definisanja indikatora, polazi se od toga da je on pokazatelj – posmatrana vrednost, koja reprezentuje fenomen istraživanja.

Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD) definiše indikator kao “parametar, ili vrednost izvedenu iz parametara, koji ukazuje na informacije o stanju neke pojave/okruženja/područja sa značajem koji se proteže dalje od onog koji je direktno povezan sa vrednošću parametra” (World Health Organization, 2002).

Prema Stevanović Čarapina i Mihajlov (2010b), indikatori kvantifikuju informacije kroz agregaciju više različitih podataka, a rezultujuća informacija je njihova sinteza. Značaj indikatora ogleda se u tome što omogućavaju pojednostavljenje informacija pomoću kojih je moguće otkriti složene pojave i pridodati podacima dodatne vrednosti. To se postiže pretvaranjem podataka u informacije pogodne za korišćenje u procesima rešavanja problema i donošenja odluka. Indikatori se primenjuju u brojnim oblastima i na svim nivoima – od ekonomije do zaštite životne sredine i zdravlja, kako na globalnom, tako i na regionalnom, nacionalnom i lokalnom nivou. Smatraju se najefikasnijim načinom praćenja promena i ostvarivanja ciljeva sektorskih politika i strategija. Prednost primene indikatora ogleda se i u mogućnosti boljeg razumevanja složenih problema kao

i u jednostavnom i jasnom načinu kvantifikovanja informacija. Koriste se odavno kao instrument pomoću koga se mogu dobiti dodatne informacije o raznovrsnim pitanjima kao što su zdravlje ljudi, životna sredina i ekonomsko stanje. Indikatori životne sredine predstavljaju mere stanja i pritisaka na životnu sredinu. Svrha njihove upotrebe je da se podigne svest o okolini i da se pokaže napredak u zaštiti životne sredine kao komponente održivog razvoja. U oblasti životne sredine, indikatori predstavljaju meru fizičkih, bioloških, hemijskih ili socio-ekonomskih faktora koji na najbolji način reprezentuju ključne elemente kompleksnih ekosistema ili problematike životne sredine.

Prema Stevanović Čarapina i Mihajlov (2010b), indikatori koji definišu oblast životne sredine su potrebni:

- da pomognu u definisanju stanja životne sredine;
- za sagledavanje trendova zagađenja životne sredine sa ciljem identifikacije zagađujućih materija, potencijalnih zagađivača, kao i nastalih oštećenja životne sredine;
- da se sagledaju trendovi stanja zagađenja životne sredine sa ciljem uspostavljanja i vođenja ispravne politike;
- za poređenja statusa životne sredine u određenim zonama, opštinama, regionima, zemljama sa ciljem preduzimanja potrebnih ciljnih akcija za poboljšanje;
- za posmatranje uticaja određenih politika i drugih intervencija na stanje životne sredine;
- da pomognu podizanju svesti različitih ciljnih grupa o zagađenju životne sredine (uključujući donosioce politike, industriju, javnost, medije);
- da pomognu istraživanju povezanosti stanja životne sredine i zagađenja (npr. kao deo epidemioloških studija), kao osnovu za intervenciju u sektoru zdravlja i za donošenje odluka.

Glavni set indikatora (eng. *Core Set of Indicators – CSI*) u sektoru životne sredine je razvila Evropska agencija za zaštitu životne sredine (eng. *European Environmental Agency – EEA*) sa ciljem (Stevanović Čarapina i Mihajlov, 2010b):

- pružanja upravljive i stabilne osnove za izveštavanje o indikatorima na Internetu i u izveštajima koji se na njima baziraju, od strane EEA;

- stavljanja u prvi plan napretka u kvalitetu i geografskoj pokrivenosti toka podataka, naročito primarnog toka podataka u okviru Evropske mreže za posmatranje i informisanje o životnoj sredini – EIONET-a;
- usmeravanja saradnje EEA/EIONET-a ka drugim Evropskim i globalnim indikatorskim inicijativama, npr. strukturni i indikatori održivog razvoja.

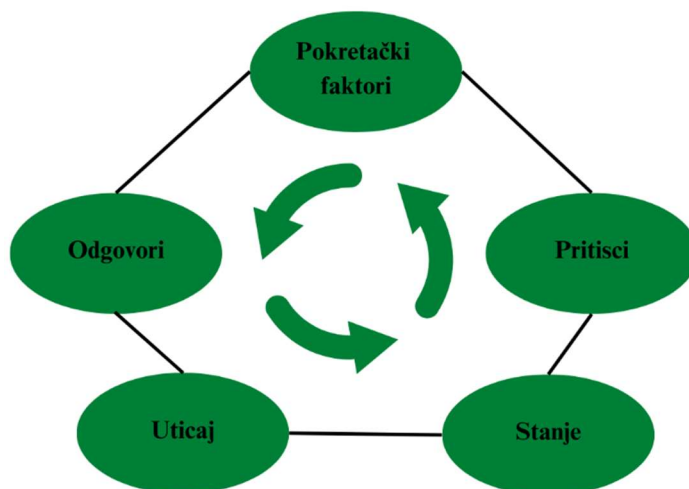
Ne postoji univerzalni set eko-indikatora koji bi se mogao promeniti u bilo koju svrhu. Oni su tu da podrže odlučivanje, a ne da ga zamene.

4.2. Kriterijumi za izbor indikatora životne sredine

Kriterijumi za izbor indikatora životne sredine su brojni i sistematizovani prema značaju, relevantnosti, merljivosti, jednostavnosti, kao i ekonomskoj opravdanosti.

4.2.1. DPSIR pristup

U oblasti životne sredine indikatori se najčešće definišu na bazi DPSIR pristupa. Opšti DPSIR pristup, indikatore svrstava u pet kategorija: D-pokretači, P-pritisci, S-stanja, I-uticaji i R-odgovori (dijagram 17). Pri tome je bitno opisati različite uzročno-posledične veze između indikatora, jer je teško nedvosmisleno pripisati promene ekosistema ljudskim pritiscima. U prvom koraku potrebno je identifikovati i prikupiti sve moguće podatke i informacije o pet elemenata DPSIR lanca, opisujući odnose između porekla i posledica ekoloških problema. Za razumevanje njihove dinamike, korisno je fokusirati se na veze između DPSIR elemenata. Odgovori mogu modifikovati bilo koji element lanca: pokretačke snage kroz strukturalne intervencije, pritiske kroz tehnološke i propisane akcije, stanja kroz korektivne radnje i uticaje kroz ekonomsku nadoknadu štete (Labianca et al.2020).



Dijagram 17. DPSIR indikatori stanja životne sredine (Izvor: EEA core set indicators, 2003)

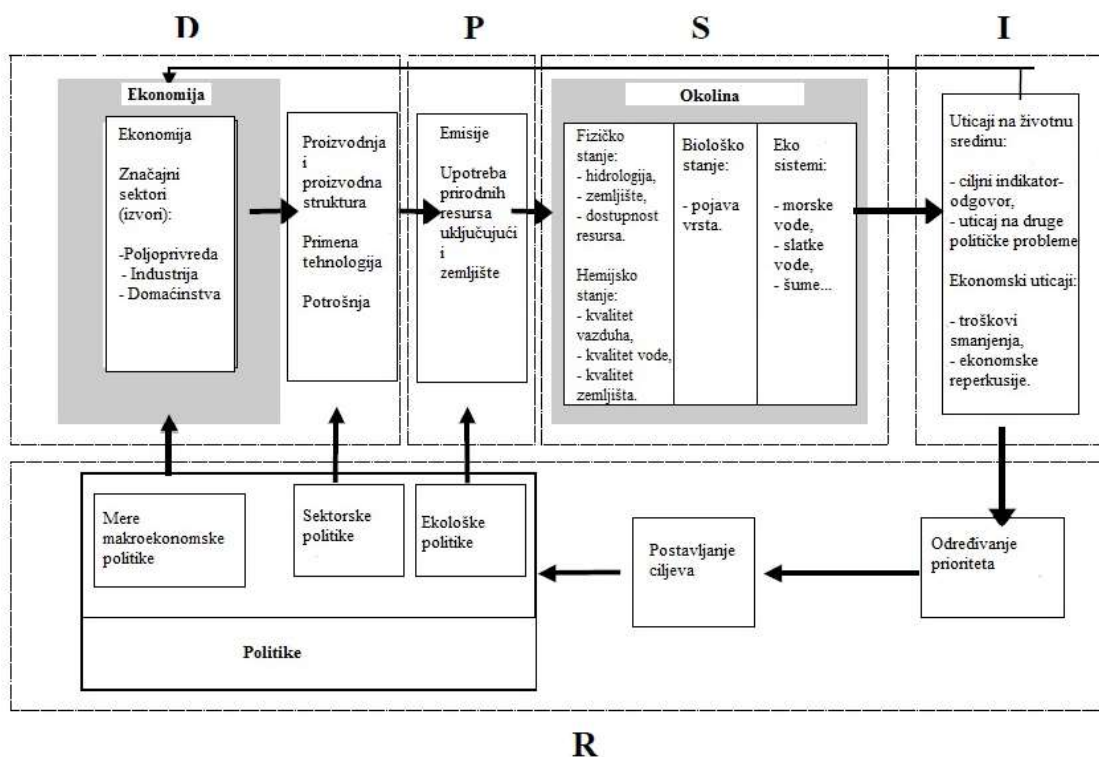
Objašnjenje DPSIR indikatora (Stevanović Čarapina i Mihajlov, 2010b):

- Pokretači (“Driving Forces”) – (D): predstavljaju osnovne pokretačke mehanizme – ljudske aktivnosti (poljoprivreda, industrija, šumarstvo, saobraćaj, energetika, turizam i dr.), kao i potrebe pojedinca, industrije i društva u celini. Opisuju socijalni, demografski i ekonomski razvoj određenog društva, kao i posledične promene stila života, potrošnje i proizvodnje. Ovi indikatori izazivaju pritisak na životnu sredinu kroz promene u proizvodnji i potrošnji. Za njih je karakteristično da nemaju brz odziv i elastičnost.
- Pritisци (“Pressures”) – (P): nastaju kao posledica delovanja pokretačkih mehanizama koje direktno prouzrokuju probleme u životnoj sredini. Predstavljaju ljudske aktivnosti koje direktno prouzrokuju pritisak na životnu sredinu. Taj pritisak se javlja kao rezultat procesa proizvodnje i potrošnje kroz: ispuštanje supstanci, fizičke i biološke agense, korišćenje resursa, korišćenje zemljišta. Pritisak koji vrši društvo prenosi se i transformiše u različite prirodne procese. To za rezultat ima promene uslova životne sredine, kao što su CO₂ emisije, korišćenje zemljišta za izgradnju puteva i sl. Osobina ovih indikatora je da brzo reaguju na odluke usmerene na redukciju problema kao i da pokazuju efikasnost pokrenutih akcija.

- Stanje (“State”) – (S): nastaju kao rezultat “pritiska”. Predstavljaju stanje životne sredine, odnosno definišu fizičko (npr. temperatura), hemijsko (npr. koncentracija zagađujuće materije u medijumima životne sredine) i biološko stanje (npr. stanje ribljeg fonda) životne sredine na određenom prostoru. Njihova karakteristika je da su spori, pošto je najčešće sadašnje stanje životne sredine posledica višegodišnjeg zagađenja i/ili zagađenja od pre deset godina (trenutno stanje – poslednjih nekoliko godina, npr. pogoršanje kvaliteta vazduha, zemljišta i voda i dr.). Stanje životne sredine se menja usled dejstva pritiska. Istovremeno te promene imaju uticaj na socijalne i ekonomske funkcije (obezbeđenje uslova za zdravlje stanovništva, biodiverzitet, uticaj na različite resurse).
- Uticaj (“Impact”) – (I): predstavlja direktne efekte koje je stanje životne sredine prouzrokovalo na ekosisteme i bića. Indikator kombinuje uticaj životne sredine i ekonomije na funkcionisanje ekosistema, njihove sposobnosti preživljavanja, ljudsko zdravlje, ekonomsko i socijalno funkcionisanje društva. To se može predstaviti na sledeći način: zagađenje vazduha prouzrokuje globalno zagrevanje (primarni efekat), koje izaziva povećanje temperature (sekundarni efekat), što opet može prouzrokovati povećanje nivoa mora (tercijarni uticaj), koje opet može prozrokovati gubitak biodiverziteta. U poređenju sa indikatorima stanja, indikatori uticaja su sporiji. To se može objasniti time da u momentu kada se određeni uticaj dogodio, je već kasno za akciju (ljudske posledice pritisaka, poput fragmentacije prostora, gubitka biološke raznovrsnosti i sl.).
- Odgovor (“Response”) – (R): su indikatori kojima se izražavaju naponi društva (političari, donosioci odluka) da reši problem. Za njih je karakteristično da su brzi jer predstavljaju mere i instrumente koji se bave određenom problematikom i koji su u pripremi i/ili na snazi. Njihov cilj je da pokrenu sistem putem ratifikovanja konvencija, zakonskih akta, uvođenjem taksi, izdvajanjem određene količina novca koju je vlast ili industrija spremna da potroši u cilju uvođenja mera zaštite životne sredine. Garancija da će “odgovor” biti koristan i efikasan ne postoji. Merenje uspeha vrši se kroz indikatore pritiska i stanja. Indikatori odgovora predstavljaju odgovor grupa (i pojedinaca) u društvu, kao i Vlade sa ciljem da spreče, kompenzuju, poboljšaju ili da se prilagode na promene stanja životne sredine. Pojedine društvene reakcije se mogu smatrati negativnim za pokretačke snage, ukoliko su usmerene na

preovlađujuće trendove potrošnje i proizvodnje. Ostale reakcije imaju za cilj povećanje efikasnosti proizvoda i procesa, što se postiže podsticanjem razvoja i implementacije čistih tehnologija.

Na dijagramu 18 ilustrovan je kompletan DPSIR okvir. Pored definisanja komponenti DPSIR, korisno je opisati različite uzročno-posledične veze, jer je teško nedvosmisleno pripisati promene ekosistema ljudskim pritiscima. NERI (*National Environmental Research Institute, Denmark*) je predložio metodologiju u kojoj su ekološki problemi definisani i strukturirani na način da se vidi jasan odnos prema pritiscima. Pri tome treba koristiti fizičke ili hemijske indikatore stanja kao ciljne varijable, dok se povezane promene varijabli u biološkom stanju tretiraju kao izvedeni efekti. Sličan pristup može se primeniti na uzročno-posledične veze između pokretačkih snaga (tj. osnove društveno-ekonomskog razvoja različitih sektora društva) i pritisaka na okolinu u smislu emisija, korišćenja resursa i korišćenje zemljišta.



Dijagram 18. Integrirana procena uticaja na životnu sredinu prema NERI

(Izvor: Kristensen, 2004)

4.2.2. 3BL pristup

Indikatori koji povezuju proizvodni proces i životnu sredinu mogu se posmatrati i sa aspekta 3BL (eng. *Triple Bottom Line*) i vezuju se za pojam održive proizvodnje (eng. *Sustainable Manufacturing – SM*).

Triple bottom line (TBL) je konstrukcija vezana za održivost koju je 1997. godine skovao Elkington. 3BL pruža okvir za merenje performansi poslovanja i uspeha organizacije koristeći tri linije: ekonomsku, socijalnu i ekološku (Alhaddi, 2015)

Održiva proizvodnja (SM) može se definisati kao proizvodnja proizvoda sa niskim ili zanemarljivim emisijama u okolinu, dobrom sposobnošću očuvanja resursa i niskim troškovima. SM ima nekoliko prednosti kao što su: smanjenje troškova poboljšanjem efikasnosti resursa i usklađenosti sa propisima, novi pristup tržištu, bolja reputacija brenda, minimalna fluktuacija radne snage i dugoročni poslovni pristup kroz razvoj pristupa finansijama i kapitalu.

Autori definišu obim SM u četiri različite oblasti sa odgovarajućim disciplinama:

1. Tehnologije proizvodnje (tj. kako se proizvodi proizvode u industriji) sa fokusom na opremu i proces (tj. upotreba alatnih mašina, opreme, objekata); povezane discipline uključuju upravljanje operacijama, proizvodni inženjering, planiranje fabrike i slično.
2. Životni ciklus proizvoda (tj. koji proizvod ili usluge će se proizvoditi) sa fokusom na dizajn; povezana disciplina je inženjerski dizajn.
3. Mreže (tj. stvaranje vrednosti) se fokusiraju na mreže proizvodnih industrija; povezana disciplina uključuje upravljanje znanjem i poslovnu ekonomiju.
4. Globalni uticaji (mehanizam tranzicije ka SM) fokusiraju se na rad koji se odnosi na uticaje na svet, uključujući životnu sredinu, ekonomiju i društvo (Swarnakar et al., 2022).

Istraživanja koja su sprovedi Swarnakar et al., (2022) ukazuju da se mora definisati struktuiran i sveobuhvatan skup indikatora održivosti, što je prikazano u tabeli 29.

Tabela 29. Indikatori održivosti (Swarnakar et al., 2022)

Indikator održivosti			
R.br.	Životna sredina	Socijalna grupa	Ekonomska grupa
1.	Potrošnja rashladne tečnosti/ulja	Stopa nesreća	Operativni trošak
2.	Potrošnja električne energije	Vremenski ponderisani prosek za evidentiranje izloženosti buci	Trošak rada
3.	Potrošnja sirovina	Odnos izostanaka	Trošak upravljanja
4.	Jedinična potrošnja energije	Odnos polova	Postrojenja i troškovi amortizacije
5.	Emisija gasova staklene bašte/štetnih gasova	Fluktuacija zaposlenih	Efektivni troškovi
6.	Emisija zagađujućih materija u vodu	Mogućnost obuke zaposlenih	Trošak zaliha
7.	Odnos ponovne upotrebe/recikliranja sirovina	Stopa zadovoljstva zaposlenih	Trošak takta
8.	Procenat segregacije otpada	Zadržavanje nakon roditeljskog odsustva	Trošak održavanja zaliha
9.	Neto uticaj zelenih površina	Stopa doprinosa društvu	Vreme ciklusa
10.	Neto uticaj emisije CO ₂	Indeks podrške lokalnom poslovanju	Vreme promene
11.	Neto količina stvorenog čvrstog otpada	Nacionalna stopa proizvodnje	Vreme rada
12.	Neto vodeni otisak	Odnos plata po polovima	Nivo rada u zalihama procesa
13.	Stopa otpada	Održivost volonterizma	Ukupna efikasnost opreme
14.	–	Podsticaji / provizije / beneficije	Dostupnost mašine
15.	–	Nivo plata osoblja	Performanse mašine

16.	–	–	Stopa prihvatanja proizvoda
17.	–	–	Odnos vremena sa dodatnom vrednošću
18.	–	–	Odnos troškova sa dodatnom vrednošću
19.	–	–	Vreme na dodatnu vrednost
20.	–	–	Dodatni trošak
21.	–	–	Povrat investicija u inovacije
22.	–	–	Ukupni koeficijent produktivnog održavanja
22.	–	–	Odnos efikasnosti transporta

Na osnovu podataka iz tabele 29 uočava se da je broj indikatora koji se odnose na životnu sredinu 13, onih koji se odnose na socijalne uslove 15, dok se na ekonomiju odnose 22 indikatora.

Prioritizacija indikatora koji povezuju proizvodni proces sa životnom sredinom, uzimajući u obzir principe održivosti, je prikazana u analizi koju su sprovedi Swarnakar et al. (2022). Ne postoji sveobuhvatan i strukturiran skup 3BL indikatora koji mogu efikasno proceniti održivost proizvodnog procesa bilo koje organizacije. Sprovedeno istraživanje je prvo koje je razvilo sveobuhvatan i strukturiran skup 3BL indikatora održivosti za procenu održivosti proizvodnog procesa u proizvodnom okruženju azijskih proizvođača. Konsenzus prioriteta indikatora održivosti može postaviti temelje za harmonizaciju procene održivosti proizvodnog procesa. Istraživanje je imalo za cilj da identifikuje i odredi prioritete strukturiranih 3BL indikatora. Vodeći stručnjaci su identifikovali 3BL indikatore putem otvorenog upitnika. Određivanje prioriteta je izvršeno putem pristupa najboljeg-najgoreg skaliranja (eng. *Best-Worst Scaling* – BWS). Osim toga, metoda višekriterijumske analize odlučivanja (eng. *Multi-Criteria Decision Analysis* – MCDA) korišćena da se napravi konsenzus rangiranja indikatora održivosti u proizvodnji. Rezultati su pokazali da je ispuštanje gasova staklene bašte/štetnih gasova najviše rangiran indikator u perspektivi ekoloških

kriterijuma, dok su stopa doprinosa društvu i operativni troškovi najvažniji kritični indikatori u slučaju kriterijuma socijalne i ekonomske održivosti. Ishod ove studije trebalo bi da pomogne istraživačima i praktičarima u razvoju odgovarajućih planova spremnosti i operativnih planova za procenu održivosti proizvodnog procesa.

Mnogi istraživači su primenili višekriterijumske pristupe donošenja odluka za izbor i određivanje prioriteta indikatora održivosti, tako što su ocenili ključne indikatore učinka (eng. *Key Performance Indicators – KPI*) za usvajanje praksi održivosti u lancima nabavke obuće. Autori su primenili metodu BWS za određivanje prioriteta ključnih indikatora učinka. Drugi su analizirali prakse zelenih inovacija za procenu učinka održivosti u kineskoj proizvodnoj industriji. Autori su primenili rasplintute metode analitičkih hijerarhijskih procesa (eng. *Analytic Hierarchy Process – AHP*) i tehnike za redosled prioriteta prema sličnosti sa idealnim rešenjem (eng. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution – TOPSIS*) da bi dali prioritet praksama zelenih inovacija. Analizom procesa zavarivanja, ocenjivali su proces zavarivanja dve metalne ploče na osnovu višedimenzionalnog modela procene održivosti. Ta studija je koristila integrisane metode COPRAS (eng. *Compressed Proportional Assessment*), TOPSIS i GRA za izbor procesa zavarivanja. TOPSIS metoda se primenjuje za razmatranje brojnih KPI koji se odnose na ekonomsku, socijalnu i ekološku održivost. Razvijena je metoda za podršku odlučivanju za procenu održivosti i produktivnosti procesa obrade i operativnih planova. Korišćene su tehnike simulacije i optimizacije za izbor optimizovanih alternativa. Izvršena je analiza osetljivosti kako bi se odredili parametri održivosti. Svi ti pristupi, objedinjeni su tako da se izbor relevantnih indikatora, njihova kvantifikacija i rangiranje alternativa vrše kroz različite metode višekriterijumskog odlučivanja (eng. *Multiple-criteria decision-making – MCDM*) uključujući AHP, GRA, COPRAS i ELECTRE (eng. *ELimination Et Choix Traduisant la REalité*).

Cilj istraživanja Swarnakar et al. (2022), zahteva strukturirani metodološki pristup koji se sastoji od:

1. prikupljanja i definisanja informacija koje se odnose na indikatore održivosti za proizvodni proces i
2. određivanja prioriteta indikatora za procenu održivosti proizvodnog procesa.

U studiji je korišćena Delphi tehnika sa integrisanim MCDA pristupom da se identifikuju i odrede prioritete indikatora održivosti. Delphi tehnika je najpogodniji kvalitativni pristup za prikupljanje podataka od grupe stručnjaka koji rade u relevantnom domenu u odnosu na druge strategije prikupljanja podataka za istraživanje. Međutim, primena mešovite metode (tj. integracija kvalitativnog i kvantitativnog pristupa) pruža bolji uvid i sintetizuje rezultate bolje nego ako se koristi jedan pristup u slučaju istraživanja. Za kvantitativno donošenje odluka, MCDA tehnike su popularnije, jer daju efikasne rezultate. Prethodne istraživačke studije su otkrile da integracija Delphi i MCDA pristupa može rešiti probleme u vezi sa donošenjem odluka u složenim i neizvesnim situacijama. Delphi tehnika se koristi za prikupljanje relevantnih podataka iz grupne ankete zasnovane na iskustvima stručnjaka. Ova tehnika objedinjuje talente stručnjaka za pružanje strukturiranih povratnih informacija. Povratne informacije dobijene od grupnih eksperata pomažu istraživačima da razviju upitnik za sledeću rundu. Delphi tehnika je takođe korisna za izbor indikatora održivosti i određivanje prioriteta za složene scenarije. Izbor indikatora kroz Delphi pristup koristi kvalitativno istraživanje. Delphi tehnika je iskorišćena za sprovođenje dvokružne ankete kako bi se odabrali i odredili prioritete indikatora održivosti proizvodnog procesa. Anketa prvog kruga sastojala se od upitnika otvorenog tipa o vodećim indikatorima održivosti uključenim u procenu proizvodnog procesa; dok se drugi krug sastojao od ankete zatvorenog tipa koja je imala za cilj određivanje prioriteta odabranih indikatora. Strukturirani upitnici su razvijeni pomoću verzije *Qualtrics Software 2018* i distribuirani među stručnjacima iz srodnih područja putem elektronske pošte. Panel stručnjaka je pažljivo odabran na osnovu njihovih kvalifikacija i iskustva u oblasti istraživanja. Odabrani eksperti panela grupisani su u tri grupe, uključujući stručnjake iz proizvodnih industrija, sertifikacijskih tela i akademskih/istraživačkih centara. Panel od najmanje 10 anonimnih stručnjaka može dati efikasne povratne informacije za Delphi studiju. U studiji je korišćena grupa od 261 stručnjaka (121 iz proizvodne industrije, 87 iz sertifikacionih tela i 53 iz akademika/istraživača) iz različitih azijskih zemalja. Da bi se odredili prioritete indikatora održivosti na osnovu rezultata preferencija, korišćene su dve metode BWS i HB (*Hijerarhijska Bayesova metoda*). Rezultati rangiranja za svaku grupu indikatora prikazani su tabelarno.

Za potrebe istraživanja u ovoj disertaciji, izdvojeno je po pet najbolje rangiranih indikatora iz svake grupe koji bi se mogli modifikovano koristiti:

I Ekološki indikatori:

1. Emisija gasova staklene bašte/štetnih gasova
2. Emisija zagađujućih materija u vodu,
3. Neto količina stvorenog čvrstog otpada,
4. Neto uticaj emisije CO₂,
5. Potrošnja sirovina.

II Socijalni indikatori:

1. Stopa doprinosa društvu,
2. Indeks podrške lokalnom poslovanju,
3. Nacionalna stopa proizvodnje,

III Ekonomski indikatori:

1. Operativni troškovi,
2. Stopa prihvatanja proizvoda,
3. Ukupna efektivnost opreme,
4. Performanse mašina,
5. Dostupnost mašina.

Interesentno je istraživanje primena 3BL principa, koje je sprovedla Asocijacije proizvođača glinenih opeka u Južnoj Africi (*Clay Brick Association of Southern Africa - CBA*) u periodu od 2015 do 2017. godine. Na osnovu tog istraživanja definisan je set ključnih indikatora učinka (KPI) na bazi procena životnog ciklusa zidova od glinenih opeka, kao i društvenog životnog ciklusa glinenih opeka. Zasnivaju se na devet kategorija održivosti, izdvojenih u industiji glinenih opeka: energija, emisija gasova staklene bašte, zagađenje vazduha, voda, otpad, materijali, biodiverzitet, socijalno-ekonomska održivost, stalno poboljšanje, a ti rezultati dati su u tabeli 30.

Tabela 30. Ključni indikatori učinka prema CBA

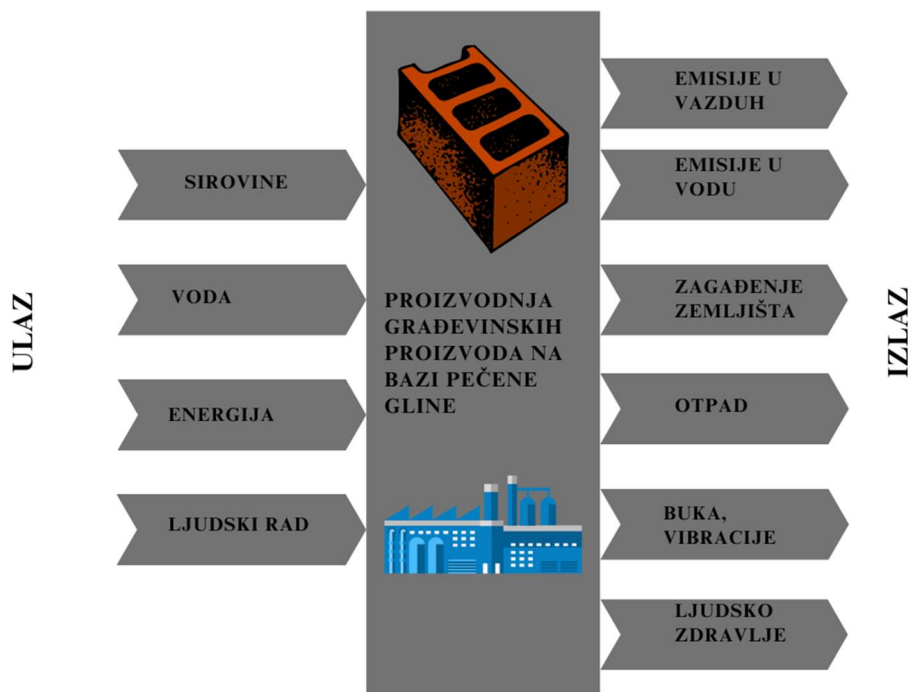
Kategorija	Princip održivosti	Objektivno značenje	Ključni indikator učinka
1. Energija	1.a. Energetska efikasnost	Smanjenje specifične potrošnje energije po kilogramu proizvoda	Specifična potrošnja energije direktnih goriva i utrošena električna energija, po ekvivalentu cigle (MJ/kg)
	1.b. Alternativni izvori energije	Pratiti korišćenje obnovljive energije i korišćenje alternativnih izvora energije, npr. otpadnih tokova kao što su celuloza i papir; čvrsti otpad itd.	Pružanje informacija o korišćenju alternativnih izvora energije (% od ukupnog goriva)
	1. c. Sistem upravljanja energijom	Efikasno i efektivno upravljanje potrošnjom energije	Udeo (%) članova koji imaju uspostavljen sistem upravljanja energijom
2. Emisija gasova staklene bašte	2.a. Emisija gasova staklene bašte u proizvodnji	Za smanjenje emisija ugljenika ili ekvivalenta ugljenika koji nastaju tokom proizvodnje cigle	Ekvivalentna emisija ugljen-dioksida po kg pečene cigle
	2.b. Uzvodni transport	Za prikupljanje informacija o uzvodnom transportu (ugalj, goriva, kupljena glina)	Pružanje relevantnih podataka o gorivu za transport (litara)
3. Zagađenje vazduha	3.a. Prašina koja se emituje tokom proizvodnje	Da bi se osiguralo da je emitovana prašina tokom proizvodnje u propisanim granicama	Koncentracija nivoa prašine u mg/m ² /dan/30-dnevni prosek
	3.b. Zagađenje vazduha u proizvodnji	Kako bi se osiguralo da zagađenje vazduha tokom proizvodnje cigle bude ispod zakonske granice	Koncentracija nivoa SO _x u µg/m ³
4. Voda	4.a. Efikasna upotreba komunalne vode	Smanjenje upotrebe komunalne vode tokom procesa proizvodnje	Utrošena voda (u litrima) iz mreže po toni proizvedenog proizvoda

	4.b. Ostale zalihe vode	Praćenje korišćenja vodosnabdevanja koje nije iz opštinskih izvora (npr. bušotina; snabdevanje otpadnim vodama; sakupljanje kišnice)	Utrošena vode (u litrima) koja nije iz mreže po toni proizvedenog proizvoda
5. Otpad	5.a. Opšta minimizacija otpada	Da se smanji količina ukupnog otpada po toni proizvodnje koju članice odlažu na deponiju	Kilogrami ukupnog otpada poslatog na deponiju (nakon operacija razdvajanja i pretovara na transfer stanicama), po toni proizvedenog proizvoda
	5.b. Minimizacija opasnog otpada	Za praćenje opasnog otpada koji proizvode članice (npr. lož ulje, azbest itd.)	Pružanje informacija o količini generisanog otpada (kilogrami), po toni proizvodnje
6. Materijali	6.a. Materijali	Za praćenje udela materijala dobijenih iz drugih izvora osim iskopane gline ili konvencionalnog snabdevanja gorivom, u proizvodnji cigle	Pružanje informacija o udelu materijala dobijenih iz drugih izvora osim iskopane gline ili konvencionalnog snabdevanja gorivom, u proizvodnji cigle
	6.b. Ambalaža	Da bi se osiguralo da je efikasnost resursa optimizovana	Pružanje informacija o vrstama ambalaže koja se koristi i njenom smanjenju
7. Biodiverzitet	7.a. Biodiverzitet	Da pruži informacije o specifičnim akcionim planovima koji se odnose na relevantnu lokaciju	% članova koji imaju specifične planove upravljanja životnom sredinom i rehabilitacije
8. Socio-ekonomska održivost	8.a. Socio-ekonomske posledice	Doprinos ekonomskom razvoju	Doprinos proizvoda ekonomskom napretku u smislu broja radnih mesta i broja malih i srednjih preduzeća na 1.000 isporučenih cigli
	8.b. Zaposlenost	Da bi se olakšao razvoj zaposlenih	Prosečan broj časova obuke koje su zaposleni u

			organizaciji prošli tokom izveštajnog perioda
	8.c. Pravičnost u zapošljavanju	Da bi se olakšala mogućnost zaposlenja za sve rase i osigurala polna ravnopravnost	Prisustvo zvanične politike jednakih mogućnosti
9. Stalno poboljšanje	9.a. Prikupljanje podataka	Da bi podaci o održivosti bili reprezentativni za sve članice	Procenat članica koje podnesu podatke o održivosti
	9.b. Upravljanje zaštitom životne sredine	Za održavanje visokog nivoa proizvodnih kapaciteta	Procenat proizvodnog kapaciteta pokrivenog sistemom upravljanja životnom sredinom

4.3. Identifikacija indikatora koji povezuju proizvodnju građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životnu sredinu

Da bi se indikatori veze između proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životne sredine mogli definisati, problemu je pristupljeno sistemski, odnosno proizvodnja je posmatrana kao proces koji ima svoje ulaze i izlaze, dijagram 19. Ulazi i izlazi imaju direktnu ili indirektnu vezu sa životnom sredinom.



Dijagram 19. Sistemski pristup procesu proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline

Za potrebe ove disertacije temeljno polazište je DPSIR pristup, ali su za definisanje indikatora koji povezuju proizvodnju građevinskih proizvoda na bazi pečene gline, iskorišćeni i ključni indikatori učinka (KPI) utemeljeni na 3BL pristupu (ekonomija-društvo-životna sredina) i održivoj proizvodnji.

4.3.1. Indikatori pokretačkih faktora “D” koji povezuju proizvodnju građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životnu sredinu

Neki od indikatora iz ove grupe su:

- karakteristike tehničko-tehnološkog procesa proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline;
- stanje na tržištu građevinskih proizvoda na bazi pečene gline;
- ekološki prihvatljivi proizvodi.

4.3.2. Indikatori pritisaka “P” koje proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline vrši na životnu sredinu

Indikatori ove grupe usmereni su na:

- potrošnju sirovina, vode i primarne energije;
- emisije u vazduh (prašina, HF, HCl, SO_x, NO_x, CO);
- emisije u vodu;
- emisije buke i vibracija;
- stvaranje otpada.

4.3.3. Indikatori stanja “S” proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i stanja životne sredine

Stanje je posledica dejstva pritisaka na životnu sredinu u vidu emisija zagađujućih materija i uglavnom se meri kvalitetom vazduha, vode i zemljišta:

- zagađenje vazduha;
- zagađenje vode;
- smanjenje raspoloživih sirovina (neobnovljiv resurs);
- smanjenje raspoloživih neobnovljivih energenata;
- zagađenje zemljišta.

4.3.4. Indikatori uticaja “I” proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu

Ovi indikatori su direktan efekat proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu. Indikatori se mogu definisati kao:

- promena namene zemljišta,
- globalno zagrevanje,
- negativan uticaj na zdravlje ljudi.

4.3.5. Indikatori odgovora “R” proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na probleme u životnoj sredini

Ova grupa indikatora prvenstveno se odnosi na zakonodavno i institucionalno rešavanje problema. Nacionalno zakonodavstvo prilagođava se trendovima koji važe u datoj oblasti proizvodnje kako u Evropskoj uniji, tako i u svetu. Vodeći proizvođači u Republici Srbiji, osim Studija procene uticaja na životnu sredinu, razvijaju sopstvene protokole zaštite životne sredine u skladu sa propisima i standardima i teže prelasku na “čiste tehnologije”.

4.4. Određivanje prioriteta indikatora

Na bazi raspoložive stručne i naučne literature, izvršeno je određivanje prioriteta indikatora metodom prioritizacije (Stevanović Čarapina, 2011) koja je primenljiva na procenu uticaja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na kvalitet životne sredine i zdravlje ljudi. Takođe su uzete u obzir i procene prioriteta održivosti opisane u 3BL pristupu. U tabeli 31 prikazan je način vrednovanja indikatora.

Tabela 31. Vrednovanje indikatora ¹⁴

Grupa	Opis	Vrednost
I	Dostupnost podataka	
	Nisu dostupni	0
	Delimično dostupni	1
	Dostupni	2
II	Kvalitet podataka	
	Nema podataka o metodologiji	0
	Postoje kvalitetni podaci ili postoji metodologija za sakupljanje	1
	Postoje i podaci i metodologija za prikupljanje	2
III	Značaj za proizvodnju opekarskih proizvoda na bazi pečene gline	
	Nije značajan	1
	Ima neki značaj	2

¹⁴ Tabela je usklađena sa metodologijom prioritizacije indikatora prema Stevanović Čarapina, 2011.

	Koristan	3
	Značajno koristan	4
	Izuzetno koristan	5
IV	Značaj za životnu sredinu	
	Nije značajan	1
	Ima neki značaj	2
	Koristan	3
	Značajno koristan	4
	Izuzetno koristan	5

Na osnovu analize veze između proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životne sredine, izdvojena su 24 prioriteta indikatora koji su ocenjeni na osnovu kriterijuma datih u tabeli 31. Na osnovu DPSIR podele prioriteta indikatora, njih 12 pripada indikatorima iz grupe pritiska (P), 4 indikatora su iz grupe uticaja (I), po dva indikatora su iz grupe pokretača (D), grupe stanja (S) i grupe odgovora (R), dok su dva indikatora mešovita – pokretač/pritisak (D/P) i odgovor/uticaj (R/I). Indikatori i njihova vrednost nakon prioritizacije predstavljeni su tabelarno i prikazani po redosledu od tabele 32 do tabele 55.

Tabela 32. Tehnološke karakteristike proizvodnog procesa građevinskih proizvoda na bazi pečene gline

Kod: IND01	1.
TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE PROIZVODNOG PROCESA GRAĐEVINSKIH PROIZVODA NA BAZI PEČENE GLINE	
<i>Područje analize indikatora: Tehnološko-ekonomski kontekst</i>	
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<p><i>Proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline</i></p> <p>Proizvodnja građevinskih proizvoda je kontinuiran i istovremeno složen proizvodni proces. Odlikuje se velikim obimom proizvodnje, visokostandardizovanim proizvodima, visokospecijalizovanom opremom za proizvodnju, visokim troškovima proizvodnje i zastoja. Takva proizvodnja je zahtevna po pitanju upravljanja proizvodnjom i procesima održavanja i optimizacije, jer se proizvod neprestano transformiše prolazeći kroz različite proizvodne procese. Između proizvodnih procesa proizvod ima relativno malu mogućnost nagomilavanja.</p> <p>Faze tehnološkog procesa:</p> <ul style="list-style-type: none"> – eksploatacija gline u gliništu, – transport gline do proizvodnog pogona, – uskladištenje gline, – prerada (priprema) gline, – oblikovanje sirovih proizvoda, – sečenje sirovih proizvoda, – transport sirovih i osušenih proizvoda, – sušenje sirovih proizvoda, – pečenje osušenih proizvoda, – uskladištenje i otpremanje pečenih proizvoda. <p>Evropsku industriju cigle i pločica čini više od 700 kompanija, od malih i srednjih preduzeća do velikih međunarodnih grupa, koje zapošljavaju oko 50.000 ljudi širom Evrope i generišu vrednost proizvodnje od oko 5,5 milijardi eura. U Evropi postoji preko 1.300 proizvodnih lokacija smeštenih u blizini kamenoloma koje obezbeđuju lokalne poslove i održavaju niske emisije iz transporta (TBE; http://www.tiles-bricks.eu/industry).</p> <p>U Aziji se proizvodi 1.300 milijardi cigli godišnje, što ovo tržište čini najvećim svetskim proizvođačem cigle. Procentualno Kina (67%), Indija (13%), Pakistan (3%) i Vijetnam zauzimaju vodeće mesto u svetskoj proizvodnji opeke. U Latinskoj Americi postoji približno 41.000 proizvođača cigle (Valdes et al., 2020).</p> <p>Industrija opekarskih proizvoda u Srbiji pretrpela je brojne promene usled transformacije vlasništva i prelaska vodećih firmi iz ove oblasti u vlasništvo inostranih kompanija. Te promene uslovile su i izmene u proizvodnom</p>

	programu kao i plasmanu proizvoda na tržištu. Najveći proizvođači opekarskih proizvoda u Srbiji su: “Zorka Opeka“ Šabac, “Nexe cigla“ pogon Stražilovo, Wienerberger doo Kanjiža, “Toza Marković” Kikinda, “Mladost” Leskovac, Ciglana “Todorović” Pećinci, IGM “Mladost” Leskovac, “Opeka IGM “ Smederevska Palanka.				
<i>Opis indikatora</i>	Osnovni proizvodni podaci: <ul style="list-style-type: none"> – tip peći za pečenje, – način sušenja, – tip drobilice, – tip mešalice, – presa za oblikovanje, – ostala oprema (ventilatori, gorionici...). 				
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna.				
<i>Način određivanja</i>	Prema projektovanom kapacitetu proizvodnog pogona i odabranoj tehnologiji izrade opekarskih proizvoda na bazi pečene gline.				
<i>Jedinica mere</i>	Broj komada opreme.				
<i>Izvor podataka</i>	Projektna dokumentacija proizvođača, tehničke karakteristike proizvodne opreme.				
<i>Tumačenje</i>	Indikator je koristan za uspostavljanje veze između proizvodnje i životne sredine jer se može koristiti za: <ul style="list-style-type: none"> – identifikaciju potrošnje i vrste sirovina; – identifikaciju potrošnje i vrste energenata; – identifikaciju potrošnje vode; – merenje ukupno utrošene energije u proizvodnom procesu. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	2	1	5	5	Σ=13

Tabela 33. Tehničke karakteristike građevinskog proizvoda – opeka, blok

Kod: IND02	2.
TEHNIČKE KARAKTERISTIKE GRAĐEVINSKOG PROIZVODA – OPEKA, BLOK	
<i>Područje analize indikatora: Tehnološko-ekonomski kontekst</i>	
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<i>Građevinski proizvod na bazi pečene gline</i> Opeka je jedan od osnovnih proizvoda zidne keramike. U ovoj analizi u obzir su uzeti sledeći proizvodi: <ul style="list-style-type: none"> – fasadna opeka, – standardni blok i – energetski blok.
<i>Opis indikatora</i>	<i>Tehnički podaci o proizvodu</i> – Podaci se odnose na dimenzije proizvoda (dužina, širina, visina), boju, masu proizvoda, potrošnju po dimenziji zida, količinu proizvoda po jednoj paleti, toplotnu i zvučnu provodljivost, mogućnost apsorbovanja vlage kao i čvrstoću. – Proizvođači daju i podatke o primenjenim standardima, sertifikaciji proizvoda i energetskom razredu koji se postiže ugradnjom njihovih proizvoda.
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna.
<i>Način određivanja</i>	Prema standardnim procedurama koje važe za tehnologiju koju primenjuje proizvođač.
<i>Jedinica mere</i>	Kao osnovne jedinice mere izdvajaju se: <ul style="list-style-type: none"> – dimenzije: dužina x širina x visina (mm), – debljina zida (mm), – potrebno proizvoda (po m²/m³), – masa (kg po proizvodu), – pakovanje (kom/po paleti), – toplotna provodljivost (W/m²K), – jačina buke (dB), – apsorbovanje vode (%), – čvrstoća (MPa).
<i>Izvor podataka</i>	– Katalog proizvođača. – Tehnička deklaracija proizvoda.
<i>Tumačenje</i>	Indikator predstavlja korisnu meru za tehno-ekonomski kontekst za indicaciju uticaja tehničkih karakteristika proizvoda na životnu sredinu. Može se koristiti za: <ul style="list-style-type: none"> – Procenu energetske efikasnosti objekta – energetski razred gradnje

	prema važećim propisima energetske sertifikacije u zgradarstvu (energetski pasoš); – Procenu jačine buke i zvučnu izolaciju u objektima prema važećim propisima; – Procenu usklađenosti sa smernicama EU i odgovarajućim evropskim normama za proizvod (CE znak).				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	2	2	5	5	Σ=14

Tabela 34. Potrošnja gline

Kod: IND03	3.
POTROŠNJA GLINE	Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora:</i> Potrošnja u proizvodnom procesu	
<i>Teorijske/praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Osnovna sirovina u opekarskoj industriji je glina. Proizvođači u svojim izjavama o svojstvima ističu da ne dodaju “opasne” dodatne sirovine glini. Podaci o upotrebi hemikalija koje nose oznake iz grupe DSD/DPD, odnosno CLP/GHS sistema, nisu dostupni.
<i>Opis indikatora</i>	Sirovine koje se koriste u opekarskoj industriji su gline nižeg kvaliteta. Njihov mineraloški sastav varira u okviru ležišta od mesta do mesta. Prisutni minerali i njihove količine utiču na oblikovanje, sušenje, odnosno osobine sirovog, kao i na ponašanje tokom pečenja, kvalitet i boju krajnjeg proizvoda. Minerali koji ulaze u sastav sirovina, prema svom hemijskom sastavu, pripadaju grupama silikata, alumosilikata, oksida, karbonata i sulfata (Arsenović, 2013). Najvažniji sastojci su (Arsenović, 2013): – hidratizirani silikati aluminijuma, odnosno glineni minerali koji obezbeđuju viskozne i plastične osobine sirovinskih smeša za proizvodnju opeka; – karbonati, oksidi gvožđa i drugi minerali i njihove smeše koje služe kao svojevrsni topitelji; – kvarc, kao jedan od dominantnih sastojaka. Korišćenje prirodnog resursa je u skladu sa odredbama Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, (“Sl. glasnik RS”, br.101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021).
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.

<i>Način određivanja</i>	Prema standardnim procedurama koje važe za tehnologiju koju primenjuje proizvođač.				
<i>Jedinica mere</i>	Količina deponovane gline u skladištu proizvodnog pogona (kg ili tona)				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača.				
<i>Tumačenje</i>	Indikator predstavlja meru eksploatacije prirodnog neobnovljivog resursa i pritisak na životnu sredinu. Može se koristiti za: – Procenu preostale količine neobnovljivog prirodnog resursa. – Za dugoročno planiranje kapaciteta proizvodnje.				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	2	1	5	5	Σ=13

Tabela 35. Potrošnja sveže vode

Kod: IND04		4.
POTROŠNJA SVEŽE VODE		Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora:</i> Potrošnja u proizvodnom procesu		
<i>Teorijske/praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Voda je neophodan dodatak u procesu oblikovanja proizvoda. Pored te namene, koristi se za ispiranje kalupa za oblikovanje, čišćenje prostorija i ostale namene.	
<i>Opis indikatora</i>	Indikator je bitan zbog korišćenja prirodnog resursa i direktnog pritiska na životnu sredinu. Voda se koristi direktno za pripremu i oblikovanje sirovine.	
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, interna.	
<i>Način izračunavanja</i>	<p>Potrošnja vode može se računati prema Prilogu 14 Pravilnika ("Sl. glasnik RS", br.49/2016), Tehnički dodatak - A5:</p> $C_{wp-a} = (W_p + W_a) / P_t$ <p>C_{wp-a} – specifična potrošnja sveže vode, izražava se u (m³/tona), što je jednako l/kg; P_t – ukupna uskladištena proizvodnja u tonama;</p>	

	<p>Wp – voda iz izvora namenjena isključivo industrijskoj upotrebi (izuzev vode iz izvora za domaću upotrebu, navodnjavanja i svaku drugu neindustrijsku upotrebu), u m³;</p> <p>Wa – voda iz vodovoda namenjena isključivo industrijskoj upotrebi (izuzev vode iz izvora za domaću upotrebu, navodnjavanja i svaku drugu neindustrijsku upotrebu), u m³.</p>				
<i>Jedinica mere</i>	m ³ /tona				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača.				
<i>Tumačenje</i>	<p>Indikator predstavlja meru eksploatacije prirodnog resursa i pritisak na životnu sredinu.</p> <p>Može da ukaže na:</p> <ul style="list-style-type: none"> – probleme uskraćivanja potrošnje ili otežanu potrošnju vode; – optimalno korišćenje vode u tehnološkom procesu u skladu sa principom održivog upravljanja prirodnim resursom. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	2	1	5	5	Σ=13

Tabela 36. Potrošnja energije

Kod: IND05		5.
POTROŠNJA ENERGIJE		Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora: Potrošnja u proizvodnom procesu</i>		
<i>Teorijske/praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<p>Primarna upotreba energije u proizvodnji keramičkih opeka i blokova je energija za peći za pečenje. Kao gorivo za opekarske peći se, prema podacima proizvođača, najčešće koriste: prirodni gas, mazut, petrol koks, dizel gorivo, razne vrste uglja ili električna energija. Moguća je i kombinacija energenata, a peći su najčešće tunelskog tipa.</p> <p>U procesu sušenja takođe se troši značajna količina energije.</p> <p>Električna energija koristi se kao dodatna varijanta energenta u nekim pećima, ali i za pokretanje uređaja (ventilatori, trakasti transporter), osvetljenje i druge svrhe.</p>	
<i>Opis indikatora</i>	<p>Indikator je mera ukupne potrošnje energije u proizvodnom procesu.</p> <p>Definiše se na osnovu:</p> <ul style="list-style-type: none"> – tipa peći za pečenje; – tipa sušenja; 	

	<ul style="list-style-type: none"> – ostale opreme koja troši neobnovljiva goriva; – potrošača električne energije u procesu. 				
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.				
<i>Način određivanja</i>	<p>– Energetska potreba za postupak pečenja (ERF) ne sme premašiti 3,5 MJ/ kg finalnog proizvoda pripremljenog za prodaju. Prema preporukama iz Priloga 14, Pravilnika (“Sl. glasnik RS“, br.49/2016), Tehnički dodatak A4, “ERF se izračunava uzimanjem u obzir svih energetskih tokova koji ulaze u sve peći kao goriva koja se koriste u fazi pečenja”.</p> <p>Tabela za proračun ERF u kojoj su definisani: period proizvodnje, proizvodnja u kilogramima, vrsta goriva, jedinica mere i faktor konverzije data je u Prilogu 2 ove disertacije.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Količina primarne energije za sušenje ($E_{\text{primusušenja}}$) se dobija na osnovu tehnoloških karakteristika procesa i opreme za sušenje. Najčešće se koristi otpadna toplota iz peći za pečenje a moguće je i dodatno zagrevanje vazduha pomoću cevnog gasnog gorionika sa ventilatorom. – Ukupna količina električne energije se dobija sabiranjem potrošnje svih delova opreme u proizvodnom procesu ($E_{\text{primelektrična}}$). $E_{\text{prim}} = \text{ERF} + E_{\text{primusušenja}} + E_{\text{primelektrična}}$				
<i>Jedinica mere</i>	MJ/kg proizvoda				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača.				
<i>Tumačenje</i>	Indikator predstavlja meru eksploatacije prirodnog resursa i pritisak na životnu sredinu. Koristi se da pokaže: <ul style="list-style-type: none"> – Ukupnu potrošnju energije u proizvodnom procesu; – Procenu potrošnje neobnovljivih izvora energije (prirodni gas, mazut, petrol-koks, dizel gorivo, drveni ugalj, antracit, industrijski koks). 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	2	1	5	5	$\Sigma = 13$

Tabela 37. Emisije zagađujućih materija u vazduh

Kod: IND06	6.
EMISIJE ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA U VAZDUH	Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora:</i> Emisije iz proizvodnog procesa	
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<p>Obrada gline i ostalih keramičkih sirovina neizbežno dovodi do stvaranja praškastih materija, gasovitih materija (HF, HCl, SO₂, NO_x), benzena i TOC (organske materija izražene kao ukupni ugljenik).</p> <p>Sušenje (uključujući sušenje raspršivanjem), usitnjavanje (mlevenje), prosejavanje, mešanje i transport mogu kao rezultat imati ispuštanje fine prašine. Emisije prašine ne proizilaze samo iz sirovina, jer i goriva doprinose tim emisijama u vazduh.</p> <p>Gasovita jedinjenja oslobađaju se iz procesa sušenja i pečenja i uglavnom potiču iz sirovina, ali i goriva doprinose njihovom stvaranju. Najčešće se susreću sumporni oksidi (SO_x – uglavnom SO₂), azotni oksidi (NO_x), hlor i njegova jedinjenja (HCl), fluor i njegova jedinjenja (HF) i ugljen-monoksid (CO).</p> <p>– <i>Sumporni oksidi</i> – Koncentracija SO_x (uglavnom SO₂) u dimnim gasovima usko je povezana sa sadržajem sumpora u sirovini i gorivu. Gasovita goriva gotovo da ne sadrže sumpor, ali čvrsta goriva i loživa ulja doprinose stvaranju sumpornih oksida pri sagorevanju. Osnovna jedinjenja iz sirovina (npr. CaO nastao disocijacijom CaCO₃ za vreme pečenja) mogu smanjiti emisiju sumpora reakcijom sa sumpornim oksidima.</p> <p>– <i>Azotni oksidi i druga jedinjenja azota</i> – NO_x se uglavnom proizvodi termičkom “fiksacijom” azota i kiseonika iz vazduha za sagorevanje. Ovoj reakciji pogoduju visoke temperature (posebno > 1200°C) i višak kiseonika. Fiksacija se može dogoditi unutar vrelog plamena, čak i kada je stvarna temperatura peći ispod 1200°C. Azotna jedinjenja prisutna u gorivima (uglavnom čvrstim ili tečnim) i stvaraju NO_x tokom sagorevanja na mnogo nižim temperaturama.</p> <p>– <i>Hlor i njegova jedinjenja</i> – većina glina sadrži nivoe hlorida u tragovima. Aditivi ili voda koja sadrži hlorid mogući su izvori emisije hlorovodonične kiseline (HCl) (npr. sadržaj Cl u vodi koja se dodaje tokom pripreme sirovina može biti u rasponu od 50-100 mg /l ili više). Zbog razgradnje mineralnih soli koje sadrže hlorid na temperaturama višim od 850°C i organskih spojeva koji sadrže hlorid na temperaturama između 450 i 550°C, HCl se javlja tokom procesa pečenja u dimnim gasovima peći.</p> <p>– <i>Fluor i njegova jedinjenja</i> – gotovo sve prirodne sirovine sadrže frakcijske količine fluorida (koji lako menja OH grupe u glinama i hidratnim mineralima). Fluorovodonična kiselina (HF) uglavnom se javlja od razgradnje ovih fluorosilikata prisutnih u glinenom materijalu – direktnim raspadanjem fluoridnih minerala koji u velikoj meri zavise od vrste gline.</p>
<i>Opis indikatora</i>	Indikator se određuje merenjem na osnovu određenog položaja stacionarnog izvora zagađivanja i emitera, prema Uredbi o graničnim vrednostima emisija

	zagađujućih materija u vazduh iz stacionarnih izvora zagađivanja, osim postrojenja za sagorevanje (“Sl. glasnik RS”, br.111/2015 i 83/2021) – Granične vrednosti emisija za određene vrste postrojenja, Deo III-Tačka 6. Postrojenja za proizvodnju keramičkih proizvoda pečenjem.				
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.				
<i>Način određivanja</i>	Izračunavanje indikatora vrši se utvrđivanjem prisustva navedenih gasovitih jedinjenja po propisanim metodama utvrđenim nacionalnim standardima od strane ovlašćenih kontrolora.				
<i>Jedinica mere</i>	Emisioni parametri: 1. maseni protok: kg/h; 2. masena koncentracija: mg/m _N ³ .				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača (Izveštaj o periodičnom merenju emisije zagađujućih materija u vazduh).				
<i>Tumačenje</i>	Indikator se koristi: – da prati emisije u vazduh iz proizvodnog pogona (provera da li su u opsegu predviđenih graničnih vrednosti emisije – GVE); – da da smernice za mere smanjenja emisije.				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	5	5	Σ= 12

Tabela 38. Emisije u vodu

Kod: IND07		7.
EMISIJE U VODU		Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora:</i> Emisije iz proizvodnog procesa		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<i>Procesna otpadna voda</i> nastaje uglavnom kada se glineni materijali ispiraju i suspenduju u tekućoj vodi tokom proizvodnog procesa i čišćenja opreme, ali emisije u vodu se javljaju i tokom rada uređaja za vlažno prečišćavanje otpadnih gasova. Voda koja se dodaje direktno keramičkim mešavinama isparava u vazduh tokom faza sušenja i pečenja. Procesne otpadne vode uglavnom sadrže mineralne komponente (netopive čestice), a takođe i druge neorganske materije, male količine različitih organskih materija, kao i neke teške metale.	
<i>Opis indikatora</i>	Emisije u vodu u toku proizvodnog procesa proizvodnje opeka ozbiljno mogu ugroziti životnu sredinu ukoliko se ne vrši prečišćavanje otpadnih voda. Pravilnik o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima (“Sl. glasnik RS”, br. 33/2016),	

	propisuje način i uslovi za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržina izveštaja o izvršenim merenjima.				
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.				
<i>Način određivanja</i>	<p>Određivanje indikatora vrši se utvrđivanjem prisustva navedenih jedinjenja u vodi po propisanim metodama utvrđenim nacionalnim standardima od strane ovlašćenih kontrolora.</p> <p>Prema članu 20, Pravilnika o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima ("Sl. glasnik RS", br. 33/2016) "pri uzorkovanju, pripremi uzoraka, njihovom čuvanju i skladištenju, rukovanju sa uzorcima, kao i pri ispitivanju na terenu i analizi uzoraka otpadnih voda primenjuju se referentne metode prema zahtevu standarda SRPS ISO/IEC 17025, utvrđenim u Prilogu 3. Ukoliko takvih standarda nema mogu se primeniti odgovarajući međunarodni i evropski standardi kao i nestandardizovane metode razvijene u akreditovanim laboratorijama i validovane prema zahtevu standarda SRPS ISO/IEC 17025 koji daju ekvivalentne rezultate u pogledu merne nesigurnosti ispitivanja u skladu sa zahtevima propisa kojim se uređuju GVE".</p>				
<i>Jedinica mere</i>	<p>Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016), u članu 9 definiše "granične vrednosti emisije za proizvodnju keramičkih proizvoda u delu – Glava I. Tehnološke otpadne vode, Odeljak 11. Granične vrednosti emisije otpadnih voda iz objekata i postrojenja za proizvodnju keramičkih proizvoda".</p> <p>Indikator je višekomponentan i može se pratiti na osnovu vrednosti koje su date u tabelama Priloga 3 ove disertacije.</p>				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumnetacija proizvođača (Izveštaj o periodičnom merenju emisije zagađujućih materija u vodu).				
<i>Tumačenje</i>	<p>Prema članu 3 Pravilnika o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima: "svrha merenja količine i ispitivanja kvaliteta otpadnih voda jeste:</p> <ul style="list-style-type: none"> – provera usaglašenosti sa graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode (GVE) i efikasnosti rada postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda; – utvrđivanje uticaja ispuštenih otpadnih voda na prijemnik; – prikupljanje podataka za vođenje registara u skladu sa propisima u oblasti voda i zaštite životne sredine". 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	4	5	$\Sigma=11$

Tabela 39. Emisije buke

Kod: IND08		8.
EMISIJE BUKE		Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora:</i> Emisije iz proizvodnog procesa		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Buka u proizvodnom procesu proizvodnje opekarskih proizvoda nastaje od: drobilica, mešalica, kompresora, elektromotora, ventilatora, presa za oblikovanje, pneumatskih sistema za čišćenje filtera. Smanjenje emisije zvuka često se može postići direktnom primenom mera na izvoru buke. Zaštita od buke može se postići i zatvaranjem jedinice u kojoj buka nastaje ili izgradnjom zidova za zaštitu od buke. Vibracije i buka iz nekih postrojenja (prese, postrojenja za drobljenje i mešanje) ne mogu se efikasno smanjiti gore navedenim merama, pa se prenos vibracija i buke mora izbeći izolacijom. Dalje mere za smanjenje emisije buke su upotreba prigušivača zvuka na izvoru buke i zamena brzih ventilatora većim ventilatorima sa sporijom rotacijom.	
<i>Opis indikatora</i>	<p>Indikator buke “jeste fizička veličina kojom se opisuje buka u životnoj sredini, a koja je u uzajamnoj vezi sa štetnim efektom buke” (Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini, “Sl. glasnik RS”, br. 96/2021 - dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_od_buke_u_zivotnoj_sredini.html).</p> <p>Da bi se odredila vrednost indikatora buke u životnoj sredini primenjuju se metode merenja, proračuna ili procene, u skladu sa posebnim propisom kojim se uređuju indikatori buke i zakonom. Metode proračuna koriste se za predviđanje vrednosti indikatora buke</p> <p>Podela indikatora buke, prema Zakonu o zaštiti od buke u životnoj sredini, je na osnovne i dodatne.</p> <p>Osnovni indikatori buke koriste se za izradu strateških karata buke i prema članu 4 Uredbe o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za određivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (“Sl. glasnik RS”, br.75/2010) definišu se kao:</p> <p>“1) indikator koji opisuje ometanje bukom za vremenski period od 24 časa, za dan-veče-noć Lden (ukupni indikator buke);</p> <p>2) indikator koji opisuje ometanje bukom u toku dana Lday (indikator dnevne buke);</p> <p>3) indikator koji opisuje ometanje bukom u toku večeri Levening (indikator večernje buke).</p> <p>4) indikator koji opisuje ometanje bukom u toku noći Lnigh (indikator noćne buke)”.</p> <p>Istim članom Uredbe dodatni indikatori buke su merodavni nivo buke LRAeqT i nivo izloženosti buci LAE - koriste se za monitoring buke i za pojedinačna merenja buke.</p>	
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.	

<i>Način određivanja</i>	<p>Izračunavanje indikatora vrši se prema odgovarajućim nacionalnim i svetskim standardima:</p> <ul style="list-style-type: none"> – SRPS ISO 1996-2:2019 – Direktiva 2002/49/EZ preporučuje sledeće privremene metode za određivanje indikatora buke: <p>Za industrijsku buku: ISO 9613-2 Acoustics – Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation.</p> <p>Odgovarajući ulazni podaci se dobijaju merenjem koje se obavlja po jednoj od sledećih metoda:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ISO 8297: 1994 “Acoustics - Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment - Engineering method”; – EN ISO 3744: 1995 “Acoustics - Determination of sound power levels of noise using sound pressure - Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane”; – EN ISO 3746: 1995 “Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using an enveloping measurement surface over a reflecting plane”. 				
<i>Jedinica mere</i>	Decibel (dB)				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača (Izveštaj o periodičnom merenju emisije buke).				
<i>Tumačenje</i>	<p>Prema Uredbi o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (“Sl. glasnik RS”, br.75/2010):</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Indikator buke je akustička veličina kojom se opisuje buka u životnoj sredini i izražava se jedinicom dB(A)”. - "Indikatori buke se koriste u cilju utvrđivanja stanja buke, za procenu i predviđanje stanja buke, izradu strateških karata buke i planiranje mera zaštite”. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	4	4	Σ=10

Tabela 40. Zagađenje vazduha

Kod: IND09		9.
ZAGAĐENJE VAZDUHA		Stanje-S
<i>Područje analize indikatora:</i> Monitoring i zahtevi kvaliteta vazduha		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<p>Zahtevi kvaliteta vazduha propisani su u članu 3 Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (“Sl. glasnik”, br. 11/2010, 75/2010 i 63/2013: “granične vrednosti nivoa zagađujućih materija u vazduhu; gornje i donje granice ocenjivanja nivoa zagađujućih materija u vazduhu; granice tolerancije i tolerantne vrednosti; koncentracije opasne po zdravlje ljudi i koncentracije o kojima se izveštava javnost; kritični nivoi zagađujućih materija u vazduhu; ciljne vrednosti i (nacionalni) dugoročni ciljevi zagađujućih materija u vazduhu; rokovi za postizanje graničnih i/ili ciljnih vrednosti, u slučajevima kada su one prekoračene u skladu sa Zakonom”.</p>	
<i>Opis indikatora</i>	<p>Metode praćenja ovog indikatora definisane su članom 7 Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (“Sl. glasnik”, br. 11/2010, 75/2010 i 63/2013: “Nivo zagađenosti vazduha prati se merenjem koncentracija za sumpor-dioksid, azot dioksid i okside azota, suspendovane čestice (PM₁₀, PM_{2.5}), olovo, benzen, ugljen-monoksid, prizemni ozon, arsen, kadmijum, živu, nikl i benzo(a)piren u vazduhu instrumentima za automatsko merenje i/ili uzimanjem uzoraka i njihovom analizom.</p> <p>Postupak uzimanja uzoraka obuhvata pripremu, uzimanje, čuvanje i transport uzoraka do ovlašćene laboratorije.</p> <p>Postupak analize uzoraka vazduha obuhvata laboratorijsku proveru uzoraka vazduha, odnosno njihovu hemijsko - fizičku analizu.</p> <p>Rezultati merenja koncentracija zagađujućih materija upoređuju se sa propisanim graničnim, tolerantnim i ciljnim vrednostima nivoa zagađujućih materija u vazduhu u cilju utvrđivanja nivoa zagađenosti vazduha.”</p>	
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.	
<i>Način određivanja</i>	<p>Ocenjivanje kvaliteta vazduha, odnosno nivoa zagađujućih materija iz člana 7 stav 1. Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (“Sl. glasnik RS” br.11/2010, 75/2010 i 63/2013), “vrši se na osnovu propisanih metoda merenja i zahteva standarda SRPS ISO/IEC 17025 i propisanih numeričkih vrednosti.</p> <p>Rezultati merenja i/ili ocenjivanja mogu se porediti sa graničnom i tolerantnom vrednošću ako su nivoi zagađujućih materija ocenjeni u skladu sa ovom uredbom.</p> <p>Kriterijumi za proveru validnosti prilikom prikupljanja podataka i izračunavanja statističkih parametara dati su u Prilogu X Kriterijumi za proveru validnosti, granične vrednosti, tolerantne vrednosti i granica tolerancije za zaštitu zdravlja ljudi, koji je odštampan uz ovu uredbu i čini njen sastavni deo.”</p>	

<i>Jedinica mere</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Za sumpor-dioksid, azot dioksid, suspendovane čestice (PM₁₀, PM_{2.5}) i benzen koristi se [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; – Ugljen-monoksid meri se u [mg/m^3]. 				
<i>Izvor podataka</i>	Izveštaji o monitoringu i kontroli vazduha na području na kojem se nalazi proizvodni pogon za proizvodnju građevinskih proizvoda na bazi pečene gline.				
<i>Tumačenje</i>	Indikator služi za ocenu kvaliteta vazduha na području oko proizvodnog pogona. Na osnovu njegove vrednosti moguće je predvideti mere za sprečavanje zagađenja vazduha.				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	4	5	$\Sigma = 11$

Tabela 41. Zagađenje voda

Kod: IND10		10.
ZAGAĐENJE VODA		Stanje-S
<i>Područje analize indikatora:</i> Monitoring i zahtevi kvaliteta voda		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<p>Otpadna voda iz industrijskih postrojenja nakon prečišćavanja najčešće se ispušta u recipijent ili se šalje na dalji tretman u postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda.</p> <p>Ukoliko je reka recipijent, potrebno je vršiti proveru kvaliteta vode, odnosno proveru zagađenja.</p>	
<i>Opis indikatora</i>	<p>Za indikator je bitno da se procenjuje na osnovu granična vrednosti koja “jeste standard kvaliteta životne sredine izražen kao koncentracija pojedinačne zagađujuće materije ili grupe zagađujućih materija ili indikatora zagađivanja u površinskoj vodi” (Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje - “Sl. glasnik RS”, br. 50/2012)</p> <p>U članu 2 pomenute Uredbe, granične vrednosti koje se koriste za prioritne supstance u površinskim vodama su: “maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) jeste maksimalna koncentracija pojedinačne zagađujuće materije ili grupe zagađujućih materija u površinskim vodama koja ne sme da bude prekoračena u cilju sprečavanja ozbiljnih nepovratnih posledica za ekosisteme” kao i “prosečna godišnja koncentracija (PGK) jeste prosečna vrednost koncentracija izmerenih u toku godine za pojedine zagađujuće materije ili grupe zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama koja ne sme da se prekorači u cilju sprečavanja ozbiljnih nepovratnih dugoročnih posledica za ekosisteme”.</p>	

	<p>Prema istoj Uredbi “propisane su granične vrednosti zagađujućih materija koje su pokazatelji opštih parametara, kiseoničnog režima, nutrijentnih supstanci, saliniteta, metala, organskih supstanci i mikrobioloških parametara u površinskim vodama, za pojedinačne klase površinskih voda utvrđene propisom kojim se određuju parametri ekološkog i hemijskog statusa za površinske vode, date su u Prilogu 1, Tabela 1. – Granične vrednosti zagađujućih materija u površinskim vodama”.</p> <p>Ekološki status, odnosno klasa vode, definisan je tabelama 2, 3 i 4 u Prilogu 1, Uredbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> – “Tabela 2. Granične vrednosti zagađujućih materija za odličan ekološki status odnosno I klasu površinskih voda; – Tabela 3. Granične vrednosti zagađujućih materija za dobar ekološki status odnosno II klasu površinskih voda; – Tabela 4. Primena graničnih vrednosti prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci za utvrđivanje klase površinske vode”. <p>Članom 7 Uredbe definisano je da se “granične vrednosti zagađujućih materija menjaju se i/ili dopunjuju sa novim zagađujućim materijama u skladu sa novim podacima o zagađujućim materijama, grupama zagađujućih materija ili indikatorima, u cilju zaštite zdravlja ljudi i životinja i životne sredine, a u skladu sa planom zaštite voda od zagađivanja”.</p>				
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.				
<i>Način određivanja</i>	Indikator se određuje u skladu sa preporukama Priloga 1, Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br.50/2012).				
<i>Jedinica mere</i>	Jedinice su date u Tabelama 1-4, Priloga 1, Uredbe.				
<i>Izvor podataka</i>	Izveštaji o kontroli voda u recipijentu na području na kojem se nalazi proizvodni pogon za proizvodnju građevinskih proizvoda na bazi pečene gline.				
<i>Tumačenje</i>	Indikator služi za ocenu kvaliteta površinskih voda u recipijentu u koji se ispuštaju otpadne vode iz proizvodnog pogona. Na osnovu njegove vrednosti moguće je predvideti mere za sprečavanje zagađenja površinskih voda.				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	3	5	Σ= 10

Tabela 42. Uticaj na zemljište

Kod: IND11		11.
UTICAJ NA ZEMLJIŠTE		Uticaji-I
<i>Područje analize indikatora:</i> Upotreba zemljišta		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Posledice eksploatacije mineralnih sirovina, posebno površinskim načinom, su brojne, a manifestuju se kroz zauzimanje prostora, moguće zagađivanje zemljišta, poremećaj ekosistema, stukturalne promene u prostoru i dr.	
<i>Opis indikatora</i>	<p>Pre početka eksploatacije opekarske gline na području potencijalnog površinskog kopa, potrebno je detektovati katastarske parcele koje se tu nalaze. Za katastarske parcele potrebno je znati:</p> <ul style="list-style-type: none"> – katastarski broj, – površinu, – vrstu zemljišta (šumsko, poljoprivredno...), – način korišćenja i klasu (šuma, njiva, livada, pašnjak), – izgrađenost (da, ne), – svojina (privatna, javna). <p>Mogući uticaji eksploatacije mineralnih sirovina na zemljište, odnosno teren koji zauzimaju površinski kopovi, ogleda se u degradiranju zahvaćenih površina. Uticaj površinske eksploatacije prvenstveno ima za posledicu zauzeće površine i promenu namene zemljišta. Do zagađivanja zemljišta može doći usled direktnog odlaganja otpada koji se generiše na prostoru površinskog kopa ili prosipanja tečnih naftnih derivata kao jedinih tečnih materija sa svojstvima opasnih materija koje su prisutne na površinskom kopu.</p>	
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.	
<i>Način određivanja</i>	Indikator se računa kao površina zemljišta koja je degradirana, odnosno kojoj je promenjena namena.	
<i>Jedinica mere</i>	Hektar (ha)	
<i>Izvor podataka</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Studija procene uticaja ležišta opekarske gline na životnu sredinu, – Tehničko-projektna dokumentacija proizvođača. 	
<i>Tumačenje</i>	Indikator služi da ukaže na vezu između korišćenja zemljišta na kojem je nalazište mineralne sirovine za proizvodnju glinenih opeka i blokova i životne sredine. Može se koristiti za procenu: <ul style="list-style-type: none"> – površine zemljišta koje menja namenu; – površine degradiranog zemljišta; 	

	<ul style="list-style-type: none"> – otpada koji se odlaže na površinskom kopu; – prosutih naftnih derivata na površinskom kopu (potencijalno opasan otpad). 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	3	5	$\Sigma=10$

Tabela 43. Procesni otpad

Kod: IND12					12.
PROCESNI OTPAD					Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora:</i> Otpad iz proizvodnog procesa					
<i>Teorijske/praktične osnove za definisanje indikatora</i>	U proizvodnom procesu dolazi do pojave otpadnog materijala i oštećenih proizvoda u fazama oblikovanja, sušenja, pečenja i pakovanja. Uglavnom se taj “procesni lom” koristi kao sekundarni materijal za nasipanje puteva ili kao agregat za beton.				
<i>Opis indikatora</i>	Indikator pokazuje količinu procesnog otpada koji potiče od otpadnih materijala i oštećenih proizvoda u procesu proizvodnje, transporta gotovih proizvoda u krugu pogona i u toku pakovanja. Ne obuhvata otpad nastao na mestu eksploatacije gline.				
<i>Mogućnost primene</i>	Lokalna, interna (na nivou proizvodnog pogona).				
<i>Način određivanja</i>	Računa se na osnovu ukupne količine sakupljenog otpadnog materijala iz proizvodnog procesa tokom godine na predviđenom odlagalištu u okviru proizvodnog pogona.				
<i>Jedinica mere</i>	kg procesnog otpada/godišnje				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača (Izveštaj o godišnjem merenju procesnog otpada).				
<i>Tumačenje</i>	Indikator omogućava da se proceni: <ul style="list-style-type: none"> – količina procesnog otpada; – količina otpadnog materijala koji se koristi u sekundarne svrhe. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	

<i>Vrednost</i>	1	0	5	4	$\Sigma=10$
-----------------	---	---	---	---	-------------

Tabela 44. Prašina iz uređaja za čišćenje otpadnih gasova

Kod: IND13					13.
PRAŠINA IZ UREĐAJA ZA ČIŠĆENJE OTPADNIH GASOVA					Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora:</i> Otpad iz proizvodnog procesa					
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Prašina koja nastaje u tokom procesa čišćenja otpadnih gasova predstavlja otpadni materijal. Njena količina zavisi od izabranog postupka prečišćavanja otpadnog gasa i karakteristika opreme za prečišćavanje.				
<i>Opis indikatora</i>	Indikator pokazuje količinu prašine koja se stvara na uređaju za prečišćavanje otpadnih gasova. Nakon prolaska otpadnog gasa kroz uređaj za prečišćavanje, nastala prašina se sakuplja u posebne spremnike i odlaže na za to predviđeno mesto.				
<i>Mogućnost primene</i>	Lokalna, interna (na nivou proizvodnog pogona).				
<i>Način određivanja</i>	Računa se na osnovu ukupno sakupljene količine prašine iz uređaja za prečišćavanje vazduha na godišnjem nivou.				
<i>Jedinica mere</i>	kg/godišnje				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača (Izveštaj o godišnjem merenju).				
<i>Tumačenje</i>	Indikator omogućava da se proceni: <ul style="list-style-type: none"> – količina prašine nastale tokom prečišćavanja otpadnog gasa; – kvalitet prečišćavanja otpadnog gasa. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	0	3	4	$\Sigma= 8$

Tabela 45. Količina otpadne vode

Kod: IND14		14.			
KOLIČINA OTPADNE VODE		Pritisak-P			
<i>Područje analize indikatora: Otpad iz proizvodnog procesa</i>					
<i>Teorijske/praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Otpadna voda nastaje nakon upotrebe u proizvodnom procesu. Voda se dodaje u procesu oblikovanja gline, koristi se za ispiranje delova opreme, za čišćenje prostora i za ostale namene. Mora se prečistiti pre ispuštanja u recipijent.				
<i>Opis indikatora</i>	Indikator služi da se proceni količina otpadne vode koja se stvara u procesu proizvodnje opekarskih proizvoda.				
<i>Mogućnost primene</i>	Interna (na nivou proizvodnog pogona).				
<i>Način određivanja</i>	<p>Indikator se određuje sabiranjem količina svih otpadnih voda koje nastaju u procesu a u skladu sa Pravilnikom o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima ("Sl. glasnik RS", br. 33/2016).</p> <p>Budući da se otpadna voda mora prečistiti, potrebno je izabrati odgovarajući metod prečišćavanja. Najčešće se primenjuje prvi stepen obrade (primarno prečišćavanje) obuhvata operacije mehaničkog prečišćavanja kojim se uklanjaju plivajuće, lebdeće i taloživo zagađenje (Povrenović i Knežević, 2013).</p> <p>Ova linija obrade služi za uklanjanje "grubog" zagađenja uz primenu odgovarajućih operacija (Povrenović i Knežević, 2013):</p> <ul style="list-style-type: none"> – teškog čvrstog materijala, pomoću peskolova; – grubog čvrstog zagađenja pomoću rešetki i grubih sita; – flotirajućeg organskog zagađenja u taložniku ili pomoću uređaja za flotaciju; – taloživog organskog zagađenja gravitacionim taloženjem i finim sitima. 				
<i>Jedinica mere</i>	m ³ /godišnje				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača.				
<i>Tumačenje</i>	Indikator se može koristiti kao mera pritiska koji otpadna voda iz proizvodnog procesa stvara na životnu sredinu.				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	

<i>Vrednost</i>	1	1	4	5	$\Sigma=11$
-----------------	---	---	---	---	-------------

Tabela 46. Mulj iz postrojenja za prečišćavanje voda

Kod: IND15					15.
MULJ IZ POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE VODA					Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora: Otpad iz proizvodnog procesa</i>					
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	U procesu prečišćavanja otpadnih voda uklanjaju se neželjeni elementi iz otpadne vode. Mulj se javlja kao uobičajen nusproizvod (Vouk i dr., 2015). Tokom proizvodnje glinenih opeka i blokova stvara se manja količina mulja koji zahteva adekvatno zbrinjavanje. Postupak se izvodi najčešće pomoću rešetki, peskolova i taložnika. Način obrade mulja zavisi od njegove količine ali i koncentracije suspendovanih čestica (Kitanović i Šušteršič, 2013)				
<i>Opis indikatora</i>	Indikator pokazuje količinu primarnog mulja koji se izdvaja nakon prvog stepena prečišćavanja, mehaničkog prečišćavanja, pomoću rešetki, peskolova i taložnika. Iz otpadne vode izdvajaju se krupni otpaci, mineralne čestice i slično.				
<i>Mogućnost primene</i>	Interna (na nivou proizvodnog pogona).				
<i>Način određivanja</i>	Računa se na osnovu ukupno sakupljene količine u određenom vremenskom periodu.				
<i>Jedinica mere</i>	kg/godišnje				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača (Izveštaj o godišnjem merenju količine mulja u pogonu).				
<i>Tumačenje</i>	Indikator omogućava da se proceni: <ul style="list-style-type: none"> – količina mulja nastalog tokom prečišćavanja otpadnih voda u procesu; – ekonomska isplativost korišćenja mulja u druge svrhe nakon dodatne obrade. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	0	3	5	$\Sigma= 9$

Tabela 47. Ambalažni otpad

Kod: IND16				16.	
AMBALAŽNI OTPAD				Pritisak-P	
<i>Područje analize indikatora: Otpad iz proizvodnog procesa</i>					
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	U fazi pakovanja gotovih građevinskih proizvoda, opeka i blokova, kao ambalaža najčešće se koriste drvene palete i plastična termoskupljajuća folija. Usled mehaničkih operacija u toku pakovanja, može doći do oštećenja ambalaže, a takva ambalaža predstavlja otpad i potrebno ju je odložiti na odgovarajuće mesto, najčešće odlagalište gde se odlaže i kancelarijski otpad u krugu proizvodnog pogona.				
<i>Opis indikatora</i>	Indikator pokazuje količinu ambalaže za pakovanje koja se usled oštećenja smatra otpadom. Prema sastavu ambalažni otpad čine drvene palete različitih dimenzija i termoskupljajuća plastična folija. Neki proizvođači između redova fasadne cigle stavljaju papir kako bi se izbeglo oštećenje gotovih proizvoda. Blokovska roba se pre prenosa vezuje plastičnom trakom.				
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, interna (na nivou proizvodnog pogona).				
<i>Način određivanja</i>	Računa se na osnovu ukupno sakupljene količine u određenom vremenskom periodu.				
<i>Jedinica mere</i>	<ul style="list-style-type: none"> – komada (paleta); – m² (folija); – m² (papir); – m (plastična traka). 				
<i>Izvor podataka</i>	Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača (Izveštaj o godišnjoj količini produkovanog ambalažnog otpada).				
<i>Tumačenje</i>	Indikator omogućava da se proceni: <ul style="list-style-type: none"> – količina ambalažnog otpada tokom pakovanja gotovih proizvoda; – mogućnost reciklaže i sekundarne upotrebe otpadnog materijala. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	0	2	3	Σ= 6

Tabela 48. Indeks industrijske proizvodnje u opštini

Kod: IND17		17.
INDEKS INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE U OPŠTINI		Pokretač-D Pritisak-P
<i>Područje analize indikatora: Ekonomski razvoj opštine</i>		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Industrija je delatnost u kojoj se materijali (sirovine ili poluproizvodi) prerađuju ili transformišu pomoću mašinskih ili hemijskih sredstava u upotrebljive proizvode (Biočanin i Ketin, 2019). Procenjuje se da velika industrijska postrojenja dominantno doprinose ukupnim emisijama atmosferskog zagađenja pri čemu utiču i na kvalitet vazduha, vode i zemljišta. Proizvode velike količine otpada i utiču na potrošnju energije i generalno stanje u energetsom sektoru. U ovu grupu industrija ubraja se i industrija građevinskih materijala.	
<i>Opis indikatora</i>	<p>Za definisanje ovog indeksa mogu se iskoristiti opšte definicije:</p> <p><i>Industrijsko preduzeće</i> je subjekat čija je pretežna delatnost industrijska proizvodnja → <i>Građevinsko industrijsko preduzeće</i> čija je pretežna delatnost proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline.</p> <p><i>Industrijski proizvodi</i> su definisani kao ukupna proizvodnja gotovih proizvoda navedenih u nomenklaturi proizvoda, koja je trajan osnov za prikazivanje industrijske proizvodnje (Stojanović i Đerić, 2011) → <i>Građevinski proizvodi na bazi pečene gline</i> kao što su fasadne opeke (pune i šuplje) i keramički blokovi.</p> <p><i>Indeks fizičkog obima industrijske proizvodnje</i> izražava promene u obimu celokupne industrijske proizvodnje (Stojanović i Đerić, 2011) → Indeks fizičkog obima proizvodnje opeka i blokova na bazi pečene gline.</p> <p>Status industrijske delatnosti je merilo ekonomskog razvoja opštine.</p>	
<i>Mogućnost primene</i>	Lokalna.	
<i>Način određivanja</i>	<p>Izračunavanje indeksa se zasniva na mesečnim i godišnjim podacima o gotovoj proizvodnji, koji se iskazuju u naturalnom obliku, prema Nomenklaturi proizvoda za mesečni izveštaj i merilima ponderacionog sistema (Statistički godišnjak – Republički zavod za statistiku Republike Srbije). Prate se vrednosti indeksa u sektoru prerađivačke industrije.</p> <p>Referentni period za obračun indeksa industrijske proizvodnje je prosek prethodne godine. Indeksi industrijske proizvodnje se publikuju “u odnosu na prethodnu godinu”. Indeksi koji su obračunati “u odnosu na prethodnu godinu” se onda preračunavaju na trenutno važeću baznu godinu.</p>	

<i>Jedinica mere</i>	RSD, novčana jedinica				
<i>Izvor podataka</i>	Podaci se uzimaju iz: <ul style="list-style-type: none"> – opštinske statistike; – republičke statistike; – privredna komore – gradske, regionalne. 				
<i>Tumačenje</i>	Porastom obima proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline (opeke, blokovi), dolazi do povećanog zagađenja životne sredine ukoliko se ne preduzmu adekvatne mere za smanjenje emisija iz proizvodnog procesa. U ovom kontekstu, indikatori povećanja obima proizvodnje ukazuju na: <ul style="list-style-type: none"> – potencijalno veće zagađenje; – potrebe uspostavljanja monitoringa emisija iz proizvodnog pogona građevinskih proizvoda; – potrebe za ulaganjem u postrojenja za prečišćavanje gasova, otpadnih voda i tretman otpada. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	3	3	$\Sigma = 8$

Tabela 49. Emisija gasova staklene bašte

Kod: IND18		18.
EMISIJA GASOVA STAKLENE BAŠTE		Pritisci-P
<i>Područje analize indikatora: Klimatske promene</i>		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<p>Emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG) jedan od glavnih uzročnika aktuelnih klimatskih promena. U gasove sa efektom staklene bašte svrstavaju se: ugljen-dioksid (CO₂), metan (CH₄), azot-suboksid (N₂O), vodonikfluorugljovodonici (HFCs), perfluorugljovodonici (PFCs), sumporheksafluorid (SF₆) i azot-trifluorid (NF₃) – (Kjoto protokol, Aneks A, 1997).</p> <p>Glavni izvori gasova staklene bašte su (Stevanović Čarapina, 2011):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energetika (proizvodnja električne i toplotne energije); – Industrijski procesi; – Primena rastvarača; – Poljoprivreda; – Korišćenje zemljišta i promene u korišćenju zemljišta i šumarstvo; – Transport; – Deponovanje otpada. 	

	<p>Kako bi se zaustavile klimatske promene, potrebno je redukovati ukupnu emisiju gasova staklene bašte uz poštovanje svih propisanih normi u domaćem i međunarodnom zakonodavstvu u ovoj oblasti.</p> <p>Cilj Evropske unije je da do 2030. godine smanji emisije gasova sa efektom staklene bašte za 55%, kao i da 2050. godine bude prvi ugljenično-neutralan kontinent (EU u Srbiji; https://europa.rs/)</p>				
<i>Opis indikatora</i>	<p>Indikator se formira prema podacima o emisijama gasova staklene bašte. Količina i koncentracija GHG gasova se obračunava prema CO₂ ekvivalentnoj koncentraciji.</p> <p>Evropska Agencija za zaštitu životne sredine je definisala indikator (Stevanović Čarapina i Mihajlov, 2010b):</p> <ul style="list-style-type: none"> – CSI 011 – projekcija emisija gasova staklene bašte i – CSI 013 – atmosferska koncentracija gasova staklene bašte. 				
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.				
<i>Način određivanja</i>	<p>U cilju agregacije podataka, svi se gasovi agregiraju ponderisanjem prema potencijalu globalnog zagrevanja i prezentuju kao CO₂ – ekvivalent .</p> <p>Obračun emisija se vrši na tri načina:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grupisanjem svih šest tzv. Kjoto gasova staklene bašte (tj. CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC i SF₆); 2. Grupisanjem svih dugoživećih gasova staklene bašte (tj. Kjoto gasovi, Montrealski CFC gasovi , HCFCs i CH₃CCl₃); 3. Uključuju se takođe ozon, aerosoli, čađ, čime se dobija značajno niža vrednost koncentracija u odnosu na prethodna dva pristupa, zbog efekta hlađenja koji produkuju aerosoli (Stevanović Čarapina, 2011). 				
<i>Jedinica mere</i>	Gg CO ₂ eq/god i Gg/god				
<i>Izvor podataka</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Agencija za zaštitu životne sredine; – Opštinska statistika; – Podaci iz proizvodnog procesa. 				
<i>Tumačenje</i>	Indikator daje informacije o trendovima emisija iz glavnih antropogenih izvora GHG, u industriji građevinskih proizvoda na bazi pečene gline (proces koji ne uključuju emisije poreklom iz sagorevanja fosilnih goriva i upotrebe energije).				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	2	5	Σ = 9

Tabela 50. Osnovni indikatori energije glinene opeke

Kod: IND19		19.
OSNOVNI INDIKATORI EMERGIJE GLINENE OPEKE		Uticaj-I
<i>Područje analize indikatora: Održivost</i>		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Emergija je količina energije koja je utrošena u direktnim i indirektnim transformacijama za stvaranje proizvoda, usluge ili održavanja određenog procesa. Ona je merilo razlika u kvalitetu između različitih oblika energije. Emergijska analiza (EMA), koju je uveo H.T. Odum, integriše maseni protok, protok energije, protok valute i protok informacija u jedinstven sistem za izračunavanje uticaja na okolinu, usluge i ekonomiju u emergijskim jedinicama.	
<i>Opis indikatora</i>	Ovaj koncept zasniva se na modelu razvijenom u Kini koji se koristi za glinene opeke. Osnovni pokazatelji energije su: <ul style="list-style-type: none"> – Stopa obnovljivosti (R%), predstavlja odnos obnovljivog emergijskog dela i ukupne energije. Viša stopa obnovljivosti predstavlja bolji ekološki nivo. – Stopa neobnovljivosti (N%) označava odnos neobnovljivog dela energije i ukupne energije. Viša stopa neobnovljivosti implicira lošiji ekološki nivo. – Jedinične emergijske vrednosti (UEV) se koriste za izračunavanje emergijskih stanja zgrada izgrađenih od glinene opeke. 	
<i>Mogućnost primene</i>	Interno (na nivou preduzeća).	
<i>Način određivanja</i>	Osnovne proračunske formule energije mogu biti prikazane kao (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020): $U(\text{sej}) = N(\text{J}) \times \text{UEV}(\text{sej/J})$ $U(\text{sej}) = M(\text{g}) \times \text{UEV}(\text{sej/g})$ $U(\text{sej}) = V(\$) \times \text{UEV}(\text{sej/})$ <p>gde je: U- emergija (sej); N, M, V predstavljaju jedinice džula (J), grama (g) i novca (\$) redom.</p> <p>UEV je emergija po jedinici proizvoda, energije, usluge ili novca. To su definicije koje ilustruju efikasnost sistema ocenjivanja (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).</p> <p>Određivanje stope obnovljivosti R (%) i stope neobnovljivosti N (%), određuje se formiranjem emergijskog dijagrama i emergijske tabele.</p>	
<i>Jedinica mere</i>	<ul style="list-style-type: none"> – % – za stopu obnovljivosti R i neobnovljivosti N; – (sej) solarni emergijski džul – izražava se u tri oblika: (sej/J), (sej/g), (sej/) 	

<i>Izvor podataka</i>	Podaci iz kineskog modela ekološkog označavanja glinenih opeka zasnovanog na emergijskom pristupu (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).				
<i>Tumačenje</i>	Indikator može da ukaže na: <ul style="list-style-type: none"> – udeo obnovljivih/neobnovljivih resursa u proizvodnom procesu glinenih opeka; – procenu održivosti proizvodnje glinene opeke uzimajući u obzir životnu sredinu, usluge i ekonomske faktore. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	0	2	2	4	$\Sigma = 8$

Tabela 51. Ostali emergijski indikatori u proizvodnji glinene opeke

Kod: IND20		20.
OSTALI EMERGIJSKI INDIKATORI U PROIZVODNJI GLINENE OPEKE		Uticaji-I
<i>Područje analize indikatora: Održivost</i>		
<i>Teorijske/praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Uvezena i ukupna energija se određuju na osnovu uvezenih obnovljivih i neobnovljivih sirovinskih i energetskih resursa. Procena održivosti proizvodnje glinene opeke uzima u obzir životnu sredinu, usluge i ekonomske faktore. Pored tipične emergijske analize, može se za definisanje modela uzeti i emisija zagađujućih materija u vazduh i njen uticaj na životnu sredinu (sej), proračun ekoloških usluga, proračun ekonomskih usluga sa naglaskom na godine života prilagođene invaliditetu (DALY) (Zhang et al., 2018).	
<i>Opis indikatora</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Emergijski udeo (EYR): EYR se definiše kao odnos između ukupne i uvezene energije, a predstavlja sposobnost generisanja energije. Manji unos nabavljenog emergijskog sredstva dovešće do nižeg EYR-a, koji objašnjava konkurentsku sposobnost i ekonomski status ciljanog objekta. – Udeo opterećenja životne sredine (ELR): ELR je odnos između neobnovljivih resursa i uvezene energije prema obnovljivoj energiji. ELR se koristi za određivanje ekološkog pritiska na ciljane ekosisteme. Ekološka opterećenja sastoje se od energije koji nije izvor resursa, uvezene energije i drugih, kao što su emisije gasova, otpad, ispuštanja u okolinu. – Emergijski indeks održivosti (ESI): ESI je odnos dva emergijska pokazatelja, EYR i ELR. Podrazumeva celovitu održivu situaciju jednog sistema, koji se može koristiti za procenu ukupnog 	

	učinka.				
<i>Mogućnost primene</i>	Interno (na nivou preduzeća).				
<i>Način određivanja</i>	Proračun indikatora vrši se korišćenjem emergijskog dijagrama i tabele, sa jasno definisanim vrstama i količinama uvezenih i ukupnih obnovljivih i neobnovljivih resursa i energija.				
<i>Jedinica mere</i>	Nema jedinicu				
<i>Izvor podataka</i>	Podaci iz kineskog modela ekološkog označavanja glinenih opeka zasnovanog na emergijskom pristupu (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).				
<i>Tumačenje</i>	Indikator može da ukaže na emergijsku održivost: – Postoje tri numerička segmenta koji označavaju održive stepene, koji sadrže ESI: ESI < 1 (održivo), 1 < ESI < 5 (srednja održivost) i ESI > 5 (neodrživo), dugoročno (Zhang, Srinivasan & Peng, 2020).				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	0	1	3	5	$\Sigma = 9$

Tabela 52. Potencijalna učestalost bolesti usled emisije iz peći za pečenje opeke

Kod: IND21	21.
POTENCIJALNA UČESTALOST BOLESTI USLED EMISIJE IZ PEĆI ZA PEČENJE OPEKE	Uticaji-I
<i>Područje analize indikatora:</i> Uticaj na ljudsko zdravlje	
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	<p>Emisije iz peći za pečenje opeka sastoje se od sitnih čestica prašine, ugljovodonika, SO_x, NO_x, fluoridnih jedinjenja, CO i male količine kancerogenih dioksina (Program unapređenja životne sredine, 1995). Izloženost ljudi ovim uticajima može za posledicu imati pojavu:</p> <ul style="list-style-type: none"> – respiratornih bolesti i smetnji; – upalu sluznica; – metaboličke poremećaje; – iritacije očiju, nosa i grla; – kardiovaskularnih bolesti; – kancerogena oboljenja.

<i>Opis indikatora</i>	<p>– Akutna izloženost SO₂ proizvodi trenutno stezanje bronhija, kontrakciju disajnih puteva, pojačan plućni otpor, povećanu reaktivnost disajnih puteva i promene u metabolizmu. Posledice hronične izloženosti su upale tkiva sluznice i pojačanje sekreta. Sumporna kiselina je klasifikovana kao kancerogena materija grupe-1 od strane Međunarodne agencije za istraživanje raka (IARC, 1992). Prisustvo sumpor-dioksida u okolnom vazduhu povezano je sa smanjenom funkcijom pluća, povećanjem respiratornih simptoma i bolesti, iritacijom očiju, nosa i grla i ranom smrtnošću. Deca, starije osobe i oni koji su ranije patili od respiratornih bolesti, poput astmatičara, uglavnom su u opasnosti. Uticaji na zdravlje posebno su povezani sa povećanom izloženošću koncentracijama u okolini iznad 1.000 µg/m³ (akutna izloženost računa se tokom 10 minuta).</p> <p>– Peći za pečenje opeke mogu emitovati PM_{2.5}. Ove fine PM smatraju se štetnim za ljudsko zdravlje, jer imaju sposobnost da putuju dublje u respiratorni sistem i uzrokuju prevremenu smrt i respiratorne bolesti. Uglavnom nepovoljno utiču na starije ljude i decu, jer u tim fazama života ljudski mehanizmi za prevenciju bolesti postaju sve slabiji.</p> <p>– Izloženost prašini na radu je faktor rizika za akutne i hronične respiratorne iritacije, upale i kardiovaskularne bolesti.</p> <p>– Povišene količine CO, koje se stvaraju u opekarskim pećima zbog lošeg dizajna peći ili koje su posledice nepotpunog sagorevanja uglja, takođe mogu prouzrokovati neželjene zdravstvene posledice na središnji nervni sistem i na kraju kao rezultat simptome poput glavobolje, mučnine, napora i otežano disanje.</p> <p>Ovaj indikator namenjen je da ukaže na uzročno-posledične veze između emisija iz peći za pečenje opeka i zdravlja ljudi. Koristi se za: praćenje trendova pojave različitih zdravstvenih smetnji izazvanih ovim emisijama; da identifikuje rizične grupe ljudi kako bi se uspostavila ciljana intervencija; preduzimanje mera prevencije i zaštite od negativnog uticaja ovih emisija na ljude.</p>
<i>Mogućnost primene</i>	Lokalna, nacionalna.
<i>Način određivanja</i>	Obračun je korisno vršiti za sve starosne kategorije – posebno za starije osobe i decu.
<i>Jedinica mere</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Broj prijava respiratornih smetnji/bolesti u medicinskim ustanovama; – % u odnosu na ukupan broj obolelih.
<i>Izvor podataka</i>	– Zdravstvena statistika (opštinska, republička)

<i>Tumačenje</i>	Indikator služi kao mera pojave različitih oboljenja ljudi izazvanih emisijama iz peći za pečenje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline. U praksi je teško razdvojiti uticaje ovih emisija od ostalih uzročnika sličnih zdravstvenih problema. Izloženost emisijama iz peći za pečenje opeka je samo jedan od mogućih uzroka respiratornih bolesti i smetnji, metaboličkih poremećaja, infekcija i iritacija, kardiovaskularnih i kancerogenih oboljenja. Prisutni su i drugi rizici: genetska predispozicija, porodična anamneza, siromaštvo, ostale bolesti itd. Upravo iz tih razloga jednoznačno određivanje ovog indikatora je komplikovano.				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	1	5	5	$\Sigma=12$

Tabela 53. Zakonodavstvo

Kod: IND22		22.
ZAKONODAVSTVO		Odgovori-R
<i>Područje analize indikatora: Zakonodavstvo</i>		
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline predstavlja industrijski sektor sa pojačanom potrošnjom energije i prirodnih resursa. Kao takva, emituje zagađujuće materije u vazduh i vodu, buku, generiše otpad i direktno utiče na životnu sredinu. Zato je potrebno uspostavljanje jasnog pravnog okvira za nacionalni i lokalni nivo koji definiše uslove i pravila za očuvanje prirodnih resursa, uvođenje normativa i standarda, kao i sankcije za nesprovođenje, što predstavlja preduslov za donošenje suda o uzročno-posledičnim vezama između proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životne sredine.	
<i>Opis indikatora</i>	Razviti indikator koji na adekvatan način procenjuje sposobnost države da uspostavi zakonski okvir za regulisanje uticaja industrije građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu, predstavlja složen postupak. <u>Zahteva:</u> postojanje specifične politike za taj industrijski sektor, kontrolu izvora emisija, uspostavljanje granične vrednosti emisija i način kontrole i monitoringa, uspostavljanje čistije proizvodnje.	
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.	
<i>Način određivanja</i>	Uvođenjem skale bodovanja od 1 do 5 za sledeću zakonsku regulativu: 1. Zakon o zaštiti životne sredine, Zakon o građevinskim proizvodima, 2. Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu/Zakon o strateškoj proceni	

	uticaja na životnu sredinu/Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine, 3. Zakon o zaštiti vazduha/Zakon o vodama/Zakon o zaštiti zemljišta, 4. Zakon o upravljanju otpadom/Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu, 5. Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini, 6. Standardi, pravilnici i uredbe iz oblasti zaštite životne sredine.				
<i>Jedinica mere</i>	Obuhvaćenost uticaja industrije građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu. Skor od 1 do 5.				
<i>Izvor podataka</i>	Ministarstvo za zaštitu životne sredine, SEPA, Izveštaj kontrole emisija ovlašćenog operatera.				
<i>Tumačenje</i>	Određivanje uticaja industrije građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu potrebno je definisati zakonodavnim okvirom kako bi se izbegle negativne posledice po životnu sredinu i kako bi proizvod na bazi pečene gline bio ekološki prihvatljiv.				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	0	3	5	$\Sigma = 9$

Tabela 54. Proizvodnja električne energije pomoću solarnih elektrana

Kod: IND23	23.
PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE POMOĆU SOLARNIH ELEKTRANA	Odgovori-R Uticaji-I
<i>Područje analize indikatora:</i> Proizvodni proces/klimatske promene	
<i>Teorijske/praktične osnove za definisanje indikatora</i>	U toku proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline troši se značajna količina električne energije. Budući da nestašica energenata na svetskom tržištu uslovljava porast cena u energetsom sektoru, potrebno je iskoristiti mogućnost dobijanja električne energije iz obnovljivih izvora, posebno upotrebom solarne energije.
<i>Opis indikatora</i>	Električna energija dobijena iz solarne elektrane instalirane u proizvodnom pogonu proizvodnje opekarskih građevinskih proizvoda, doprinela bi smanjenju energetske troškova proizvođača bez obzira na visoka početna ulaganja. Istovremeno, ovakav način proizvodnje električne energije je povoljan po životnu sredinu, jer se smanjuje upotreba fosilnih goriva, smanjuje se efekat gasova staklene bašte, kao i emisije zagađujućih materija u životnu sredinu. Rad solarnih elektrana zasniva se na principu fotonaponskog efekta. U solarnim ćelijama se pod dejstvom sunčevog zračenja generišu jednosmerni napon i

	<p>struja. Jednosmerni napon i struju potrebno je pomoću pretvoriti u naizmjenični oblik, što se postiže pomoću invertora. Nakon toga vrši se njihova isporuka u elektroenergetsku mrežu. Elektrane se najčešće instaliraju na krovovima u okviru proizvodnog pogona.</p> <p>Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije (“Sl. glasnik RS”, br.40/21) detaljnije određuje uslove, vrste podsticaja i obaveze za proizvođače električne energije iz obnovljivih resursa.</p> <p>– Uredba o kriterijumima, uslovima i načinu obračuna potraživanja i obaveza između kupca-proizvođača i snabdevača (“Sl. glasnik RS”, br.83/21) donosi brojne olakšice za kupce-proizvođače – “nemaju kontakta sa državnom administracijom, nisu potrebni lokacijski uslovi, rešenje o građevinskoj dozvoli, odobrenje o instalaciji i probni rad” (Energetski portal; https://energetskiportal.rs/).</p> <p>– “Prosumer” je “krajnji kupac koji je na unutrašnje instalacije priključio sopstveni objekat za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije, pri čemu se proizvedena električna energija koristi za snabdevanje sopstvene potrošnje, a višak proizvedene električne energije isporučuje u sistem” (Energetski portal; https://energetskiportal.rs/).</p> <p>– Kupac-proizvođač mogu da budu “domaćinstva, stambena zajednica, pravno ili fizično lice ili preduzetnik, odnosno ukoliko kupuju električnu energiju za svoje potrebe i to ako je zaključen ugovor o potpunom snabdevanju sa neto merenjem odnosno neto obračunom; ako instalisana snaga proizvodnog objekta nije veća od odobrene snage priključka objekta krajnjeg kupca; ako proizvodni objekat i merno mesto ispunjavaju sve tehničke i bezbednosne zahteve, i ako priključi na svoju unutrašnju instalaciju proizvodni objekat” (Energetski portal; https://energetskiportal.rs/).</p> <p>– Predviđeno je da “kupac-proizvođač može da instalira i koristi skladište električne energije za sopstvene potrebe u kombinaciji sa proizvodnim objektom, pri čemu instalacija skladišta mora biti takva da skladište ne može da preuzima energiju iz sistema, već samo iz proizvodnog objekta” (PN; https://www.propisi.net/).</p>
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna.
<i>Način određivanja</i>	<p>Određivanje indikatora vezano je za proračun kapaciteta solarne elektrane u proizvodnom pogonu.</p> <p>Jedan od polaznih podataka za stručnu analizu je količina potrošenih kWh industrijskog postrojenja. Za anлізу se koriste napredne metode u kombinaciji sa višednevnim merenjima dnevne dinamike potrošnje. Potom se podaci razlažu i obrađuju na način koji će precizno pokazati kada i koliko potrošači jednog objekta troše. Nakon obrade podataka određuje koji tip i snaga elektrane za</p>

	vlastitu potrošnju će dati najbolje uštede tj. najveće smanjenje računa za električnu energiju (solarno net; https://solarno.net/).				
	Razvijeni su softveri za procenu koliko će električne energije solarna elektrana proizvesti, poput PVGIS (eng. <i>Photovoltaic Geographical Information System</i> ; https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html).				
<i>Jedinica mere</i>	kWh/godišnje				
<i>Izvor podataka</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Tehničko-tehnološka dokumentacija proizvođača (Izveštaj o ukupnoj potrošnji električne energije); – Ministarstvo rudarstva i energetike RS. 				
<i>Tumačenje</i>	<p>Indikator ukazuje na:</p> <ul style="list-style-type: none"> – mogućnost proizvodnje električne energije za potrebe proizvodnog pogona iz obnovljivih izvora energije, u konkretnom slučaju solarne energije; – smanjenje karbonskog otiska na globalnom nivou koji je jedan od osnovnih pokazatelja zagađenja životne sredine; – spremnost proizvođača da uvede „zelene tehnologije“ u svoj proizvodni proces. 				
<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	0	4	5	Σ=10

Tabela 55. Prelazak na BAT

Kod: IND24	24.
PRELAZAK NA BAT	Odgovori-R
<i>Područje analize indikatora:</i> Proizvodni proces	
<i>Teorijske/ praktične osnove za definisanje indikatora</i>	Najbolje dostupne tehnike (eng. <i>Best Available Techniques – BAT</i>) definišu se kao “najdelotvornije i najmodernije faze u razvoju aktivnosti i načinu njihovog obavljanja koje omogućavaju pogodniju primenu određenih tehnika za zadovoljavanje graničnih vrednosti emisija, propisanih u cilju sprečavanja ili ako to nije izvodljivo, u cilju smanjenja emisija i uticaja na životnu sredinu kao celinu” (Zakona o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (“Sl. glasnik RS, br. 135/2004, 25/2015 i 109/2021)). BAT je kao princip uveden Direktivom o IPPC 96/61/EC.

<i>Opis indikatora</i>	U proizvodnji keramičkih opeka i blokova, uvođenje BAT treba da dovede do: smanjenja emisija u vazduh i vodu, efikasne upotrebe energije, racionalne upotrebe sirovina i vode, minimizacije procesnih gubitaka/otpada (uz primenu reciklaže kad je moguće ili upotrebe kao sekundarnog materijala), smanjenja količine procesnih otpadnih voda, kao i do efikasnog upravljanja sistemom.
<i>Mogućnost primene</i>	Nacionalna, lokalna
<i>Način određivanja</i>	<p>Određuje se poređenjem postojećeg proizvodnog procesa sa BAT tehnikom koja bi se uvela:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Za energetska efikasnost – porede se postojeća tehnološka oprema (karakteristike peći za pečenje, mogućnost rekuperacije toplote, sušare), mogućnost kogeneracije energije, zamena mazuta i čvrstih goriva gorivima sa niskim emisijama. 2. Emisija prašine – prate se tehnološke operacije u kojima se stvara prašina i sagledavaju mogućnosti njenog smanjenja, razmatra upotreba efikasnijih filtera za prečišćavanje, prati skladištenje prašine unutar pogona. 3. Za sprečavanje emisija gasovitih zagađivača vazduha predlažu se primarne i sekundarne mere/tehnike koje se mogu primeniti pojedinačno ili u kombinaciji, poput: <ul style="list-style-type: none"> – smanjenje unosa prekursora zagađivača, – dodatak aditiva bogatih kalcijumom, – optimizacija procesa, – sorpciona postrojenja (adsorberi, apsorberi), – naknadno sagorevanje. 4. Procesne otpadne vode – rešenja za smanjenje procesnih otpadnih voda (emisije i potrošnja) predlažu se u vidu mera optimizacije procesa i tretmana procesnih otpadnih voda proizvodnog sistema. Za smanjenje emisije procesnih otpadnih voda i manju potrošnju vode, najčešće se primenjuju kombinacije ovih mera. 5. Procesni gubici/otpad – rešenja za smanjenje procesnih gubitaka/otpada odnose se na mulj koji nastaje u proizvodnji keramičkih proizvoda i čvrsti procesni lom. Daju se u vidu mera/tehnika optimizacije procesa, reciklaže i ponovne upotrebe. 6. Smanjenje buke – primena mera za smanjivanje buke direktno na izvoru.
<i>Jedinica mere</i>	Bez dimenzije
<i>Izvor podataka</i>	Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Industry; https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/201911/cer_bref_0807.pdf
<i>Tumačenje</i>	Indikator je opisnog tipa i odražava spremnost konkretnog proizvođača građevinskih proizvoda na bazi pečene gline da pređe na BAT.

<i>Klasa procene</i>	I	II	III	IV	
<i>Vrednost</i>	1	0	5	5	$\Sigma=11$

4.5. Definisanje kriterijuma za eko-označavanje

Bodovanjem prema kriterijumima vrednovanja, indikatorima su dodeljene vrednosti. Ukupna suma maksimalnih vrednosti svih indikatora označena je sa ZBIRIND i računa se kao:

$$\text{ZBIRIND} = \sum_{i=1}^{24} \text{INDi max} \quad (4.1)$$

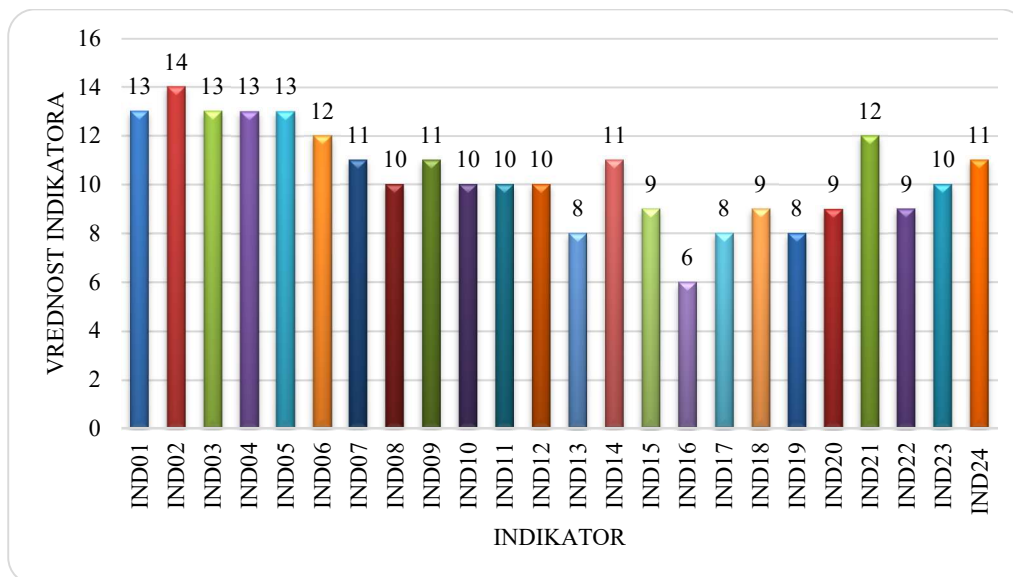
gde je INDi max pojedinačna maksimalna vrednost indikatora, prikazanih na dijagramu 20.

Ukupan zbir svih vrednosti indikatora iznosi 250 bodova.

Individualne ukupne zbirne vrednosti indikatora za pojedinačnog proizvođača računaju se kao:

$$\text{ZBIRproind} = \sum_{i=1}^{24} \text{INDi} \quad (4.2)$$

gde je INDi procenjena vrednost indikatora za pojedinačnog proizvođača.

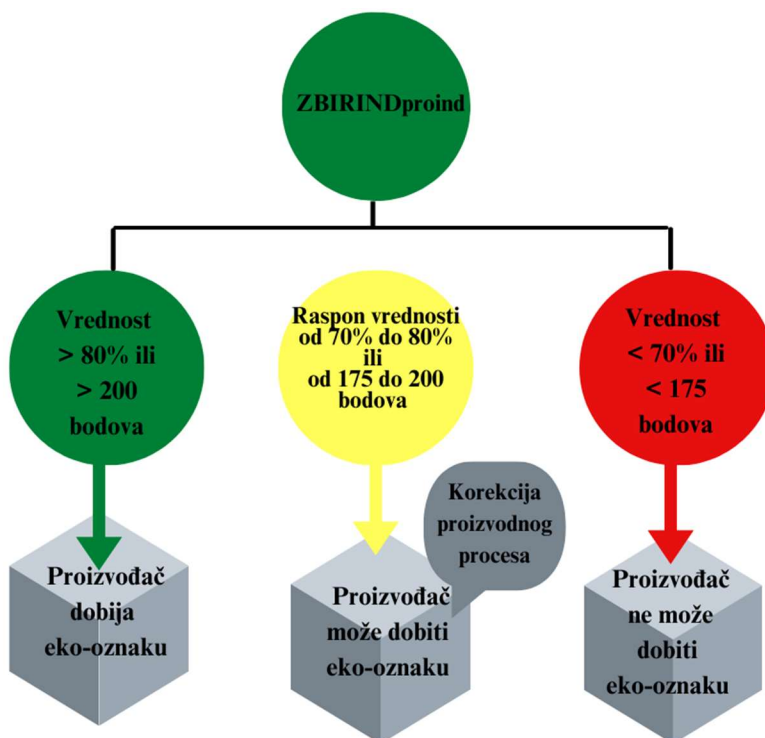


Dijagram 20. Vrednosti indikatora za procenu kriterijuma za ekološko označavanje

Kao kriterijumi za sticanje prava proizvođača građevinskih proizvoda na bazi pečene gline (fasadna opeka, blok) na eko-oznaku njihovih proizvoda, uzete su vrednosti za njihove individualne ukupne zbirne indikatore ($ZBIRIND_{proind}$) u odnosu na referentni ZBIRIND:

1. Ukoliko je vrednost $ZBIRIND_{proind}$ više od 80% od vrednosti ZBIRIND, odnosno iznosi više od 200 bodova, proizvođač, može dobiti pravo na ekološko označavanje svojih proizvoda.
2. Ukoliko se vrednost $ZBIRIND_{proind}$ nalazi u rasponu od 70% do 80% od vrednosti ZBIRIND, odnosno ako je $175 < ZBIRIND_{proind} < 200$ bodova, proizvođač bi mogao da uz određene korekcije u proizvodnom procesu stekne pravo na ekološko označavanje svojih proizvoda.
3. Ukoliko je vrednost $ZBIRIND_{proind}$ niža od 70% od vrednosti ZBIRIND, odnosno iznosi manje od 175 bodova, proizvođač ne bi mogao da stekne uslove na ekološko označavanje svojih proizvoda.

Postupak dodeljivanja eko-oznake može se interpretirati i grafički, dijagram 21.



Dijagram 21. Postupak dodeljivanja eko-oznake

Provera individualnih ukupnih zbirnih indikatora (ZBIRINDproind) za pojedinačne proizvođače vrši se na osnovu tabelarne liste (tabela 56).

Tabela 56. Procena indikatora pojedinačnih proizvođača

Indikator	Maksimalna vrednost IND _{imax}	Raspon procene za IND	Procenjena vrednost za IND _i
IND01	13	0-13	
IND02	14	0-14	
IND03	13	0-13	
IND04	13	0-13	
IND05	13	0-13	
IND06	12	0-12	
IND07	11	0-11	
IND08	10	0-10	
IND09	11	0-11	
IND10	10	0-10	
IND11	10	0-10	

IND12	10	0-10	
IND13	8	0-8	
IND14	11	0-11	
IND15	9	0-9	
IND16	6	0-6	
IND17	8	0-8	
IND18	9	0-9	
IND19	8	0-8	
IND20	9	0-9	
IND21	12	0-12	
IND22	9	0-9	
IND23	10	0-10	
IND24	11	0-11	
	ZBIRIND=250		ZBIRIND _{proind} =

U četvrtoj koloni tabele 56 potrebno je uneti procenjenju vrednost za svaki pojedinačni indikator individualnog proizvođača na osnovu date skale procene (treća kolona tabele). Na osnovu ZBIRIND_{proind}, a prema predviđenim kriterijumima, donosi se odluka o ekološkoj označavanju.

5. REZULTATI I DISKUSIJA

Provera primenljivosti ovakvog pristupa ekološkom označavanju, izvršena je na vodećim proizvođačima građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u tri regije - Severna Srbija, Zapadna Srbija i Južno Pomoravlje. Oblasti su izabrane iz dva razloga. Prvi razlog izbora bio je taj što je u njima proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline najintenzivnija. Drugi razlog zasniva se na činjenici da postoji određen broj naučnih i stručnih radova u kojima su analizirane gline iz ovih oblasti, što je bilo značajno za procenu određenih indikatora. Istraživanje je sprovedeno na tri najčešće korišćena proizvoda-fasadna opeka, standardni blok i energetski blok. Proizvođači na uvid daju samo podatke o tehničkim karakteristikama proizvoda i njihovoj sertifikaciji, a koji su dostupni u katalozima i na sajtovima proizvođača. Podaci koji se odnose na tehnološki proces, merenje i kontrolu parametara koji utiču na životnu sredinu uglavnom nisu dostupni javnosti.

Za verifikaciju modela vodećih regionalnih proizvođača korišćeni su:

- literaturni podaci (Radojević i sar., 2005; Despotović i sar., 2006; Arsenović i sar., 2013; Arsenović i sar., 2014; Radosavljević i sar., 2014; Filipović-Petrović i sar., 2018) koji se odnose na tehnologiju proizvodnog procesa,
- podaci o studijama o proceni uticaja na životnu sredinu projekta eksploatacije opekarske sirovine i
- izveštaji vodećih evropskih asocijacija proizvođača opekarskih proizvođača (Brick Sustainability Report, 2022; Brochure on Circular Economy and Sustainability | Best Practices from the Ceramic Industry, 2020; Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, 2019; podaci sa sajta Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/>).

Proizvodi razmatrani u verifikaciji modela su tipski i karakteristični za svakog pojedinačnog proizvođača.

5.1. Verifikacija kriterijuma eko-označavanja za vodećeg proizvođača regije Zapadna Srbija

Za proveru kriterijuma korišćeni su podaci dobijeni od odgovornog lica za koje postoji dozvola da budu objavljeni.

IND01 – Tehnološke karakteristike proizvodnog procesa opekarskih proizvoda na bazi pečene gline

- Indikator je potpuno primenljiv, jer je proizvođač jedan od vodećih u Srbiji i ističe da ima moderan tehnološki proces usklađen sa zahtevima zaštite životne sredine.

IND02 – Tehničke karakteristike građevinskog proizvoda-opeka, blok

- Indikator je potpuno primenljiv što se može zaključiti na osnovu kataloga proizvođača i tehničke deklaracije proizvoda.

IND03 – Potrošnja gline

- Indikator je potpuno primenljiv. Količina deponovane gline za proizvodni proces i sama potrošnja u toku proizvodnje, nalaze se u tehničko-tehnološkoj dokumentaciji proizvođača koja nije dostupna na uvid javnosti.
- Iz literaturnih podataka – Filipović Petrović i sar., (2018) i na osnovu Studije o proceni uticaja na životnu sredinu projekta eksploatacije opekarskih i keramičkih glina na površinskom kopu analiziranog proizvođača, uočava se koje vrste glina se koriste u procesu proizvodnje opekarskih proizvoda, njihove procenjene količine, godišnja eksploatacija i period korišćenja prirodnog resursa.

IND04 – Potrošnja sveže vode

- Indikator je potpuno primenljiv. Količine vode koja se troše u proizvodnom procesu i namene za koje su predviđene, nalaze se u tehničko-tehnološkoj dokumentaciji proizvođača koja nije dostupna na uvid javnosti.
- Za snabdevanje vodom koristi se lokalni seoski vodovodni sistem.

IND05 – Potrošnja energije

- Indikator se može primeniti. U tehničko-tehnološkoj dokumentaciji postoje podaci o količinama energenata i potrošnji energije (električne i toplotne), ali nisu dostupni na uvid budući da direktno ukazuju na uticaj proizvodnog procesa na životnu sredinu.

IND06 – Emisije zagađujućih materija u vazduh

- Indikator je potpuno primenljiv. Kontrola zagađujućih materija u vazduhu vrši se dva puta godišnje od strane akreditovane laboratorije (informacija dozvoljena za objavljivanje).

IND07 – Emisije u vodu

- Indikator je potpuno primenljiv. Kontrolu emisija u vodu vrši akreditovana laboratorija četiri puta godišnje – februar, maj, avgust, novembar (informacija dozvoljena za objavljivanje).

IND08 – Emisije buke

- Indikator je primenljiv. Merenje i kontrola buke sprovodi se zajedno sa merenjem ostalih radnih uslova jednom u tri godine (informacija dozvoljena za objavljivanje). Podaci o načinu merenja nivoa buke u proizvodnom procesu nisu dostupni.

IND09 – Zagađenje vazduha

- Indikator se ne može primeniti jer izveštaji o monitoringu i kontroli vazduha na području na kojem se nalazi proizvodni pogon (selo i opština u Zapadnoj Srbiji) nisu dostupni.

IND10 – Zagađenje voda

- Indikator se ne može primeniti jer iz podataka u Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta eksploatacije opekarskih i keramičkih glina na površinskom kopu, kontrola kvaliteta vode u reci (recipijent), se ne vrši.

IND11 – Uticaj na zemljište

- Indikator je primenljiv, jer se podaci o uticaju na zemljište mogu pronaći u Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta eksploatacije opekarskih i keramičkih glina.

IND12 – Procesni otpad

- Indikator je primenljiv, jer se procesni otpad, keramički lom, koristi za nasipanje seoskih puteva i prilaznih puteva ka kopu (informacija dozvoljena za objavljivanje).

IND13 – Prašina sa uređaja za čišćenje otpadnih gasova

- Indikator se ne može primeniti, jer proizvođač ne daje podatke o količini stvorene prašine u proizvodnom procesu niti o uređajima za prečišćavanje otpadnih gasova.

IND14 – Količina otpadne vode

- Indikator se može primeniti. Količina stvorene otpadne vode i postupak njenog prečišćavanja nalaze se u tehničkoj dokumentaciji proizvođača, ali nisu dostupni za objavljivanje.

IND15 – Mulj iz postrojenja za prečišćavanje vode

- Indikator se ne može primeniti, jer proizvođač ne daje podatke o količini stvorenog mulja.

IND16 – Ambalažni otpad

- Indikator se može primeniti. Proizvođač pravi izveštaj o rashodima na godišnjem nivou: broj drvenih paleta, količina utrošenog papira za razdvajanje proizvoda i termoskupljajuće folije, metara plastične trake za uvezivanje proizvoda pri pakovanju (informacija dozvoljena za objavljivanje).

IND17 – Indeks industrijske potrošnje u opštini

- Indeks se delimično može primeniti na osnovu godišnjeg izveštaja o poslovanju privrednih subjekata u opštini u kojoj proizvođač posluje. Za njegovu detaljniju primenu neophodna su opširnija statistička i ekonomska istraživanja, što trenutno nije moguće realizovati.

IND18 – Emisija gasova staklene bašte

- Indikator nije moguće primeniti, jer ne postoje relevantni podaci ni u opštinskoj statistici niti ih ima proizvođač.

IND19 – Osnovni indikatori energije u proizvodnji glinene opeke

- Indikator se može delimično primeniti jer u LCA analizi koja je vršena za potrebe kompanije postoje podaci o količinama obnovljivih i neobnovljivih resursa korišćenih u proizvodnom procesu, nisu dostupni za objavljivanje.

IND20 – Ostali emergijski indikatori u proizvodnji glinenih opeka

- Indikator se može delimično primeniti jer LCA analiza koja je vršena za potrebe kompanije, daje podatke o uticaju na životnu sredinu 1 tone proizvoda, što se može iskoristiti za procenu ESI (emergijskog indeksa održivosti). Podaci nisu dostupni za objavljivanje.

IND21 – Potencijalna učestalost bolesti usled emisije iz peći za pečenje opeke

- Indikator se ne može primeniti. Ne postoje podaci o ispitivanju kvaliteta ambijentalnog vazduha u opštini kojoj pripada proizvodni pogon.

IND22 – Zakonodavstvo

- Indikator je primenljiv. Vršiti se primena predviđene zakonske regulative kao i primena standarda koji se odnose na proizvodnju glinenih opekarskih proizvoda – naznačeno i u katalozima i tehničkim deklaracijama proizvoda, kao i na sajtu proizvođača.

IND23 – Proizvodnja električne energije na bazi solarnih elektrana

- Indikator je primenljiv. Proizvođač ima nameru da za proizvodnju električne energije investira u obnovljive izvore energije – posebno u solarne elektrane, pošto postoje tehnički uslovi za postavljanje solarnih panela (informacija dozvoljena za objavljivanje).

IND24 – Prelazak na BAT

- Indikator je primenljiv. Proizvođač u skladu sa svojim mogućnostima uvodi parcijalno elemente čistije proizvodnje u svoj tehnološki proces. Najviše se ulaže na poboljšanje energetske efikasnosti procesa (informacija dozvoljena za objavljivanje).

Rezultati primenljivosti indikatora su prikazani u tabeli 57.

Tabela 57. Primenljivost prioriternih indikatora za vodećeg proizvođača regije Zapadna Srbija

Indikator	Primenljivost		
	Potpuno	Delimično	Ne može se primeniti
IND01	13		
IND02	14		
IND03	13		
IND04	13		
IND05	13		
IND06	12		
IND07	11		
IND08	10		
IND09			0
IND10			0
IND11	10		
IND12	10		
IND13			0
IND14	11		
IND15			0
IND16	6		
IND17		4	
IND18		4.5	
IND19		4	
IND20		4.5	
IND21			0
IND22	9		
IND23	10		
IND24	11		
ZBIR	166	17	0
ZBIRIND _{proind} = 183			

Vrednosti indikatora su procenjene prema tabeli 55, pri čemu su:

- indikatori koji se mogu direktno primeniti procenjeni maksimalnom vrednošću,
- indikatori koji se mogu delimično primeniti procenjeni su sa 50% maksimalne vrednosti,
- dok su indikatori koji se ne mogu primeniti u konkretnom slučaju (bilo zbog tehničke neizvodljivosti, bilo zbog nepostojanja podataka ili nespremnosti proizvođača da izvrši promene u proizvodnom procesu) procenjeni sa vrednošću 0.

Zaključuje se da je broj potpuno primenljivih indikatora 15 (62,5%), delimično se može primeniti 4 (16,67%) indikatora, dok se uopšte ne može primeniti 5 (20,83%) indikatora.

Zbirni indikator ZBIRIND_{proind} = 183 boda, nalazi se u rasponu od 70% do 80% od vrednosti ZBIRIND, odnosno vrednost mu je u rasponu $175 < \text{ZBIRIND}_{\text{proind}} < 200$ bodova, pa proizvođač ima mogućnost da uz određene korekcije u proizvodnom procesu stekne pravo na ekološko označavanje svojih proizvoda u skladu sa razvijenom metodologijom.

5.2. Verifikacija kriterijuma eko-označavanja za vodećeg proizvođača regije Južno Pomoravlje

Analiza primenljivosti prioritetizovanih indikatora izvršena je na osnovu podataka dostupnih u literaturi, na sajtu i katalogima proizvoda jer proizvođač nije želeo da da informacije koje su relevantne za temu istraživanja.

IND01 – Tehnološke karakteristike proizvodnog procesa opekarskih proizvoda na bazi pečene gline

- Indikator je potpuno primenljiv, jer je proizvođač jedan od vodećih u Srbiji i ističe da ima moderan tehnološki proces, usklađen sa zahtevima zaštite životne sredine.

IND02 – Tehničke karakteristike građevinskog proizvoda – opeka, blok

- Indikator je potpuno primenljiv, što se može zaključiti na osnovu kataloga proizvođača i tehničke deklaracije proizvoda. Proizvođač ne proizvodi ni standardne, ni fasadne opeke.

IND03 – Potrošnja gline

- Indikator je potpuno primenljiv. Količina deponovane gline za proizvodni proces i sama potrošnja u toku proizvodnje, nalaze se u tehničko-tehnološkoj dokumentaciji proizvođača koja nije dostupna na uvid javnosti.
- Na osnovu Studije o proceni uticaja na životnu sredinu projekta eksploatacije opekarske sirovine na površinskom kopu, mogu se utvrditi vrste glina koje se koriste u procesu proizvodnje opekarskih proizvoda, njihove procenjene količine, godišnja eksploatacija i period korišćenja prirodnog resursa.

IND04 – Potrošnja sveže vode

- Indikator je potpuno primenljiv. Količine vode koja se troše u proizvodnom procesu i za koje namene su predviđene, nalaze se u tehničko-tehnološkoj dokumentaciji proizvođača koja nije dostupna na uvid javnosti.
- Snabdevanje vodom vrši se iz lokalnog vodovoda.

IND05 – Potrošnja energije

- Indikator se delimično može primeniti. Nema podataka o konkretnoj potrošnji toplotne i električne energije, kao ni o vrsti energenata koji se koriste.

IND06 – Emisije zagađujućih materija u vazduh

- Indikator je delimično primenljiv. Pretpostavka je da se kontrola emisija zagađujućih materija u vazduh mora sprovoditi na osnovu uobičajenih i obavezujućih procedura koje za cilj imaju procenu uticaja proizvodnog procesa na životnu sredinu.

IND07 – Emisije u vodu

- Indikator je delimično primenljiv. Pretpostavka je da se kontrola emisija zagađujućih materija u vodu mora sprovoditi na osnovu uobičajenih i obavezujućih procedura koje za cilj imaju procenu uticaja proizvodnog procesa na životnu sredinu.

IND08 – Emisije buke

- Indikator je delimično primenljiv. Pretpostavka je da se kontrola emisija buke mora sprovoditi na osnovu uobičajenih i obavezujućih procedura koje za cilj imaju procenu uticaja proizvodnog procesa na životnu sredinu.

IND09 – Zagađenje vazduha

- Indikator se ne može primeniti, jer izveštaji o monitoringu i kontroli vazduha na području na kojem se nalazi proizvodni pogon nisu dostupni.

IND10 – Zagađenje voda

- Indikator se ne može primeniti, jer nema podataka.

IND11 – Uticaj na zemljište

- Indikator je primenljiv, jer se podaci o uticaju na zemljište mogu pronaći u Zahtevu za određivanje obima i sadržaja studije o proceni uticaja na životnu sredinu projekta eksploatacije opekarske sirovine na površinskom kopu

IND12 – Procesni otpad

- Indikator je primenljiv. Prema literaturnim podacima i ranije pomenutim modelima, keramički otpad može koristiti za nasipanje puteva ili kao agregat za beton.

IND13 – Prašina sa uređaja za čišćenje otpadnih gasova

- Indikator se ne može primeniti, jer proizvođač ne daje podatke o količini stvorene prašine i opremi za prečišćavanje otpadnih gasova.

IND14 – Količina otpadne vode

- Indikator se može primeniti delimično. Pretpostavka je da proizvođač u svojoj tehničko-tehnološkoj dokumentaciji ima podatke o količini i postupanju sa otpadnom vodom iz proizvodnog procesa.

IND15 – Mulj iz postrojenja za prečišćavanje vode

- Indikator se ne može primeniti, jer proizvođač ne daje podatke o količini stvorenog mulja.

IND16 – Ambalažni otpad

- Indikator se može primeniti. Konkretni podaci za ambalažu ovog proizvođača nisu dostupni, ali je u praksi uobičajena upotreba drvenih paleta, plastične folije i plastične trake.

IND17 – Indeks industrijske potrošnje u opštini

- Indeks se delimično može primeniti na osnovu godišnjeg izveštaja o poslovanju privrednih subjekata u opštini na čijoj teritoriji se nalazi proizvodni pogon. Za njegovu detaljniju primenu neophodna su opširnija statistička i ekonomska istraživanja, što trenutno nije moguće realizovati.

IND18 – Emisija gasova staklene bašte

- Indikator nije moguće primeniti, jer ne postoje relevantni podaci u opštinskoj statistici, a proizvođač ne želi da daje informacije o svom poslovanju.

IND19 – Osnovni indikatori energije u proizvodnji glinene opeke

- Indikator nije moguće primeniti, jer ne postoje uslovi za određivanje udela upotrebe obnovljivih/neobnovljivih resursa u proizvodnom procesu.

IND20 – Ostali energijski indikatori u proizvodnji glinenih opeka

- Indikator nije moguće primeniti, što znači da procena energijskog udela (EYR), udela opterećenja životne sredine (ELR) i energijske održivosti (ESI) za proizvođača nije moguća.

IND21 – Potencijalna učestalost bolesti usled emisije iz peći za pečenje opeke

- Indikator se ne može primeniti. Ne postoje podaci o ispitivanju kvaliteta ambijentalnog vazduha u opštini kojoj pripada proizvodni pogon. Najbliža merna stanica je udaljena oko 15 km, pa podaci ne bi bili relevantni.

IND22 – Zakonodavstvo

- Indikator je primenljiv. Vršiti se primena predviđene zakonske regulative kao i primena standarda koji se odnose na proizvodnju glinenih opekarskih proizvoda – naznačeno i u katalozima i tehničkim delaracijama proizvoda, kao i na sajtu proizvođača.

IND23 – Proizvodnja električne energije na bazi solarnih elektrana

- Indikator je delimično primenljiv. Pretpostavlja se da će proizvođač biti zainteresovan za ovaj vid dobijanja električne energije za svoje proizvodne potrebe, posebno što država daje značajne podsticaje pri korišćenju solarnih elektrana. Pogodnost je i geografska lokacija pogona, jer je godišnji prosek dnevne energije globalnog zračenja na horizontalnu površinu u rasponu 3.8-4 kWh/m² (Despotović, Rodić & Stevanović, 2021).

IND24 – Prelazak na BAT

- Indikator je primenljiv. Proizvođač u podacima koji su dostupni javnosti ističe da koristi savremene tehnologije u proizvodnji svojih proizvoda, njihovu energetska efikasnost i ekonomičnost kao i ekološku podobnost, pa se nameće zaključak da je spreman na prelazak na BAT.

Primenljivost analiziranih indikatora prikazana je u tabeli 58.

Tabela 58. Primenljivost prioriternih indikatora za vodećeg proizvođača regije Južno Pomoravlje

Indikator	Primenljivost		
	Potpuno	Delimično	Ne može se primeniti
IND01	13		
IND02	14		
IND03	13		
IND04		6.5	
IND05		6.5	
IND06	12		
IND07		5.5	
IND08		5	
IND09			0
IND10			0
IND11	10		
IND12	10		
IND13			0
IND14		5.5	
IND15			0
IND16	6		
IND17		4	
IND18			0
IND19			0
IND20			0
IND21			0
IND22	9		
IND23		5	
IND24	11		
ZBIR	98	38	0
ZBIRIND _{proind} =136			

Vrednosti indikatora su procenjene prema Tabeli 55., na isti način kao i kod prethodnog primera verifikacije.

Zaključuje se da je broj potpuno primenljivih indikatora 9 (37,5%), delimično se može primeniti 7 (29,17%) indikatora, dok se uopšte ne može primeniti 8 (33,33%) indikatora.

Zbirni indikator ZBIRIND_{proind} = 136 bodova, što je prema usvojenim kriterijumima manje od 175 bodova, odnosno manje od 70%, pa proizvođač ne može izvršiti ekološko

označavanje analiziranih proizvoda prema razvijenoj metodologiji. To ne znači da proizvodi ne ispunjavaju uslove za ekološku oznaku koja se stiće prema nekoj drugoj standardizovanoj metodologiji koja se primenjuje za ovu grupu građevinskih proizvoda.

5.3. Verifikacija kriterijuma eko-označavanja za odabrane proizvode vodećeg proizvođača regije Severna Srbija

Analiza primenljivosti prioritetizovanih indikatora izvršena je i za proizvode vodećeg proizvođača regije Severna Srbija. Proizvođač posluje u okviru međunarodne kompanije koja je članica Cerame-Unie The European Ceramic Industry Association (<https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/the-european-ceramic-industry-in-numbers/>)

Pregled primenljivosti indikatora:

IND01 – Tehnološke karakteristike proizvodnog procesa opekarskih proizvoda na bazi pečene gline

- Indikator je potpuno primenljiv, jer je proizvođač jedan od vodećih u Srbiji, posluje u okviru međunarodne kompanije i ističe da ima moderan tehnološki proces usklađen sa zahtevima zaštite životne sredine.

IND02 – Tehničke karakteristike građevinskog proizvoda – opeka, blok

- Indikator je potpuno primenljiv što se može zaključiti na osnovu kataloga proizvođača i tehničke deklaracije proizvoda.

IND03 – Potrošnja gline

- Indikator je potpuno primenljiv. Za procenu primene korišćeni podaci sa sajta Cerame-Unie (<https://www.ceramicroadmap2050.eu/>), gde se ističe da se koriste lokalna nalazišta gline u čijoj blizini se i grade objekti za proizvodnju. Količine gline se prethodno procenjuju na osnovu predviđenih procedura.

IND04 – Potrošnja sveže vode

- Indikator je potpuno primenljiv. Podaci se mogu pronaći u tehničko-tehnološkoj dokumentaciji proizvođača, ali nisu dostupni za objavljivanje. Uzimajući u obzir da je proizvođač posluje u okviru međunarodne kompanije, pretpostavka je da se pridržava svih pravila o održivom korišćenju prirodnih resursa za koje se zalažu članice Cerame-Unie The European Ceramic Industry Association.

IND05 – Potrošnja energije

- Indikator se može primeniti. Uobičajeni energenti za proizvodnju opekarskih proizvoda su petrol koks, ugalj, prirodni gas, tečni naftni gas i električna energija. Tendencija je da se koriste obnovljivi energenti kao što su zeleni vodonik, biogoriva i dekarbonizovana električna energija. Određuje se potrošnja toplotne i električne energije, pri čemu se teži iskorišćenju otpadne toplote u što većerj meri (<https://www.ceramicroadmap2050.eu/>). Podaci se nalaze u tehničko-tehnološkoj dokumentaciji proizvođača ali nisu dostupni za javnu prezentaciju.

IND06 – Emisije zagađujućih materija u vazduh

- Indikator je potpuno primenljiv. Pretpostavka je da proizvođač vrši kontrolu zagađujućih materija u vazduhu u skladu sa propisanim pravilnicima i standardima koji važe u Republici Srbiji. Uz to, članice Cerame-Unie the European Ceramic Industry Association teže primeni svog modela za redukciju emisija, koji se temelji na kombinovanju mera za postepeno smanjenje emisija kako bi se postigla ugljenična neutralnost do 2050. godine.
- To uključuje: prelazak na obnovljive izvore energije (zeleni vodonik, biogoriva i dekarbonizovana električna energija), smanjenje procesnih emisija, inovacije i povećanje efikasnosti u proizvodnom procesu, hvatanje i skladištenje ugljenika (CCS), kao i hvatanje i korišćenje ugljenika (CCU), kao i druge tehnologije uklanjanja ugljenika i mere kompenzacije. Konkretno za smanjenje emisija u vazduh, ove tehnike uključuju smanjenje unosa prekursora zagađivača, optimizaciju procesa, sorpciona postrojenja (adsorberi, apsorberi), naknadno sagorevanje kao i filtere (Cerame-Unie;

<https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/contributing-to-eus-zero-pollution-ambition/>).

IND07 – Emisije u vodu

- Indikator je potpuno primenljiv. Primena prethodno pomenutog modela redukcije emisija može se primenjivati i u ovoj oblasti.
Pretpostavka je da kontrolu emisija u vodu za proizvođača vrši akreditovana laboratorija u skladu sa standardima i pravilnicima Republike Srbije.

IND08 – Emisije buke

- Indikator je primenljiv. Pretpostavka je da se primenjuju važeća zakonska regulativa koja važi u Republici Srbiji kao i preporuke o redukciji svih emisija u ovom sektoru prema modelu za članice Cerame-Unie the European Ceramic Industry Association. Podaci o načinu merenja nivoa buke u proizvodnom procesu nisu dostupni.

IND09 – Zagađenje vazduha

- Indikator se može delimično primeniti. Uvođenje zelene električne energije ili zelenog gasa za proizvodnju toplote će značajno smanjiti emisije CO₂. Monitoring vazduha na području opštine se sprovodi, ali nema podataka da li se vrši i na lokacije proizvodnog pogona.

IND10 – Zagađenje voda

- Indikator se može delimično primeniti. Podaci o studiji procene uticaja na životnu sredinu nisu dostupni. Pretpostavka je da su sprovedene sve mere sprečavanja zagađenja voda budući da se koriste tehnološki postupci koji generišu manje količine otpadne vode (Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/contributing-to-eus-zero-pollution-ambition/>).

IND11 – Uticaj na zemljište

- Indikator je primenljiv. Iako nema podataka o studiji procene uticaja na životnu sredinu za konkretnog proizvođača, savremena proizvodnja glinenih opekarskih proizvoda ima ograničen uticaj na zemljište. Članice Cerame-Unie The European Ceramic Industry

Association preduzimaju stroge mere da se izbegne bilo kakav oblik kontaminacije zemljišta i njegove prenamene, što su precizno definisale i u svojim dokumentima (Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/preserving-and-restoring-ecosystems-and-biodiversity/>).

IND12 – Procesni otpad

- Indikator je primenljiv. Keramička industrija već daje veliki doprinos prelasku na cirkularnu ekonomiju kroz inovativne proizvodne procese i održive proizvode i to: minimiziranjem potrošnje sirovina i stvaranja otpada tokom proizvodnog procesa, optimizacijom izbora sirovina, novim dizajnom proizvoda i promovisanjem saradnje u lancu snabdevanja za reciklažu. Uzimajući u obzir inertnu prirodu pečene gline, mnogi keramički proizvodi mogu se ponovo koristiti ili reciklirati nakon završetka životnog veka, ispunjavajući koncept “od klevke do klevke“. U tom kontekstu, keramička industrija je razvila rešenja za minimiziranje potrošnje sirovina i stvaranja otpada tokom procesa proizvodnje i povećala ponovnu upotrebu i reciklažu proizvoda (Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/mobilising-industry-for-a-clean-and-circular-economy/>). Podaci o količini procesnog otpada i postupanju sa njim dati su u tehničko-tehnološkoj dokumentaciji proizvođača, ali nisu dostupni na uvid.

IND13 – Prašina sa uređaja za čišćenje otpadnih gasova

- Indikator se delimično može primeniti. Podaci za konkretnog proizvođača nisu dostupni, ali pošto posluje u okviru kompanije koja je članica Cerame-Unie The European Ceramic Industry Association, pretpostavka je da će se u proizvodnom procesu koristiti savremene tehnike i uređaji za prečišćavanje otpadnih gasova (objašnjeno u tumačenju IND06).

IND14 – Količina otpadne vode

- Indikator se može primeniti. Količina vode potrebna za proizvodnju proizvoda na bazi pečene gline je ograničena, a većina postrojenja proizvodi malo ili nimalo otpadne vode. Međutim, specifične vrste proizvodnje keramike zahtevaju vodu, a nastala otpadna voda može da sadrži mineralne komponente, neorganske i organske materijale i neke metale. Otpadne vode se sve više prečišćavaju i ponovo koriste kako bi se smanjila upotreba sveže vode. Većina fabrika za proizvodnju opekarskih proizvoda sada ima zatvorene cikluse korišćenja vode, a u nekima se koristi i kišnica (Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/contributing-to-eus-zero-pollution-ambition/>). Količina stvorene otpadne vode i postupak njenog prečišćavanja nalaze se u tehničkoj dokumentaciji proizvođača ali nisu dostupni za objavljivanje.

IND15 – Mulj iz postrojenja za prečišćavanje vode

- Indikator se ne može primeniti jer proizvođač ne daje podatke o količini stvorenog mulja.

IND16 – Ambalažni otpad

- Indikator se može primeniti. Pretpostavka je da proizvođač koristi standardnu ambalažu za pakovanje glinenih opekarskih proizvodima – drvene palete različite veličine, papir za razdvajanje proizvoda, termoskupljajuću foliju i plastičnu traku. Podaci o stvorenom ambalažnom otpadu nisu dostupni.

IND17 – Indeks industrijske potrošnje u opštini

- Indeks se delimično može primeniti na osnovu godišnjeg izveštaja o poslovanju privrednih subjekata u opštini. Za njegovu detaljniju primenu neophodna su opširnija statistička i ekonomska istraživanja, što trenutno nije moguće realizovati.

IND18 – Emisija gasova staklene bašte

- Indikator je moguće delimično primeniti, jer proizvođač posluje u okviru kompanije koja je članica Cerame-Unie The European Ceramic Industry Association, a sve članice teže prelasku na model za redukciju emisija (pomenut pri tumačenju IND06). Klimatska neutralnost do 2050. znači postizanje neto nulte emisije gasova staklene bašte za zemlje

EU, uglavnom smanjenjem emisija, ulaganjem u zelene tehnologije i zaštitu životne sredine.

IND19 – Osnovni indikatori energije u proizvodnji glinene opeke

- Indikator je moguće delimično primeniti jer proizvođač posluje u okviru kompanije u kojoj je primena obnovljivih resursa jedan od temeljnih principa koji promoviše. Sve više se kao energenti koriste biogas, zeleni sintetički gas, dekarbonizovana električna energija i zeleni vodonik. Upotreba kišnice i prečišćene procesne vode intenzivno se koriste kako bi se očuvali resursi sveže vode. Ovi podaci mogu se iskoristiti pri određivanju stope obnovljivosti/neobnovljivosti.

IND20 – Ostali energijski indikatori u proizvodnji glinenih opeka

- Indikator se može delimično primeniti uzimajući u obzir slične razloge kao i za primenu IND19 za istog proizvođača. Procenu uticaja proizvodnog procesa na životnu sredinu članice sprovode prema utvrđenoj metodologiji TBE PCR za građevinske proizvode od gline (TBE; <http://www.tiles-bricks.eu/>).

IND21 – Potencijalna učestalost bolesti usled emisije iz peći za pečenje opeke

- Indikator se može delimično primeniti. Merenje kvaliteta vazduha u opštini u kojoj je lociran proizvodni pogon obavlja se periodično. Mogao bi da se analizira broj prijave respiratornih smetnji/bolesti stanovnika koji žive u neposrednoj blizini proizvodnog pogona u lokalnim medicinskim ustanovama.

IND22 – Zakonodavstvo

- Indikator je primenljiv. Sprovodi se primena predviđene zakonske regulative kao i primena standarda koji se odnose na proizvodnju glinenih opekarskih proizvoda – naznačeno i u katalozima i tehničkim deklaracijama proizvoda, kao i na sajtu proizvođača.

IND23 – Proizvodnja električne energije na bazi solarnih elektrana

- Indikator je primenljiv. Pretpostavka je da proizvođač ima nameru da za proizvodnju električne energije investira u obnovljive izvore energije – u solarne elektrane. Budući da posluje u okviru kompanije koja je članica Cerame-Unie The European Ceramic Industry Association, korišćenje dekarbonizovane električne energije je jedan od glavnih ciljeva održive proizvodnje (Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/>).

IND24 – Prelazak na BAT

- Indikator je primenljiv. Proizvođač u skladu sa svojim mogućnostima uvodi parcijalno elemente čistije proizvodnje u svoj tehnološki proces budući da posluje u okviru kompanije koja svoj rad temelji upravo na uvođenju BAT (Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry – (Eu; <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ceramic-manufacturing-industry>)).

Mogućnost primene analiziranih indikatora prikazana je u tabeli 59.

Tabela 59. Primenljivost prioriternih indikatora za vodećeg proizvođača regije Severna Srbija

Indikator	Primenljivost		
	Potpuno	Delimično	Ne može se primeniti
IND01	13		
IND02	14		
IND03	13		
IND04	13		
IND05	13		
IND06	12		
IND07	11		
IND08	10		
IND09		5.5	
IND10		5	
IND11	10		
IND12	10		
IND13		4	
IND14	11		

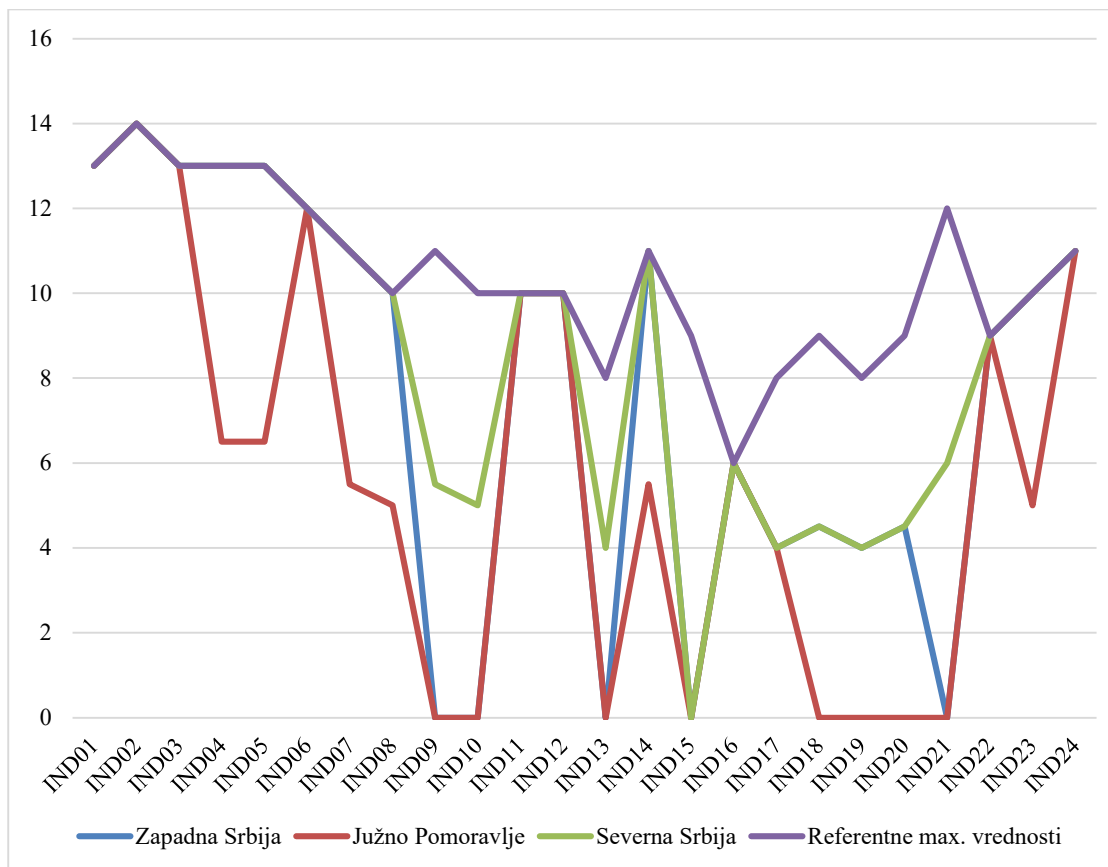
IND15			0
IND16	6		
IND17		4	
IND18		4.5	
IND19		4	
IND20		4.5	
IND21		6	
IND22	9		
IND23	10		
IND24	11		
ZBIR	166	37.5	
ZBIRIND _{proind} =203.5			

Rezultati istraživanja pokazuju da je broj potpuno primenljivih indikatora 15 (62,5%), delimično se može primeniti 8 (33,33%) indikatora, dok se uopšte ne može primeniti jedan indikator (4,17%).

Zbirni indikator ZBIRIND_{proind} = 203.5 bodova, što je prema usvojenim kriterijumima više od 200 bodova, odnosno iznad 80% od maksimalnog zbira pa proizvođač ima pravo na ekološko označavanje svojih proizvoda prema razvijenoj metodologiji.

5.4. Diskusija rezultata

Rezultati istraživanja primenljivosti indikatora kod sva tri proizvođača, ukazuju na određene trendove grupisanja indikatora. Na dijagramu 22 su prikazane dobijene vrednosti indikatora za sva tri vodeća proizvođača po analiziranim regijama u odnosu na maksimalne referentne vrednosti.



Dijagram 22. Vrednosti indikatora analiziranih proizvođača po regijama

Ako se posmatraju indikatori IND01, IND02 i IND03 koji se direktno odnose na tehnološke karakteristike proizvodnog procesa, tehničke karakteristike proizvoda i potrošnju gline-osnovne proizvodne sirovine, primetno je da su kod sva tri vodeća regionalna proizvođača ova tri indikatora procenjena maksimalnim vrednostima. Slična situacija je i kod indikatora: IND11 – uticaj na zemljište, IND12 – procesni otpad, IND22 – zakonodavstvo i IND24 – prelazak na BAT.

Kada se posmatra IND17 – indeks industrijske potrošnje u opštini, dostupni su samo opšti podaci Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije, te je indikator za sva tri vodeća regionalna proizvođača procenjen kao delimično primenljiv.

Indikatori IND09 – zagađenje vazduha, IND10 – zagađenje voda, IND13 – prašina sa uređaja za čišćenje gasova i IND21 – potencijalna učestalost bolesti usled emisija iz peći za pečenje, mogu se delimično proceniti samo kod vodećeg proizvođača regije Severna Srbija, dok kod druga dva vodeća regionalna proizvođača nema podataka za njihovu procenu.

Spremnost proizvođača da električnu energiju za potrebe proizvodnog procesa dobijaju iz obnovljivih izvora energije-vlastitih solarnih elektrana, definisana je indikatorom IND23. Vodeći proizvođači regija Severna i Zapadna Srbija imaju maksimalnu vrednost indikatora, a proizvođač iz regije Južno Pomoravlje delimično ispunjava uslove, pa je indikator procenjen polovinom maksimalne vrednosti.

Indikator IND15 – mulj iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ima vrednost nula kod sva tri analizirana regionalna proizvođača, jer nema dostupnih podataka o njegovom zbrinjavanju. Iako proizvođači tvrde da se u samom procesu proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline ne stvaraju značajnije količine mulja, ovom indikatoru trebalo bi posvetiti pažnju u budućem periodu, jer prema nekim istraživanjima mulj, može poslužiti kao sirovina za proizvodnju opeka.

Nakon završene verifikacije primenljivosti razvijenog seta indikatora, zaključuje se da se model može primeniti kod vodećeg proizvođača regije Severna Srbija, jer posluje u okviru kompanije koja je članica Cerame-Unie The European Ceramic Industry Association, pa kao takva primenjuje BAT tehnologije i inovacije u ovoj oblasti proizvodnje.

Vodeći proizvođač regije Zapadna Srbija izmenom i korekcijom pojedinih elemenata proizvodnog procesa može da stekne pravo na ekološko označavanje prema razvijenoj metodologiji, dok vodeći proizvođač regije Južno Pomoravlje ne ispunjava uslove za primenu ekološkog označavanja prema ovom pristupu.

5.5. Statistička analiza kvaliteta primenljivosti prioriternih indikatora

Za statističku analizu prioriternih indikatora korišćen je test homogenosti kao jedna od verzija χ^2 -test. Testom homogenosti proverava se nulta hipoteza da je raspored elemenata po modalitetima jednog obeležja u dva ili više osnovnih skupova jednak.

Početne hipoteze za statističku analizu prioriternih indikatora za procenu kriterijuma za ekološko označavanje su:

- 1) proporcija kategorija primenljivosti prioriternih indikatora ne razlikuje se kod tri vodeća regionalna proizvođača građevinskih proizvoda na bazi pečene gline posmatrana istovremeno;
- 2) učesće kategorija primenljivosti prioriternih indikatora ne razlikuje se između dva vodeća regionalna proizvođača građevinskih proizvoda na bazi pečene gline.

Da bi se proverile hipoteze o jednakosti rasporeda indikatora po modalitetima (kategorijama) primenljivosti za posmatrana tri vodeća regionalna proizvođača, formirana je tabela kontingencije (tabela 60).

Tabela 60. Raspored prioriternih indikatora po kategorijama primenljivosti kod posmatranih proizvođača

Proizvođač	Primenljivost indikatora		
	potpuno	delimično	ne može se primeniti
Vodeći proizvođač regije Severna Srbija	15	4	5
Vodeći proizvođač regije Južno Pomoravlje	9	7	8
Vodeći proizvođač regije Severna Srbija	15	8	1

Tabele kontingencije za po dva proizvođača dobijaju se iz prethodne tabele uklaňanjem vrste koja se odnosi na proizvođača koji se ne analizira.

Test homogenosti se bazira na χ^2 -raspodeli, a vrednost statistike testa se računa kao:

$$\chi^2 = \sum \frac{(E - O)^2}{O} \quad (5.1)$$

pri čemu je E eksperimentalna frekvencija iz određenog polja u tabeli kontingencije, a O njoj odgovarajuća očekivana frekvencija izračunata na sledeći način:

$$O = \frac{(\text{suma vrste})(\text{suma kolone})}{\text{ukupan broj jedinica}} \quad (5.2)$$

Izračunata vrednost statistike testa poredi se sa vrednostima χ^2 -raspodele za nivo rizika 0,05 ili 0,01 i broj stepeni slobode $df = (r-1) \cdot (k-1)$, pri čemu je r oznaka za broj vrsta, a sa k je obeležen broj kolona. Kada se testiranje hipoteza vrši uz primenu statističkih softvera pored realizovane vrednosti statistike testa i broja stepeni slobode dobija se nivo značajnosti te statistike, p. U tom slučaju, nivo značajnosti izračunate statistike, p, upoređuje se sa standardnim vrednostima za grešku α . Kada je $p < 0,05$ ili $p < 0,01$ odbacuje se nulta hipoteza i zaključuje da je testirana razlika značajna ili vrlo značajna.

Statistička analiza eksperimentalnih rezultata izvršena je upotrebom paketa GraphPad PRISM.

Rezultati testa homogenosti ($\chi^2 = 8,500$; $df = 4$; $p = 0,075$) ukazuju da se raspored prioriternih indikatora po modalitetima (kategorijama) primenljivosti ne razlikuje statistički značajno kod tri proizvođača posmatrana istovremeno. Međutim, kako je nivo značajnosti statistike testa blizu kritičnog nivoa 0,05, poređenjem po dva proizvođača dobija se da se primenljivost prioriternih indikatora ne razlikuje statistički značajno između vodećih proizvođača regija Zapadna Srbija i Južno Pomoravlje ($\chi^2=3,010$; $df=2$; $p=0,222$), kao i regija Zapadna Srbija i Severna Srbija ($\chi^2 = 4,000$; $df = 2$; $p = 0,075$). Statistički značajna razlika prioriteta indikatora prisutna je između vodećih proizvođača regija Južno Pomoravlje i Severna Srbija ($\chi^2 = 7,01$; $df = 2$; $p = 0,030$).

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Potreba za ekološkim označavanjem građevinskih proizvoda na bazi pečene gline proističe iz njihove intenzivne upotrebe u građevinskom sektoru kako u svetu i u Evropskoj uniji, tako i u Republici Srbiji. Bez obzira na činjenicu da se teži primeni inovativnih materijala koji bi ih zamenili zbog boljih tehničkih, energetskih i ekoloških karakteristika, ova grupa građevinskih proizvoda se i dalje koristiti u konvencionalnoj gradnji. Budući da je proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline karakteristična po izuzetno velikoj potrošnji klasičnih energenata, pojačanim emisijama iz proizvodnog procesa i potrošnji prirodnog mineralnog resursa-opekarske gline, njen uticaj na životnu sredinu je značajan i mora se uzeti u obzir.

Označavanje o zaštiti životne sredine u industriji građevinskih proizvoda na bazi pečene gline, generalno se zasniva na modelima koji uzimaju u obzir ceo životni ciklus proizvoda - pristup je nazvan "od klevke do groba". Procena životnog ciklusa (LCA), predstavlja metodologiju za izračunavanje potencijalnih uticaja na životnu sredinu tokom celokupnog životnog ciklusa proizvoda, usluge i sistema.

Eko-oznake su nacionalnog nivoa ili na nivou vodećih industrijskih organizacija u oblasti građevinskih proizvoda na nivou pečene gline (kao što su Cerame-Unie the European Ceramic Industry Association, Tiles & Bricks Europe-TBE, Clay Brick Association of Southern Africa-CBA i sl.). Najčešće se koriste eko-oznake tipa EPD (Deklaracija građevinskih proizvoda o zaštiti životne sredine tip III). Oznake uglavnom važe pet godina sa mogućnošću obnove nakon isteka perioda važenja.

U Kini je u upotrebi i model ekološkog označavanja glinenih opeka zasnovan na emergijskom pristupu usklađen sa njihovim nacionalnim standardom za tu oblast. Emergijski pristup ostvaruje integraciju između životne sredine i ulaza (inputa), uključujući resurse, energiju i usluge. Iz tog razloga su jedinične emergijske vrednosti (UEV) ključni koncept za izračunavanje emergijskog stanja, a na osnovu jedinice solarni emergijski džuli (sej) koja ima tri oblika – emergija/energija (sej/j), specifična emergija (sej/g) i emergija/novac (sej/\$). U Kini se u osnovi emergija izračunava u odnosu na solarnu, plimnu i geotermalnu energiju, što je pomak u korišćenju obnovljivih izvora energije u ovoj industriji. Ipak ovaj koncept ekološkog označavanja nije dao

očekivane efekte jer je udeo obnovljivih izvora energije u proizvodnji glinenih opeka nizak, ekološko opterećenje na životnu sredinu je veliko a nedovoljan je i unos alternativnih i ekološki prihvatljivijih sirovina u proizvodni proces.

U Republici Srbiji označavanje o zaštiti životne sredine određenih proizvoda propisano je Pravilnikom o bližim uslovima kriterijumima i postupku za dobijanje prava na korišćenje ekološkog znaka elementima, izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge ("Sl. glasnik RS", br. 49/2016). Od proizvoda na bazi pečene gline obuhvaćeni su jedino glineni crepovi. Oni se ubrajaju u grupu proizvoda "tvrde obloge", prema Prilogu 14 prethodno pomenutog Pravilnika. Jedinствена eko-oznaka ne postoji za ove proizvode, a proizvođači u Srbiji se uglavnom odlučuju za sertifikovanje svojih proizvoda EPD deklaracijom.

Cilj ove disertacije bio je da razvije inovativnu metodologiju utvrđivanja kriterijuma za ekološko označavanje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji zasnovanu na setu od 24 indikatora. Razvoj inovativne metodologije utvrđivanja kriterijuma za ekološko označavanje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline u Republici Srbiji, utemeljen je na standardima Evropske unije, postojećim modelima ekološkog označavanja u ovoj oblasti i nacionalnoj regulativi. Ovaj pristup ekološkom označavanju se razlikuje od ostalih metoda ekološkog označavanja koje se koriste za građevinske proizvode na bazi pečene gline u Republici Srbiji. Suštinska razlika zasniva se na indikatorskom pristupu – povezuje se proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i njen uticaj na životnu sredinu. Upravo iz tog razloga ovu metodologiju nije moguće u potpunosti porediti sa postojećim modelima ekološkog označavanja za građevinske proizvode.

Istraživanje je proisteklo iz činjenice da postoji mnoštvo različitih kriterijuma koje je važno razmotriti prilikom procene karakteristika proizvoda na bazi pečene gline i njihovog uticaja na kvalitet životne sredine. Postojeći modeli ekološkog označavanja ne uzimaju u obzir sve značajne kriterijume, te postoji potreba za razvojem inovativne metodologije ekološkog označavanja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline bazirane na indikatorima koji uzimaju u obzir uticaje u svim fazama proizvodnje ovih proizvoda na kvalitet životne sredine.

Ekološko označavanje vrši se u skladu sa principima održivog razvoja, “zelenog dizajna” i indikatorskog pristupa DPSIR. Polazi od definisanja indikatora koji povezuju proizvodnju građevinskih proizvoda na bazi pečene gline i životnu sredinu. Uzimajući u obzir sve veze između proizvodnje i životne sredine, definisana su 24 indikatora. Svaki indikator predstavljen je tabelom u kojoj su dati: kod indikatora, naziv indikatora, područje primene, tip (D, P, S, I ili R), teorijske/praktične osnove za definisanje indikatora, opis indikatora, mogućnost primene, način određivanja, jedinica mere, izvor podataka, tumačenje i vrednost indikatora na osnovu klase procene. Na definisane indikatore primenjen je postupak prioritizacije, tako da oni dobijaju vrednosti izražene u bodovima, i to su referentne vrednosti indikatora (u ovom slučaju i maksimalne vrednosti koje indikatori mogu imati). Sabiranjem pojedinačnih referentnih vrednosti indikatora dobija se referentni zbir, a na osnovu njega postavljaju kriterijumi za dobijanje ekološke oznake.

Praktična primena vrši se procenom zbirnog indikatora za analiziranog proizvođača i njegovim poređenjem sa postavljenim kriterijumima za dobijanje ekološke oznake. Moguće su tri varijante:

1. proizvođač ispunjava uslov za sticanje ekološke oznake,
2. uz izvesne korekcije u proizvodnom procesu proizvođač može steći pravo na ekološku oznaku i
3. proizvođač ne ispunjava uslove za ekološko označavanje.

Za verifikaciju razvijenih kriterijuma, izvršena je njihova primena na tri vodeća regionalna proizvođača građevinskih proizvoda na bazi pečene gline – regije Severna Srbija, Zapadna Srbija i Južno Pomoravlje. Regionalni pristup je izabran iz dva razloga. Prvi razlog izbora bio je taj što je u njima proizvodnja građevinskih proizvoda na bazi pečene gline najintenzivnija. Drugi razlog zasniva se na činjenici da postoji određen broj naučnih i stručnih radova u kojima su analizirane gline iz ovih oblasti, što je bilo značajno za procenu određenih indikatora. Rezultati verifikacije pokazuju da vodeći regionalni proizvođač iz regije Severna Srbija ispunjava uslove za ekološko označavanje prema ovoj metodologiji. Za proizvođače (Zapadna Srbija i Južno Pomoravlje), koji nakon sprovedenog postupka verifikacije ne zadovoljavaju uslov za dobijanje ekološke oznake koja se temelji na indikatorskom pristupu, ne može se tvrditi da njihovi proizvodi ne mogu steći

ekološku oznaku prema nekom drugom načinu ekološkog označavanja.

Iako je istraživanje sprovedeno na tri najčešće korišćena građevinska proizvoda na bazi pečene gline – fasadna opeka, standardan blok i energetska blok, indikatorski pristup bi se mogao primeniti i na ostale proizvode iz ove grupe, uz poštovanje njihovih specifičnih karakteristika. Nadogradnjom razvijenog seta od 24 prioriteta indikatora stvorila bi se mogućnost jednake primene razvijenog postupka na sve građevinske proizvode na bazi pečene gline za sve proizvođače u ovoj oblasti u Republici Srbiji, ali i u inostranstvu.

Statistička analiza eksperimentalnih rezultata izvršena je upotrebom paketa GraphPad PRISM i zasnovana je na testu homogenosti kao posebnoj vrsti χ^2 testa. Rezultati testa homogenosti ukazuju da se raspored prioriteta indikatora po modalitetima (kategorijama) primenljivosti ne razlikuje statistički značajno kod tri proizvođača posmatrana istovremeno. Poređenjem po dva proizvođača dobija se da se primenljivost prioriteta indikatora ne razlikuje statistički značajno između vodećih proizvođača regija Zapadna Srbija i Južno Pomoravlje kao i regija Zapadna Srbija i Severna Srbija. Statistički značajna razlika prioriteta indikatora prisutna je između vodećih proizvođača regija Južno Pomoravlje i Severna Srbija. Upravo i primena kriterijuma za ekološko označavanje na analizirane vodeće regionalne proizvođače, ukazuje na slično tumačenje sticanja prava na ekološku oznaku po razvijenom metodologiji.

Najveću poteškoću u praktičnom delu istraživanja predstavljao je nedostatak informacija koje se odnose na smanjenje emisija iz proizvodnog procesa, monitoring vazduha i vode, kao i uticaju proizvodnog procesa na zdravlje ljudi. Pojedini proizvođači nisu spremni da daju podatke koji se odnose na životnu sredinu, ističući da se pridržavaju zakonske regulative propisane za njihovu delatnost kao i na to da su ti podaci poslovna tajna. Ekološko poreklo svojih proizvoda u katalozima i na zvaničnim sajtovima, objašnjavaju prirodnim poreklom osnovnog materijala za izradu (opekarska glina) i energetska efikasnošću gotovih proizvoda. Drugi problem ogleda se u činjenici da su pojedini zakonski i tehnički propisi kao i standardi koji se odnose na analiziranu grupu proizvoda zastareli, stavljeni van upotrebe ili su u fazi usvajanja u Republici Srbiji. U svetu i EU takođe ne postoje jedinstveni pristupi u označavanju o zaštiti životne sredine građevinskih

proizvoda na bazi pečene gline i uglavnom se baziraju na EPD deklaraciji vodećih asocijacija proizvođača.

Naučni doprinos sprovedenog istraživanja ogleda se u:

- nastavku istraživanja u oblasti ekološkog označavanja posebne grupe građevinskih materijala – građevinskih proizvoda na bazi pečene gline, razvojem inovativne metodologije utemeljene na indikatorima koji povezuju proizvodnju sa životnom sredinom.
- razmatranju mogućnosti primene emergijske analize u proceni uticaja industrijske proizvodnje građevinskih proizvoda na bazi pečene gline na životnu sredinu koja nije dovoljno istražena i primenjivana od strane srpskih naučnika.

Prisutna je zainteresovanost vodećih regionalnih proizvođača građevinskih proizvoda (Severna i Zapadna Srbija, Južno Pomoravlje) na bazi pečene gline u Republici Srbiji za ekološko označavanje njihovih proizvoda. Na taj način pokazuju društveno odgovorno ponašanje i njihovi proizvodi postaju primamljiviji ne samo na domaćem nego i na inostranom tržištu za ekološki osvešćene potrošače. Ovakav stav je od izuzetene važnosti i za implementaciju principa cirkularne ekonomije - u fokusu eko-znaka je smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu, produžavanje veka trajanja proizvoda kroz adekvatan eko-dizajn proizvoda, pojednostavljena popravka i servis, kao smanjenje ili eliminisanje opasnih materija ukoliko ulaze u sastav proizvoda.

7. LITERATURA

1. Ackermann, R. O., Sanjeev, A., Dixon, J. R., Fitzgerald, A. D., Hanrahan, D. C., ... & Somani, A. H. (1998). Pollution prevention and abatement handbook 1998: Toward cleaner production. World Bank. Available at: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documentsreports/documentdetail/758631468314701365/pollution-prevention-and-abatement-handbook-1998-toward-cleaner-production>, (accessed on 22 February 2021, 13:30).
2. Alhaddi, H. (2015). Triple bottom line and sustainability: A literature review. *Business and Management Studies*, 1(2), 6-10.
3. Allenby, Braden R., & Ann Fullerton. 1991-92. Design for Environment—A New Strategy for Environmental Management. *Pollution Prevention Review Winter*:51-61.
4. Almusaed, A., Almssad, A., Homod, R.Z., & Yitmen, I. (2020). Environmental Profile on Building Material Passports for Hot Climates. *Sustainability*, 12, 3720. <https://doi.org/10.3390/su12093720>.
5. Amacher, G.S., Koskela, E., & Ollikainen, M. (2003). Environmental quality competition and eco-labeling. *Journal of Environmental Economics and Management*, 47, pp. 284-306.
6. Amani, N., & Hosseini, S. (2011). Effective factors on ECO labeling building-construction, materials and components. *Adv. Mater. Res.*, 374–377, 1254–1257.
7. Amdur, M. O. (1978). Respiratory response to iodine vapor alone and with sodium chloride aerosol. *Journal of toxicology and environmental health*, 4(4), 619–630. <https://doi.org/10.1080/15287397809529684>.
8. American Lung Association -ALA. (2005). Research Highlights: Health Effects of Particulate matter and Ozone Air Pollution. Retrieved from Northeastdiesel Organization: <http://www.northeastdiesel.org/pdf/ALA-05-health-studies-biblio.pdf>.
9. Amiri, A., Ottelin, J., Sorvari, J., & Junnila, S. (2020). Economic and Technical Considerations in Pursuing Green Building Certification: A Case Study from Iran. *Sustainability*, 12, 719. <https://doi.org/10.3390/su12020719>.
10. Arsenović, M. V. (2013). Optimizacija i predviđanje kvaliteta materijala, procesa i krajnjih osobina opekarskih proizvoda matematičkim modelovanjem karakterističnih

parametara. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu. Tehnološko-metalurški fakultet.

11. Arsenović, M. V., Pezo, L. L., Radojević, Z. M., & Stanković, S. M. (2013). Opekarske gline iz Srbije - primena u proizvodnji grube keramike. *Hemijska industrija*, 67(5), 811-822. <https://doi.org/10.2298/HEMIND121123006A>.
12. Arsenović, M., Pezo, L., Mančić, L., & Radojević, Z. (2014). Thermal and mineralogical characterization of loess heavy clays for potential use in brick industry. *Thermochimica acta*, 580, 38-45. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2014.01.026>.
13. Asif, M. (2009). Sustainability of timber, wood and bamboo in construction. In: J.M. Khatib (ed.), *Sustainability of construction materials*. Woodhead publishing limited, 31-54.
14. Bartlett, E. & Nigel, H. (2000). Informing the decision makers on the cost and value of green building, *Building Research & Information*, 28:5-6, pp.315-324, doi: 10.1080/096132100418474.
15. Bhat, M. S., Afeefa, Q. S., Ashok, K. P., & Bashir, A. G. (2014). Brick Kiln Emissions and its environmental impact: A Review. *Journal of Ecology and The Natural Environment*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.5897/jene2013.0423>.
16. Bhavik, R.B. (2002). A thermodynamic framework for ecologically conscious process systems engineering. *Computer & Chemical Engineering* 26, 269–282.
17. Biočanin, R., & Ketin, S. (2019). Akcidenti u zivotnoj sredini. *Internacionalni Univerzitet Travnik, IUT Travnik*.
18. Bjegović, D., Štirmer, N. & Serdar, M. (2010). Održiva gradnja i odabir materijala. U: Lučić, D. (ur.) *Građevinarstvo - nauka i praksa*. Žabljak, Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, str. 1289-1294.
19. Blengini, G.A., & Shields, D.J. (2010). Green labels and sustainability reporting: Overview of the building products supply chain in Italy, *Management of Environmental Quality an International Journal*, 477-492.
20. Bogičević, M. (2010). Procena životnog ciklusa proizvoda (LCA) na primeru opekarskih proizvoda. Dostupno na: <https://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/1381/820/procena-zivotnog-ciklusa-proizvoda-lca-na-primeru-opekarskih-proizvoda>, (pristupljeno 15.01.2021., 21:45).

21. Bories, C., Aouba, L., Vedrenne, E., & Vilarem, G. (2015). Fired clay bricks using agricultural biomass wastes: Study and characterization. *Construction and Building Materials*, 91, 158–163. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.006>.
22. Bribián, I.Z., Capilla, A.V., & Usón, A.A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment*, Volume 46(5), pp. 1133-1140. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.002>.
23. Buyle, M., Braet, J., & Audenaert, A. (2013). Life cycle assessment in the construction sector: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 379–388. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.001>.
24. Buranakarn, V. 1998. Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials using the Emergy Analysis Method, PhD Dissertation. University of Florida, Gainesville.
25. Castell, A., Menoufi, K., de Gracia, A., Rincón, L., Boer, D., & Cabeza, L. F. (2013). Life cycle assessment of alveolar brick construction system incorporating phase change materials (pcms). *Applied Energy*, 101, 600–608. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.06.066>.
26. Cavalline, T. L., & Weggel, D. C. (2013). Recycled brick masonry aggregate concrete. *Structural Survey*, 31(3), 160–180. <https://doi.org/10.1108/ss-09-2012-0029>.
27. Cobut, A., Beauregard, R. & Blanchet, P. (2013). Using life cycle thinking to analyze environmental labeling: the case of appearance wood products. *Int J Life Cycle Assess* 18, 722–742. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0505-9>.
28. Council Directive 76/769/EEC of 27 July 1976 on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations, *OJ L 27.9.1976*, p. 201–203.
29. Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products, *OJ L 40, 11.2.1989*, p. 12–26.
30. Council Directive 96/61/EEC of 24 September 1996 concerning the integrated pollution prevention and control, *OJ L 257, 10.10.1996*, p. 26-40.

31. Council Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise - Declaration by the Commission in the Conciliation Committee on the Directive relating to the assessment and management of environmental noise, *OJL 189*, 18.7.2002, p. 12–25.
32. Council Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance) *OJ L 312*, 22.11.2008, p. 3–30.
33. Council Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance). PE/11/2018/REV/2 *OJL 150*, 14.6.2018, p. 109–140.
34. Council Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance), PE/11/2018/REV/2, *OJL 150*, 14.6.2018, p. 109–140.
35. Despotović, S., Babić, D., Filipović, L., Petrović, S., & Erić, A. (2006). Some characteristics of mineralogical composition of clay Zorka. U: 20th ISSMP, Soko Banja, Serbia, p. 150-156.
36. Despotović, Ž.V., Rodić, A. & Stevanović, I. (2021). "Inovativna rešenja sistema navodnjavanja uz primenu obnovljivih izvora energije: tehnički aspekti", pp.25-64, Poglavlje u Monografiji: Tehno i agroekonomska analiza prednosti i nedostataka šire primene inovativnog načina podpovršinskog kapilarnog navodnjavanja u poljoprivrednom sektoru (Urednik: Dr Nataša Kljajević), Institut za ekonomiku poljoprivrede-Beograd, ISBN: 978-86-6269-098-2.
37. Ding, K. C., & Ding, G. K. C. (2020). Life cycle assessment of building materials- A cradle-to-gate approach. *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*. 476–488. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.10542-9>.
38. Dokšanović, T., Farkaš, M., & Njegovanović, N. (2012). Tržišna prihvatljivost građevinskog materijala s malim udjelom ugljika - Dio I: Materijali i mogućnost smanjenja utjecaja na okoliš. *Elektronički Časopis Građevinskog Fakulteta Osijek*. <https://doi.org/10.13167/2012.5.1>.
39. Du Plessis, C., Laul, A., Shah, K., Hassan, A. S., Adebayo A., ..., & Marulanda, L. (2001). Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: first discussion

- document. *CIB and CSIR-Boutek*. Available at: www.sustainablesettlement.co.za/docs/a21_discussiondoc.pdf, (accessed on 20 April 2021, 11:45).
40. Egenhofer, C., Schrefler, L., Rizos, V., Marcu, A., Genoese, F., Renda, A., ... & Simonelli, F. (2014). The Composition and Drivers of Energy Prices and Costs in Energy-Intensive Industries: The Case of Ceramics, Glass and Chemicals. CEPS Special Report No. 85, 27 March 2014.
 41. EN 15804:2012+A2:2019+AC:2021, Sustainability of construction works — Environmental Product Declarations — Core rules for the product category of construction products. Available at: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/c98127b4-8dc2-48a4-9338-3e1366b16669/en-15804-2012a2-2019>.
 42. European Commission Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, BREF-0807, 200. Available at: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/cer_bref_0807.pdf, (accessed on 11 June 2021, 11:15).
 43. Filipović-Petrović, L., Stanojević, D., Antonijević-Nikolić, M., & Mijić, L. (2018). Mineraloška, fizičko-hemijska i keramička svojstva gline Brezaci. *Zaštita materijala*, 59(1), 39-44. <https://doi.org/10.5937/ZasMat1801039F>.
 44. Gazulla Santos, C. (2014). Using life cycle assessment (LCA) methodology to develop eco-labels for construction and building materials. In book: *Eco-efficient construction and building materials*. Woodhead Publishing series in civil and structural engineering, Chapter: 5, Publisher: Woodhead Publishing series in civil and structural engineering, (Eds): F. Pacheco-Torgal, L.F. Cabeza, J. Labrincha, A. Giuntini de Magalhães, 84-97. <https://doi.org/10.1533/9780857097729.1.84>.
 45. GB/T 5101-2003, Fired common bricks standard. Available at: <https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GB5101-2003>, (accessed on 10 March 2022, 17:06).
 46. GB3095-2012, Ambient Air Quality Standards. Available at: <https://www.chinesestandard.net/PDF.aspx/GB3095-2012>, (accessed 10 March 2022, 17:35).
 47. Gertz, R. (2005). Eco-labelling - a case for deregulation? *Law, Probability and Risk* 4(3) 127–141. doi:10.1093/lpr/mgi010.

48. Gruère, G. (2013), “A Characterisation of Environmental Labelling and Information Schemes”, OECD Environment Working Papers, No. 62, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k3z11hpdgq2-en>.
49. Guttikunda, S. (2009). Impact Analysis of Brick Kilns on the Air Quality in Dhaka, Bangladesh. Dhaka: Sim-air Organization. Available at: [http://www.cgrer.uiowa.edu/people/sguttiku/ue/simair/SIM-21-2009-Dhaka-AQ Brick%20Kilns.pdf](http://www.cgrer.uiowa.edu/people/sguttiku/ue/simair/SIM-21-2009-Dhaka-AQ%20Brick%20Kilns.pdf), (accessed on 15 Decemeber 2021, 17:25).
50. Hildebrand, L., & Hollberg, A. (2018). Methodology for Assessing Environmental Quality of Materials and Construction. Sustainable and Resilient Building Design Approaches, Methods and Tools, pp.121–142.
51. Hong, Z., Wang, H., & Gong, Y. (2019). Green product design considering functional-product reference. *International Journal of Production Economics*, 210, 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.008>.
52. Hoxha, E., Habert, G., Lasvaux, S., Chevalier, J., & Le Roy, R. (2017). Influence of construction material uncertainties on residential building LCA reliability. *Journal of Cleaner Production*, 144, 33–47. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.068>.
53. Huang, B., Gao, X., Xu, X., Song, J., Geng, Y., Sarkis, J., ..., & Nakatani, J. (2020). A life cycle thinking framework to mitigate the environmental impact of building materials. *One Earth*, 3(5), 564-573. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.10.010>.
54. Hwang Y., & Braham, W.W. (2015). Uncertainty characterization of building emergy analysis (BEmA), *Building and Environment*, Volume 92, pp 538-558, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.05.007>.
55. International Agency for Research on Cancer. (1992). Occupational exposures to mists and vapours from strong inorganic acids and other industrial chemicals. *IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks of chemicals in humans*, 54. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK424643/>, Retrieved February 22, 2021.
56. Ibbotson, S., & Kara, S. (2012). LCA case study. part 1: Cradle-to-grave environmental footprint analysis of composites and stainless steel I-beams. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(1), 208–217. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0452-5>.

57. Ilić, M., Budak, I., Crnobrnja, B., & Hodolič, J. (2009). Analysis of self-declared environmental labels, *RMZ- Materials and Geoenvironment*, letnik 56, številka 1, str. 54-59. URN: NBN: SI: doc-TKSTKBZ4 from <http://www.dlib.si>.
58. Joshi, S. K., & Dudani, I. (2008). Environmental health effects of brick kilns in Kathmandu valley. *Kathmandu University medical journal (KUMJ)*, 6(1), 3–11.
59. Jovičić, S. (2020). Građevinska industrija u Srbiji. Dostupno na: <https://www.industrija.rs/vesti/clanak/gradjevinska-industrija-u-srbiji>, (pristupljeno 20.4.2020., 15:40)
60. ISO 14020:2000, Environmental labels and declarations – General principles. Available at: <https://www.iso.org/standard/34425.html>.
61. ISO 14021:2016, Environmental labels and declarations – Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling). Available at: <https://www.iso.org/standard/66652.html>.
62. ISO 14025:2006, Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations – Principles and procedures. Available at: <https://www.iso.org/standard/38131.html>.
63. ISO 14040:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Available at: <https://www.iso.org/standard/37456.html>.
64. ISO 14044:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. Available at: <https://www.iso.org/standard/38498.html>.
65. ISO 14046:2014, Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines. Available at: <https://www.iso.org/standard/43263.html>.
66. ISO 14026:2017, Environmental labels and declarations– Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information. Available at: <https://www.iso.org/standard/67401.html>.
67. ISO/TS 14027:2017, Environmental labels and declarations – Development of product category rules. Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:14027:ed-1:v1:en>.
68. ISO 14024:2018, Environmental labels and declarations – Type I environmental labelling – Principles and procedures. Available at: <https://www.iso.org/standard/72458.html>.

69. ISO 14067:2018, Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification. Available at: <https://www.iso.org/standard/71206.html>.
70. ISO/DIS 9613-2, Acoustics – Attenuation of sound during propagation – Part 2: Engineering method for the prediction of sound pressure levels outdoors. Available at: <https://www.iso.org/standard/74047.html>.
71. ISO 8297:1994/Amd 1:2021, Acoustics – Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment – Engineering method – Amendment 1. Available at: <https://www.iso.org/standard/77028.html>.
72. EN ISO 3744: 1995, Acoustics – Determination of sound power levels of noise using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane (ISO 3744: 1994). Available at: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/cdd7ef5f-7bf7-4149-b2ce-ba1906585cd2/en-iso-3744-1995>.
73. EN ISO 3746: 1995, Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using an enveloping measurement surface over a reflecting plane. Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane (ISO 3746:1995, including Cor 1:1995). Available at: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/8510c00c-585c-4b78-9645-31de306846f7/en-iso-3746-2009>.
74. Jönsson, Å. (2000). Tools and methods for environmental assessment of building products-methodological analysis of six selected approaches. *Building and Environment*, 35, 223-238.
75. Kesegić, I., Netinger, I. & Bjegović, D. (2008). Recycled Clay Brick as an Aggregate for Concrete: Overview. *Tehnički vjesnik*, 15 (3), 35-40.
76. Khan, M. W., Ali, Y., De Felice, F., Salman, A., & Petrillo, A. (2019). Impact of brick kilns industry on environment and human health in Pakistan. *The Science of the Total Environment*, 678, 383–389. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.369>.
77. Kitanović, R. N., & Šuštersiĉ, V. M. (2013). Tretman otpadnih voda. *Vojnotehniĉki glasnik*, 61(3), 122-140.

78. Knežević, S., & Prokić, D. (2023). Indicators as a Foundation of Eco-Labeling of Baked Clay Construction Products in the Republic of Serbia. *Sustainability*, 15(6), 5515. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su15065515>
79. Korpayev, S., Bayramov, M., Kandymov, N., & Durdyev, S. (2022). Recycling of Agricultural Irrigation Canal Sludge and mirror factory residue in Green Brick Production. *Construction and Building Materials*, 346, 128474. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128474>
80. Koskela, R. S., Mutanen, P., Sorsa, J. A., & Klockars, M. (2005). Respiratory disease and cardiovascular morbidity. *Occupational and Environmental Medicine*, 62(9), 650–655. <https://doi.org/10.1136/oem.2004.017111>.
81. Kovačević, I. (2015). Eksploatacija i upotreba ciglarske gline u Republici Hrvatskoj. Diplomski rad. Rudarsko-geološki-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
82. Kristensen, P. (2004). The DPSIR framework, workshop on a comprehensive/detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. *UNEP Headquarters*, Nairobi, Kenya.
83. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Dec. 10, 1997, 2303 U.N.T.S. 162.
84. Labianca, C., De Gisi, S., Todaro, F., & Notarnicola, M. (2020). DPSIR Model Applied to the Remediation of Contaminated Sites. A Case Study: Mar Piccolo of Taranto. *Applied Sciences* 10, p. 5080. <https://doi.org/10.3390/app10155080>.
85. Lasvaux, S., Habert, G., Peuportier, B., & Chevalier, J. (2015). Comparison of generic and product-specific life cycle assessment databases: Application to construction materials used in building LCA studies. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(11), 1473–1490. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0938-z>
86. Lozano-Miralles, J. A., Hermoso-Orzáez, M. J., Martínez-García, C., & Rojas-Sola, J. I. (2018). Comparative study on the environmental impact of traditional clay bricks mixed with organic waste using life cycle analysis. *Sustainability*, 10(8), 2917. <http://dx.doi.org/10.3390/su10082917>

87. López-Aguilar, H. A., Huerta-Reynoso, E. A., Gómez, J. A., Duarte-Moller, J. A., & Pérez-Hernández, A. (2019). Life cycle assessment of a traditional brick manufacture improvement. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 35 (1), 195-206.
<http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2019.35.01.14>
88. Maynard, R. L., & Waller, R. (1999). Carbon monoxide. *Air Pollution and Health*, 749–796. <https://doi.org/10.1016/b978-012352335-8/50108-3>
89. Medineckiene, M., Zavadskas, E., Bjork, F., & Turskis, Z. (2014). Multi-criteria decision-making system for sustainable building assessment/certification. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. 15. 10.1016/j.acme.2014.09.001.
90. Meex, E., Hollberg, A., Knapen, E., Hildebrand, L., & Verbeeck, G. (2018). Requirements for applying LCA-based environmental impact assessment tools in the early stages of building design. *Building and Environment*, 133, 228-236.
91. Milović, I. N. (2021). Standardizacija u oblasti zelene gradnje - zgrade gotovo nulte energije nZEB (Nearly Zero-Energy Buildings). *Tehnika*, 76(2), 246-253. <https://doi.org/10.5937/tehnika2102246M>
92. Mohajerani, A., Ukwatta, A., Jeffrey-Bailey, T., Swaney, M., Ahmed, M., ..., & Bartolo, S. (2019). A Proposal for Recycling the World's Unused Stockpiles of Treated Wastewater Sludge (Biosolids) in Fired-Clay Bricks. *Buildings*, 9(1), 14. <http://dx.doi.org/10.3390/buildings9010014>
93. Mueller, A., & Stark, U. (2002). Recycling of clay brick. In *Design for Deconstruction and Materials Reuse*; CIB Publication: Rotterdam, The Netherlands.
94. Munch, M. (2012). Life-cycle assessment in eco-labelling: Between standardisation and local appropriation. *Buying Healthy, Righteously and Environmentally Friendly*, Vol.2, 127. <https://doi.org/10.26481/marble.2012.v2.127>
95. Odum, H.T. (2000). *Handbook of emergy Evaluation (Folio #2): Emergy of Global Processes*. Center for Environmental Policy Environmental Engineering Sciences; University of Florida: Gainesville, FL, USA; Volume 32622–36450, pp. 17–18.
96. OEC - The Observatory of Economic Complexity. Ceramic Brick. <https://oec.world/en/profile/hs/ceramic-bricks?redirect=true>.

97. Omer, M.A., & Noguchi, T. (2020). A conceptual framework for understanding the contribution of building materials in the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs). *Sustain. Cities Soc.*, 52, 101869.
98. Papadaki, D., Nikolaou, D.A., & Assimakopoulos, M.N. (2022). Circular Environmental Impact of Recycled Building Materials and Residential Renewable Energy. *Sustainability*, 14, 4039. <https://doi.org/10.3390/su14074039>
99. Pariyar, S. K., Das, T., & Ferdous, T. (2013). Environment and health impact for brick kilns in Kathmandu valley. *Int. J. Sci. Technol. Res.*, 2(5), 184-187.
100. Pečur, I. B., Štirmer, N., & Milovanović, B. (2012). Sustav ECO–SANDWICH–održivi predgotovljeni zidni panelni sustav od recikliranog agregata. U: SABOR HRVATSKIH GRADITELJA 2012 Graditeljstvo → poluga razvoja ZBORNIK RADOVA Zagreb: Hrvatski savez građevinskih inženjera Zagreb, 123-133.
101. Persson, J. G. (2001). Eco-indicators in product development. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 215(5), 627-635. <https://doi.org/10.1243/0954405011518566>
102. Petrović, M., Đorić-Veljković, S., & Karamarković, J. (2015). Zaštita životne sredine u građevinarstvu sa osvrtom na primenu ekoloških i nano materijala. *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 63(2), 179-194.
103. Pérez-Villarejo, L., Eliche-Quesada, D., Martín-Pascual, J., Martín-Morales, M., & Zamorano, M. (2020). Comparative study of the use of different biomass from olive grove in the manufacture of sustainable ceramic lightweight bricks. *Construction and Building Materials*, 231, 117103. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117103>
104. Povrenović, D. & Knežević, M. (2013). Osnove tehnologije prečišćavanja otpadnih voda (skripta). Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet.
105. Pravilnik o bližim uslovima kriterijumima i postupku za dobijanje pravana korišćenje ekološkog znaka elementima izgledu i načinu upotrebe ekološkog znaka za proizvode i usluge (“Sl. glasnik RS”, br. 49/2016). Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_blizim_uslovima_kriterijumima_i_postupku_za_dobijanje_prava_na_korisjenje_ekoloskog_znaka_elementima_izgledu_i_nacinu_upotrebe_ekoloskog_znaka_za_proizvode_i_usluge.html, (pristupljeno 26.8.2020., 9:16).

106. Pravilnik o visini troškova dodela prava na korišćenje ekološkog znaka ("Sl. glasnik RS", br. 81/2010). Dostupno na: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/ministarstva/pravilnik/2010/81/2>, (pristupljeno 22.4.2023., 22:39)
107. Program upravljanja otpadom u Republici Srbiji za period 2022 - 2031. godine. Dostupno na: https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2022-02/program_upravljanja_otpadom_u_rs_za_period_2022-2031._god_0_2.pdf, (pristupljeno 27.4.2023., 21:57).
108. Program razvoja cirkularne ekonomije u Republici Srbiji za period 2022-2024. godine. Dostupno na: <https://srda.rs/wp-content/uploads/2021/12/Program-razvoja-cirkularne-ekonomije-u-RS-za-period-2022-2024.-godine.pdf>, (pristupljeno 2.5.2023., 20:18).
109. Pulselli, R.M., Simoncini, E., Pulselli, F.M., & Bastianoni, S. (2007). Emergy analysis of building manufacturing, maintenance and use: Em-building indices to evaluate housing sustainability. *Energy and Buildings*, 39, 620-628. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2006.10.004>
110. Qi, Y., Zhang, X., Yang, X., Lv, Y., Wu, J., Lin, L., ..., & Zhang, Y. (2018). The environmental sustainability evaluation of an urban tap water treatment plant based on emergy. *Ecological indicators*, 94, 28-38.
111. Radojević, Z., Lalić, Ž., Vasić, R., & Mitrović, A. (2005). Kvalitet opekarskih sirovina u Srbiji i uticaj na kvalitet proizvoda i tehnologiju proizvodnje lesni sedimenti. *Izgradnja*, 59(7-9), 45-49.
112. Radojević, Z., Drpić, A., Vasić, L., & Santo, L. (2018). Prikaz regulative i pripreme eko-znakova i eko-deklaracija za građevinske proizvode. *Izgradnja*, 2018, 72, 09-10, 529-534, 529-534.
113. Radosavljević, S., Stojanović, J., Radosavljević-Mihajlović, A., Vuković, N., Matijašević, S., ..., & Kašić, V. (2014). Ceramic clays from the western part of the Tamnava Tertiary Basin, Serbia: deposits and clay types. *Geološki Anali Balkanskoga Poluostrva*, 75(1), 75-83. <https://doi.org/10.2298/GABP1475075R>
114. Regulation (EC) No 66/2010 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the EU Ecolabel (Text with EEA relevance). *OJL* 27, 30.1.2010, p.

- 1–19. Available at: <http://data.europa.eu/eli/reg/2010/66/2017-11-14>, (accessed on 25 March 2021, 19:45).
115. Republički zavod za statistiku Republike Srbije. Stvoreni i tretirani otpad, 2021. Dostupno na: <https://publikacije.stat.gov.rs/G2022/HtmlL/G20221184.html>, (pristupljeno 27.4.2023., 21:43).
116. Republički zavod za statistiku Republike Srbije. Količina ugrađenog građevinskog i pogonskog materijala. (2022). Dostupno na: <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/050303?languageCode=sr-Latn>, (pristupljeno 26.4.2023., 22:45).
117. Republički zavod za statistiku Republike Srbije. Trendovi, I kvartal 2023 (2023). Dostupno na: <https://publikacije.stat.gov.rs/G2023/Pdf/G20238002.pdf>, (pristupljeno 24.6.2023., 18:20).
118. Riskos, K., Dekoulou, P., Mylonas, N., & Tsourvakas, G. (2021). Ecolabels and the Attitude–Behavior Relationship towards Green Product Purchase: A Multiple Mediation Model. *Sustainability*, 13, 6867. <https://doi.org/10.3390/su13126867>
119. Saha, M. K., Ahmed, S. J., Sheikh, M. A., & Mostafa, M. G. (2020). Occupational and environmental health hazards in brick kilns. *Journal of Air Pollution and Health*. <https://doi.org/10.18502/japh.v5i2.4242>
120. Saner, D., Heeren, N., Jäggi, B., Waraich, R. A., & Hellweg, S. (2013). Housing and mobility demands of individual households and their life cycle assessment. *Environmental Science & Technology*, 47(11), 5988–5997. <https://doi.org/10.1021/es304084p>
121. Seinfeld, J.H., & Pandis, S.N. (1998). Atmospheric Chemistry and Physics: Pollution to Climate Change. John Wiley & Sons, Inc., New York.
122. Stein, A., Riley, J., & Halberg, N. (2001). Issues of scale for environmental indicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 87(2), 215-232.
123. Stevanović Čarapina, H., & Mihajlov, A. (2010a). Metodologije za dizajn zelenih proizvoda. U: EnE 10 Zbornik radova 6. regionalna konferencija “Životna sredina ka Evropi”, Beograd.

124. Stevanović Čarapina, H., Jovović, A., & Stepanov, J. (2010). Ocena životnog ciklusa LCA (Life Cycle Assessment) kao instrument u strateškom planiranju upravljanja otpadom. Univerzitet Educons. ISBN 978-86-87785-26-7
125. Stevanović Čarapina, H. & Mihajlov, A. (2010b). Indikatori u oblasti životne sredine. U: Analitički instrumenti u oblasti zaštite životne sredine, 95-110, Sremska Kamenica. Dostupno na: http://ambassadors-env.com/wp-content/uploads/Tematski_zbornik-2010.pdf, (pristupljeno 20.2.2022., 15:40).
126. Stevanović Čarapina, H. (2011). Zagađenje vazduha i urbano stanovništvo - metodološki pristup uspostavljanja uzročno-posledičnih veza. Doktorska disertacija. Fakultet za zaštitu životne sredine, Univerzitet Educons, Sremska Kamenica.
127. Stojanović, J. R., & Đerić, M. N. (2011). Indeks industrijske proizvodnje—prva serija srpske ekonomske statistike. *Megatrend revija*, 8(1), 201-227.
128. Subhanullah, M., Ullah, S., Javed, M. F., Ullah, R., Akbar, T. A., Ullah, W., Moha, ... & Sajjad, R. U. (2022). Assessment and Impacts of Air Pollution from Brick Kilns on Public Health in Northern Pakistan. *Atmosphere*, 13(8), 1231. <https://doi.org/10.3390/atmos13081231>
129. Sutcu, M., Erdogmus, E., Gencel, O., Gholampour, A., Atan, E., & Ozbakkaloglu, T. (2019). Recycling of bottom ash and fly ash wastes in eco-friendly clay brick Production. *Journal of Cleaner Production*, 233, 753–764.
130. Swarnakar, V., Singh, A. R., Antony, J., Jayaraman, R., Tiwari, A. K., ..., & Cudney, E. (2022). Prioritizing Indicators for Sustainability Assessment in Manufacturing Process: An Integrated Approach. *Sustainability*, 14(6), 3264. <http://dx.doi.org/10.3390/su14063264>
131. Štirmer, N. (2012). Utjecaj građevnog materijala na okoliš, Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, 293-311. <https://hrcak.srce.hr/97380>
132. Texas Commission on Environmental Quality - TCEQ. (2002). A Study of Brick-Making Processes along the Texas Portion of the U.S.-México Border: Senate Bill 749. Texas Commission on Environmental Quality. Border Affairs Division. SFR-081/02. Available at: http://www.tceq.texas.gov/assets/public/comm_exec/pubs/sfr/081.pdf (accessed on 11 December 2021, 15:30).

133. Tiles & Bricks Europe -TBE. (2020). Internal Guidance Document on TBE PCR for Clay Construction Products. Available at: <https://static1.squarespace.com/static/5629fd2ce4b065f044bf8e5a/t/5fae4094e741ef42c9d81c53/1605255326135/20+07+01+TBE+PCR+guidance+document+-+Final.pdf>, (accessed on 11 December 2021, 14:54).
134. Todorović, M. i Rajčić, A. (2017). Priručnik za energetska sertifikaciju zgrada (ESZ)-vodič za investitore, izvođače i projektante, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Dostupno na: <http://eeplatforma.arh.bg.ac.rs/materials/publication/21%20PRIRUCNIK%20ZA%20ESZ.pdf>, (pristupljeno 1.5.2023., 23:46).
135. Uredba o graničnim vrednostima emisija zagađujućih materija u vazduh iz stacionarnih izvora zagađivanja, osim postrojenja za sagorevanje ("Sl. glasnik RS", br.111/2015 i 83/2021). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/uredba-granicnim-vrednostima-emisija-zagadjujucih-materija-vazduh.html>, (pristupljeno 1.3.2022., 22:05).
136. Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br.50/2012). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/uredba-granicnim-vrednostima-zagadjujucih-materija-vodama.html>, (pristupljeno 1.3.2022., 22:56).
137. Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini ("Sl. glasnik RS", br.75/2010). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/uredba-indikatorima-buke-granicnim-vrednostima-metodama-ocenjivanje-indikatora-buke.html>, (pristupljeno 27.2.2022., 11:22).
138. Uredba o kriterijumima za određivanje aktivnosti koje utiču na životnu sredinu prema stepenu negativnog uticaja na životnu sredinu koji nastaje obavljanjem aktivnosti, iznosima naknada, uslovima za njeno umanjeње, kao i o kriterijumima koji su od značaja za uticaj fizičkih lica na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS", br. 86/2019 i 89/2019). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/uredba-o-kriterijumima-za-odredjivanje-aktivnosti-koje-uticu-na-zivotnu-sredinu-prema-kolicini-zagadjjenja.html>, (pristupljeno 23.12.2022., 22:17).

139. Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha ("Sl. glasnik RS", br.11/2010, 75/2010 i 63/2013). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/uredba-uslovima-monitoring-zahtevima-kvaliteta-vazduha.html>, (pristupljeno 27.2.2022., 10:58).
140. Valdes, H., Vilches, J., Felmer, G., Hurtado, M., & Figueroa, J. (2020). Artisan Brick Kilns: State-of-the-Art and Future Trends. *Sustainability*, 12(18), 7724. <http://dx.doi.org/10.3390/su12187724>
141. Vasić, R., Jauković, T., & Radivojević, Z. (2005). Sertifikacija opekarskih proizvoda u skladu sa međunarodnim standardima i propisima, Festival kvaliteta 2005., 32. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac.
142. Vasić, M., Radojević, Z., Terzić, A., & Bačkalić, Z. (2016). Prikaz tehničke regulative za proizvode od gline U: Zbornik radova/Konferencija "Savremeni materijali i konstrukcije sa regulativom", str. 95-104., Beograd.
143. Vasiljević, D., & Petrović, D. (2020). Izveštaj o sprovedenoj ex ante analizi efekata za oblast cirkularne ekonomije/Policy and Legal Advice Centre – PLAC III Europe Aid/139295/DH/SER/RS. Dostupno na: https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2021-01/exante-analiza_efekata-za-oblast-cirkularne-ekonomije.pdf, (pristupljeno 21.2.2022., 10:44).
144. Vouk, D., Nakić, D., Štirmer, N. & Serdar, M. (2015). Korištenje mulja s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u betonskoj industriji. Zagreb, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
145. Vukosavljević, L. A., & Jovanović, B. V. (2014). Eko označavanje u industriji. *Tehnika*, 69(3), 542-548. <https://doi.org/10.5937/tehnika1403542V>
146. World Health Organization. (2002). Health in sustainable development planning : the role of indicators / Yasmin von Schirnding. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67391>
147. Yang, Q., Liu, G., Hao, Y., Coscieme, L., Zhang, J., Jiang, N., ..., & Giannetti, B. F. (2018). Quantitative analysis of the dynamic changes of ecological security in the provinces of China through emergy-ecological footprint hybrid indicators. *Journal of cleaner production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.271>

148. Zaborova, D., & Musorina, T. (2022). Environmental and Energy-Efficiency Considerations for Selecting Building Envelopes. *Sustainability*, 14, 5914. <https://doi.org/10.3390/su14105914>
149. Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu ("Sl. glasnik RS", br.36/2009 i 95/2018 - dr. zakon). Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_ambalazi_i_ambalaznom_otpadu.html, (pristupljeno 12.3.2022., 18:05).
150. Zakon o građevinskim proizvodima ("Sl. glasnik RS", br.83/2018). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-gradjevinskim-proizvodima.html>, (pristupljeno 20.12.2021., 22:25).
151. Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 25/2015 i 109/2021). Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_integrisanom_sprecavanju_i_kontroli_zagadjivanja_zivotne_sredine.html, (pristupljeno 3.3.2023., 19:40).
152. Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije ("Sl. glasnik RS", br. 40/21). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-koriscenju-obnovljivih-izvora-energije.html>, (pristupljeno 3.3.2023., 22:05).
153. Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS", br.135/2004 i br. 36/2009). Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_proceni_uticaja_na_zivotnu_sredinu.html, (pristupljeno 12.3.2022. 19:00).
154. Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS", br.135/2004 i br.88/2010). Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_strateskoj_proceni_uticaja_na_zivotnu_sredinu.html, (pristupljeno 12.3.2022., 19:22).
155. Zakon o zaštiti zemljišta ("Sl. glasnik RS, br. 112/2015). Dostupno na: <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-zastiti-zemljista-republike-srbije.html>, (pristupljeno 12.3.2022., 21:07).
156. Zakona o vodama ("Sl. glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon). Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_vodama.html, (pristupljeno 12.3.2022., 20:17).

157. Zhang, X., Shen, L., & Zhang, L. (2013). Life cycle assessment of the air emissions during building construction process: A case study in Hong Kong. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 17, 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.09.024>
158. Zhang, J., S. Srinivasan, R., & Peng, C. (2020). Ecological assessment of clay brick manufacturing in China using emergy analysis. *Buildings*, 10(11), 190. <https://doi.org/10.3390/buildings10110190>
159. Zuskin, E., Musajbegovic, J., Schachter, E.N., Kern, J., Docko-Jelinic, J., Godnic-Cvar, J. (1998). Respiratory findings in workers employed in the brick-manufacturing industry. *J. Occup. Environ. Medicine*, 40(9), 814-820.

7.1. Internet izvori

web literatura:

1. Brick Development Association – BDA. (2022). Brick Sustainability Report. Available at: <https://www.brick.org.uk/uploads/downloads/Sustainability-Report-Template-1.8.f1675267411.pdf>, (accessed on 23 January 2023, 10:20)
2. Brick House; <https://brickhouse.rs/pune-fasadne-cigle>, (pristupljeno 15.12.2020., 16:23)
3. CBA; <https://www.claybrick.org/lca-life-cycle-assessment-clay-brick-walling-south-africa>, (accessed on 7 November 2021, 15:20)
4. European Commission (European IPPC Bureau Ceramic Manufacturing Industry – Eippcb); <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ceramic-manufacturing-industry>, (accessed on 22 April 2023, 22:23)
5. European Commission (European IPPC Bureau Ceramic Manufacturing Industry – Eippcb); https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/cer_bref_0807.pdf, (accessed on 11 June 2021, 18:53)
6. Cerame-Unie. (2012). The Ceramic Industry Roadmap: paving the way to 2050. Available at: <http://cerameunie.eu/topics/cerame-unie-sectors/cerameunie/ceramic-industry-roadmap-paving-the-way-to-2050/>, (accessed on 18 November 2021, 9:22).
7. Cerame-Unie. (2013). 2013 Activity Report. Available at: <https://cerameunie.eu/topics/cerame-unie-sectors/cerame-unie/2013-activity-report/>, (accessed on 18 November 2021, 9:45).

8. Cerame-Unie. (2020). Brochure on Circular Economy and Sustainability | Best Practices from the Ceramic Industry. Available at: <https://cerameunie.eu/media/2884/circular-economy-brochure.pdf>, (accessed on 17 April 2022, 12:15)
9. Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/contributing-to-eus-zero-pollution-ambition/>, (accessed on 17 April 2022, 12:33)
10. Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/mobilising-industry-for-a-clean-and-circular-economy/>, (accessed on 17 April 2022, 13:24)
11. Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/preserving-and-restoring-ecosystems-and-biodiversity>, (accessed on 17 April 2022, 13:08)
12. Cerame-Unie; <https://www.ceramicroadmap2050.eu/chapters/the-european-ceramic-industry-in-numbers/>, (accessed on 17 April 2022, 11:43)
13. Energetski portal; <https://energetskiportal.rs/sta-donosi-nova-uredba-o-solarnim-panelima/>, (pristupljeno 23.2.2022., 15:40)
14. EU u Srbiji; <https://europa.rs/evropski-zeleni-dogovor-cilj-evropa-kao-prvi-klimatski-neutralan-kontinent-do-2050-godine/>, (pristupljeno 26.6.2022., 9:02)
15. Graditeljska, prirodoslovna i rudarska škola; http://www.rudarska.hr/wp-content/uploads/2018/05/5-2_Zidovi-od-opeke-NF.pdf, (pristupljeno 15.12.2020., 16:00)
16. Građevinarstvo – Portal građevinske industrije; <https://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/116/820/opekarski-proizvodi>, (pristupljeno 11.12.2020., 12:45)
17. Green Badger; <https://getgreenbadger.com/what-is-an-epd/>, (accessed on 7 July 2022, 19:52)
18. Nordic Swan Ecolabel; <https://www.svanen.se/en/for-licensees/graphical-guidelines/>, (accessed on 18 December 2020, 11:08)
19. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS); https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html, (accessed on 20 February 2022, 11:15)
20. Plodna zemlja; <https://plodnazemlja.com/2021/03/29/ad-polet-igk-novi-becej-dobio-epd-deklaraciju-proizvoda-o-zastiti-zivotne-sredine/>, (pristupljeno 20.4.2022., 19:22)
21. PN; <https://www.propisi.net/uredbu-o-kriterijumima-uslovima-i-nacinu-obracuna-potrazivanja-i-obaveza-izmedju-kupca-proizvodjaca-i-snabdevaca/>, (pristupljeno 20.2.2022., 10:00)

22. Privredna komora Srbije; https://api.pks.rs/storage/assets/ISO%2014000_jul%202019.pdf, (pristupljeno 14.8.2021., 9:15)
23. solarno net; <https://solarno.net/category/mala-skola-solara/>, (pristupljeno 20.2.2022. 9:40)
24. Univerzitet Crne Gore, Arhitektonski fakultet; https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_22697/objava_68204/fajlovi/ZK%208%20cas.pdf, (pristupljeno 15.12.2020., 16:30)
25. Zorka Opeka; www.zorka-opeka.rs/proizvodi/fasadna-opeka-proizvodi, (pristupljeno 15.12.2020., 16:40)

8. PRILOZI I SKRAĆENICE

8.1. Spisak skraćenica

EPD – Deklaracija građevinskih proizvoda o zaštiti životne sredine tip III (*eng. Environmental Product Declarations*)

IPD – Integrisano projektovanje (*eng. Integrated Design Process*)

EU – Evropska unija (*eng. European Union*)

LCA – Procena životnog ciklusa (*eng. Lyfe Cycle Assessment*)

IPPC – Integrisana kontrola i prevencija zagađivanja (*eng. Integrated Pollution Prevention and Control*)

BREF – Referentna dokumenta o najbolje dostupnim tehnikama (*eng. Best Available Technique Reference Document*)

WHO – Svetska zdravstvena organizacija (*eng. World Health Organization*)

IARC – Međunarodna organizacija za istraživanje raka (*eng. International Agency for Reaserch on Cancer*)

BAT – Najbolje dostupne tehnike (*eng. Best Available Technique*)

EMS – Sistema upravljanja životnom sredinom (*eng. Environmental Management System*)

EMAS – Šema eko-menadžmenta i provere kojom organizacije procenjuju uticaj svoje delatnosti na okolinu (*eng. Eco-Management and Audit Scheme*)

CE – Conformité européenne (*eng. European Conformity*)

PCR – Pravila za kategorizaciju proizvoda (*eng. Product Category Rules*)

GBC – Savet za zelenu gradnju (*eng. World Green Building Council*)

WFD – Okvirna direktiva o otpadu (*eng. Waste Framework directive legislation*)

BREEAM – Sistem sertifikacije održivih objekata – objekata zelene gradnje (*eng. Building Research Establishment Environmental Assessment Method*)

LEED – Nevladin međunarodni sistem za sertifikaciju energetski efikasnih i ekoloških objekata (*eng. Leadership in Energy and Environmental Design*)

DGNB – Nemački savet za održivu gradnju (*eng. German Sustainable Building Council*)

FSC – Savet za održivo upravljanje šumama (*eng. Forest Stewardship CouncilTM*)

TBE – Evropsko udruženje proizvođača cigli i crepa (*eng. Tiles & Bricks Europe*)

- EOL** – Scenario za kraj života (*eng. End-of-Life*)
- MFA** – Analiza toka materijala (*eng. Material Flow Analysis*)
- EA** – Analiza energije (*eng. Energy Analysis*)
- EE** – Ekonomska procena (*eng. Economic Evaluation*)
- EMA** – Emergijska analiza (*eng. Emergy Analysis*)
- DALY** – Životni vek prilagođen invaliditetu (*eng. Disability-Adjusted Life Years*)
- CSI** – Glavni set indikatora (*eng. Core Set of Indicators*)
- NERI** – Danski nacionalni institut za istraživanje životne sredine (*eng. National Environmental Research Institute*)
- 3BL** – Trostruki bilansni rezultat (*eng. Triple Bottom Line*)
- SM** – Održive proizvodnje (*eng. Sustainable Manufacturing*)
- BWS** – Metoda najboljeg-najgoreg skaliranja (*eng. Best-Worst Scaling*)
- MCDA** – Metoda višekriterijumske analize odlučivanja (*eng. Multi-Criteria Decision Analysis*)
- KPI** – Ključni indikatori učinka (*eng. Key Performance Indicators*)
- AHP** – Metoda analitičkih hijerarhijskih procesa (*eng. Analytic Hierarchy Process*)
- TOPSIS** – Tehnika za redosled prioriteta prema sličnosti sa idealnim rešenjem (*eng. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*)
- COPRAS** – Metoda direktne i proporcionalne zavisnost značaja i prioriteta posmatranih alternativa od skupa kriterijuma (*eng. Compressed Proportional Assessment*)
- GRA** – Metoda izračunavanja sivog relacionog stepena (*eng. Grey Relational Analysis*)
- MCDM** – Metoda višekriterijumskog odlučivanja (*eng. Multiple-criteria decision-making*)
- ELECTRE** – Porodica višekriterijumskih metoda analize odluka (*eng. ELimination Et Choix Traduisant la REalité*)
- HB** - Hijerarhijska Bayesova analiza (*eng. Hierarchical Bayesian analysis*)
- CBA** – Asocijacije proizvođača glinenih opeka u Južnoj Africi (*eng. CLAY BRICK ASSOCIATION OF SOUTHERN AFRICA*)
- SEPA** – Agencija za zaštitu životne sredine (*eng. Serbian Environmental Protection Agency*)

8.2. Prilozi

Prilog 1.

1. SRPS ISO 6332:2003, Kvalitet vode – Određivanje sadržaja gvožđa – Spektrometrijska metoda sa 1,10 – fenantrolinom
2. SRPS ISO 14025:2007, Oznake i deklaracije o zaštiti životne sredine – Deklaracija o zaštiti životne sredine tipa III – Principi i procedure
3. SRPS EN ISO 18412:2009, Kvalitet vode – Određivanje hroma (VI) – Fotometrijska metoda za slabo zagađenu vodu
4. SRPS ISO 14020:2012, Oznake i deklaracije koje se odnose na zaštitu životne sredine – Opšti principi
5. SRPS ISO 15713:2014, Emisije iz stacionarnih izvora – Uzimanje uzoraka i određivanje sadržaja fluorida u gasovitom stanju
6. SRPS ISO 14001:2015, Sistemi menadžmenta životnom sredinom – Zahtevi sa uputstvom za korišćenje
7. SRPS EN 12341:2015, Vazduh ambijenta – Standardna gravimetrijska metoda merenja za određivanje PM10 ili PM2,5 masene koncentracije suspendovanih čestica
8. SRPS EN 771-1:2016, Specifikacija elemenata za zidanje – Deo 1: Elementi za zidanje od gline
9. SRPS EN 13284-1:2017, Emisije iz stacionarnih izvora – Određivanje prašine u opsegu niskih masenih koncentracija – Deo 1: Ručna gravimetrijska metoda
10. SRPS EN 14792:2017, Emisije iz stacionarnih izvora – Određivanje masene koncentracije oksida azota – Standardna referentna metoda: hemiluminiscencija
11. SRPS EN 14791:2017, Emisije iz stacionarnih izvora – Određivanje masene koncentracije oksida sumpora – Standardna referentna metoda
12. SRPS EN ISO 5667-16:2017, Kvalitet vode – Uzimanje uzoraka – Deo 16: Smernice za biološko ispitivanje uzoraka
13. SRPS ISO/IEC 17025:2017, Opšti zahtevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje

14. SRPS ISO 14021:2017, Oznake i deklaracije koje se odnose na životnu sredinu – Samodeklarišuće tvrdnje u vezi sa životnom sredinom (označavanje koje se odnosi na životnu sredinu tipa II)
15. SRPS ISO/IEC 17025:2017, Opšti zahtevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje
16. SRPS ISO 14024:2018, Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom – Označavanje tipa I u vezi sa životnom sredinom – Principi i procedure
17. SRPS ISO/IEC 17025:2017/Ispr.1:2018. Opšti zahtevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje - Ispravka 1
18. SRPS EN ISO 14026:2019, Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom – Principi, zahtevi i smernice za komunikaciju koja se odnosi na informacije u vezi sa otiskom
19. SRPS ISO/TS 14027:2019, Oznake i deklaracije u vezi sa životnom sredinom – Razvijanje pravila za kategorije proizvoda
20. SRPS ISO 1996-2:2019, Akustika – Opisivanje, merenje i ocenjivanje buke u životnoj sredini – Deo 2: Određivanje nivoa zvučnog pritiska
21. SRPS EN 15804:2020, Održivost objekata – Deklaracija proizvoda o zaštiti životne sredine – Osnovna pravila za kategorizaciju građevinskih proizvoda

Prilog 2.**TEHNIČKI DODATAK**

Podnosilac prijave mora da priloži sve zahtevane podatke izračunate, izmerene ili ispitane u periodu neposredno pre podnošenja prijave. Merenja moraju biti reprezentativna za sve odgovarajuće serije ispitivanja i dosledna za sve delove prijave, kako je prikladno.

A1 Ekstrakcija sirovina - definicije pokazatelja i pondera

Izdan pod pritiskom:

Izdan pod pritiskom označava artesku izdan.

Prosečni protok površinskih vodnih tela.

Prosečni protok vodotoka u vezi sa kamenolomom izračunava se sagledavanjem odobrenog područja razmatranog kamenoloma. Izračunava se tako što se deo vodnog tela pomnoži sa brzinom vode. Vrednosti moraju biti reprezentativne za najmanje 12 meseci.

Opis pokazatelja

1.1. Količnik recikliranja vode

Videti A3.

1.2. Količnik uticaja kamenoloma

Izračunavanje I.2 sastoji se iz merenja područja pod uticajem, što uključuje prednji deo kamenoloma i područja aktivnog odlagališta, i odobrenog područja. Ta područja treba izmeriti za vreme radnih aktivnosti.

1.3. Otpad od prirodnih resursa

Izračunavanje I.3 sastoji se iz ocene upotrebljivog materijala i ukupne godišnje ekstrahovane količine. Upotrebljivi materijal odnosi se na količinu koja se može upotrebiti u bilo kom procesu: na primer, komercijalni blokovi, agregatni materijali, sve drugo što odgovara daljoj preradi i upotrebi.

1.4. Kvalitet vazduha

Ovaj pokazatelj je opisan u Direktivi Saveta 1999/30/EZ.

Izračunavanje I.4 sastoji se iz merenja, duž granične linije sa područjem kamenoloma, PM 10 suspendovanih čestica na osnovu posebnih zahteva metode ispitivanja i opštih odredbi Direktive (PM 10 je definisan u članu 2(11)). Metoda ispitivanja je definisana u SRPS EN 12341.

1.5. Kvalitet vode

Ovaj pokazatelj razmatra ukupne emisije suspendovanih čvrstih materija nakon prečišćavanja površinske vode koja je istekla iz kamenoloma. Izračunavanje I.5 sastoji se

iz merenja ukupne količine suspendovanih čvrstih materija korišćenjem metode ispitivanja iz SRPS ISO 5667-17.

1.6. Buka

Ovaj pokazatelj razmatra nivo buke koji se beleži duž granične linije sa područjem kamenoloma. Mere se neimpulsni šumovi. Izračunavanje I.6 sastoji se iz merenja buke korišćenjem metode ispitivanja iz SRPS ISO 1996-1.

Opis pondera W1.

Zaštita zemljišta/bonitetna klasifikacija zemljišta U skladu sa podacima Evropskog biroa za zemljište, vrši se kategorizacija zemlje u osam bonitetnih klasa, na osnovu njenih mogućnosti i ozbiljnosti ograničenja kada je reč o rastu useva.

Okvirni opis klasa je kako sledi:

- 1) zemljište klase I ima manja ograničenja koja ograničavaju njegovu upotrebu,
- 2) zemljište klase II ima umerena ograničenja kojima se ograničava izbor biljaka ili koja zahtevaju umerene postupke očuvanja,
- 3) zemljište klase III ima ozbiljna ograničenja kojima se ograničava izbor biljaka ili koja zahtevaju posebne postupke očuvanja, ili oba,
- 4) zemljište klase IV ima vrlo ozbiljna ograničenja kojima se ograničava izbor biljaka ili koja zahtevaju vrlo pažljivo upravljanje, ili oba,
- 5) kod zemljišta klase V nema, ili u manjoj meri ima, opasnosti od erozije ali ima drugih ograničenja, koja se ne mogu ukloniti, kojima se njegova upotreba svodi na pašnjake, područje za ispašu, šumske predele ili hranu i zaklon za divlje životinje,
- 6) zemljište klase VI ima ozbiljna ograničenja na osnovu kojih ono uglavnom postaje nepogodno za gajenje i kojima se njegova upotreba svodi na pašnjake, područje za ispašu, šumski predeo, ili hranu i zaklon za divlje životinje,
- 7) zemljište klase VII ima vrlo ozbiljna ograničenja na osnovu kojih ono postaje nepogodno za gajenje i kojima se njegova upotreba svodi uglavnom na ispašu, šumski predeo, ili divlje životinje,
- 8) zemljište klase VIII i mešana područja imaju ograničenja koja isključuju njihovu upotrebu za komercijalnu proizvodnju biljaka i ograničavaju je na rekreaciju, divlje životinje, ili snadbevanje vodom ili estetske namene.

A2 Izbor sirovina

Recikliranje u zatvornoj petlji podrazumeva recikliranje otpadnog proizvoda u istu vrstu proizvoda; za "sekundarni materijal" koji proizilazi iz procesa proizvodnje (kao što su viškovi ili ostaci); recikliranje u zatvorenoj petlji znači da se materijali ponovo koriste u istom procesu.

A3 Količnik recikliranja vode

Izračunavanje količnika recikliranja vode vrši se na osnovu sledeće formule koja se bazira na tokovima koji su označeni na slici A1

Otpadna voda se odnosi na vodu koja se upotrebljava u postrojenjima za prečišćavanje, dok sveža voda koja potiče od kišnice i podzemne vode nisu uključene.

$$\text{količnik recikliranja} = (\text{reciklirana otpadna voda} / \text{ukupna količina vode iz procesa}) \cdot 100 = (R / W1) \cdot 100$$



Slika A1: Shema toka vode za izračunavanje količnika recikliranja vode¹

¹ "W" označava otpadnu vodu koja se ispušta u životnu sredinu.

Otpadna voda se odnosi na vodu koja se upotrebljava u postrojenjima za prečišćavanje, dok sveža voda koja potiče od kišnice i podzemne vode nisu uključene.

A4 Izračunavanje potrošnje energije (PER, ERF)

Prilikom proračuna energetske potrebe procesa (PER) ili energetske potrebe za postupak pečenja (ERF), moraju se sagledati pravilni nosioci energije za celo postrojenje ili samo za fazu pečenja.

Za konverziju jedinica energije u MJ (Tabela A1) upotrebljava se ukupna toplotna moć (gornja toplotna moć) goriva.

Kada je reč o upotrebi drugih goriva, navodi se toplotna moć koja se upotrebljava za izračunavanje. Električna energija je neto uneta električna energija, koja dolazi iz mreže, i interna proizvodnja električne energije koja se meri kao električna snaga.

U oceni PER, kada je reč o proizvodnji aglomerisanog kamenja, razmatraju se svi energetske tokovi koji ulaze u postrojenje za proizvodnju kao goriva i električna energija.

U oceni PER, kada je reč o proizvodnji teraco ploča, razmatraju se svi energetske tokovi koji ulaze u postrojenje za proizvodnju kao goriva i električna energija.

U oceni ERF, kada je reč o proizvodnji keramičkih pločica, razmatraju se svi energetske tokovi koji ulaze u sve peći kao goriva koja se koriste u fazi pečenja.

U oceni ERF, kada je reč o proizvodnji glinenih pločica, razmatraju se svi energetske tokovi koji ulaze u sve peći kao goriva koja se koriste u fazi pečenja.

U oceni PER, kada je reč o proizvodnji cementa, razmatraju se svi energetske tokovi koji ulaze u proizvodni sistem kao goriva i električna energija.

Tabela A1 Tabela za izračunavanje PER ili ERF (za objašnjenja videti tekst)

Period proizvodnje	Dani	Od	Do	
Proizvodnja (kg)				
Gorivo	Količina	Jedinice	Faktor konverzije	Energija (MJ)
Prirodni gas		kg	54,1	
Prirodni gas		Nm ³	38,8	
Butan		kg	49,3	
Kerozin		kg	46,5	
Motorni benzin		kg	52,7	
Dizel gorivo		kg	44,6	
Gasno ulje		kg	45,2	
Ulje za loženje		kg	42,7	
Suvi parni ugalj		kg	30,6	
Antracit		kg	29,7	
Drveni ugalj		kg	33,7	
Industrijski koks		kg	27,9	
Električna energija (iz mreže)		kWh	3,6	
Ukupna energija				
Specifična potrošnja energije (MJ/kg proizvoda)				

A5 Izračunavanje potrošnje vode

Specifična potrošnja sveže vode izračunava se kako sledi:

$$CW_{p.a} = (W_p + W_a)/P_t$$

$CW_{p.a}$ = specifična potrošnja sveže vode. Rezultati se izražavaju u m^3 /tona, što je jednako l/kg;

P_t = ukupna uskladištena proizvodnja u tonama;

W_p = voda iz izvora namenjena isključivo industrijskoj upotrebi (izuzev vode iz izvora za domaću upotrebu, navodnjavanja i svaku drugu neindustrijsku upotrebu), u m^3 ;

W_a = voda iz vodovoda namenjena isključivo industrijskoj upotrebi (izuzev vode iz vodovoda za domaću upotrebu, navodnjavanja i svake druge neindustrijske upotrebe), u m^3 .

Granice sistema protežu se od sirovina do procesa pečenja.

A6 Emisije u vazduh (samo za prerađene proizvode)

Faktori emisije zagađivača vazduha izračunavaju se na sledeći način:

- 1) za svaki parametar iz tabela izračunava se koncentracija u izduvnom gasu, ispuštenom u životnu sredinu
- 2) merenja koja se koriste za izračunavanje moraju biti izvršena u skladu sa metodama ispitivanja koje su navedene u tabelama
- 3) uzorkovanje mora biti reprezentativno za datu proizvodnju

Prilog 3

Prilog preuzet iz Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (“Sl. glasnik RS”, br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016).

Granične vrednosti emisije otpadnih voda iz objekata i postrojenja za proizvodnju keramičkih proizvoda

Ovaj odeljak se odnosi na otpadne vode čije zagađujuće materije potiču uglavnom od komercijalne proizvodnje keramičkih proizvoda.

Otpadna voda iz proizvodnje vatrostalnih materijala i brušenja alata, split pločica, pločica i cigala ne sme se ispuštati u vodna tela. Te otpadne vode se ne koriste za čišćenje i održavanje proizvodnih kapaciteta i pranje sirovina. Otpadna voda se može ispuštati samo ukoliko je reciklirana do sledećeg stepena, za navedene proizvodne sektore: 1) proizvodnja piezo-keramike, do najmanje 50%; 2) proizvodnja posuđa i sličnih proizvoda, do najmanje 50% i 3) proizvodnja sanitarne opreme, do najmanje 30%.

Granične vrednosti emisije na mestu ispuštanja u površinske vode^(II)

Parametar	Jedinica mere	Granična vrednost emisije ^(I)
Temperatura	°C	30
pH		6.5-9
Suspendovane materije	mg/l	50
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK ₅)	mgO ₂ /l	20
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	mgO ₂ /l	80
Ukupni fosfor	mg/l	1.5

^(I) Vrednosti se odnose na dvočasovni uzorak.

^(II) Ne primenjuje se na vode iz indirektnog rashladnog sistema, za sanitarne vode.

Granične vrednosti emisije pre mešanja sa ostalim otpadnim vodama na nivou pogona^(III, IV)

Parametar	Jedinica mere	Granična vrednost emisije ^(I)
Olovo	mg/l	0,3

Kadmijum	mg/l	0,07
Ukupni hrom	mg/l	0,1
Kobalt	mg/l	0,1
Bakar	mg/l	0,1
Nikl	mg/l	0,1
Cink	mg/l	2
AOH (adsorbujući organski halogen) ^(II)	mg/l	0,1

^(I) Vrednosti se odnose na dvočasovni uzorak.

^(II) Zahtevi za AOH se odnose na slučajne uzorke.

^(III) Vrednosti prikazane u tabeli, koje se odnose na mešanje sa drugim otpadnim vodama na nivou preduzeća, se ne primenjuju ako po danu nije nastalo više od 4 m³ otpadne vode i ukoliko otpadna voda nije nastala tokom gaziranja.

^(IV) U slučaju da je produkcija otpadne vode do 8 m³/dan, za supstance koje se uklanjaju filtracijom, zahtevi za dostizanje granične vrednosti emisije će se smatrati ispunjenim ukoliko je sistem za tretman otpadnih voda, instaliran, operativan i održavan pod uslovima licenciranja i ako se proverava pre puštanja u rad, kao i u redovnim vremenskim intervalima koji ne prelaze pet godina, kako bi se proveravala ispravnost sistema. Ovo se dokazuje putem studije uticaja zatečenog stanja na životnu sredinu.