RAZVOJ I PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA U TRETMANU OPASNOG OTPADA I FORMIRANJE KONCEPTA POSTROJENJA ZA ODLAGANJE I TRETMAN OTPADA

By DEJANA POPOVIĆ

WORD COUNT 42773
TIME SUBMITTED 26-NOV-2020 09:54AM
PAPER ID 65684455

UNIVERZITET SINGIDUNUM
DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE

Inženjerski sistemi u menadžmentu

DEJANA P. POPOVIĆ, master, inženjer organizacionih nauka

RAZVOJ I PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA U TRETMANU OPASNOG OTPADA I FORMIRANJE KONCEPTA POSTROJENJA ZA ODLAGANJE I TRETMAN OTPADA

-DOKTORSKA DISERTACIJA-

MENTOR: Prof. dr. Dragan CVETKOVIĆ

redovni profesor,

Univerzitet Singidunum u Beogradu

Beograd, 2020.

ČLANOVI KOMISIJE:

Doc. dr. Goran AVLIJAŠ
Docent,
Univerzitet Singidunim u Beogradu

Dr Dejan CVETINOVIĆ, dipl.inž. – komentor iz matične NIO
naučni saradnik Instituta za nuklearne nauke „Vinča“,
Univerziteta u Beogradu

Datum odbrane doktorske disertacije:

Predgovor

Doktorske studije na Univerzitetu Singidunum upisala sam sa idejom da se posvetim istraživanju na unapređenju zaštite životne sredine, kroz nove izvore energije i tako dokažem da svi možemo da participiramo u njenom očuvanju. U okviru pristupnih radova bavila sam se problematikom iz oblasti energetske efikasnosti i klimatskih promena, kada sam shvatila područje moga istraživanja i ključnu temu moje doktorske disertacije.

Uz pomoć kolege dr Dejana Cvetinovića koji me je inspirisao njegovim inovativnim radom i praktičnim rešenjem - plazma tehnologijom na razgradnji opasnog otpada, došla sam na ideju da u okviru svoje doktorske disertacije sprovedem sveobuhvatne ekonomsko-finansijske analize isplativosti izgradnje postrojenja zasnovanog na plazma tehnologiji. Posebno sam mu zahvalna na neizmernoj pomoći i razumevanju da ovaj rad ima konačni oblik.

Zahvaljujem se svom mentoru, Prof. dr Draganu Cvetkoviću na razumevanju, podršci u razradi problematike istraživanja i završnim sugestijama za strukturu i oblik rada.

Takođe, se zahvaljujem mojoj porodici, majci i ocu, suprugu, koji su imali razumevanja i pružali mi podršku sve vreme mojih doktorski studija.

Ono što je dalo inspiraciju i upornost da se ovaj rad završi je ljubav moje dece Vanje i Relje.

Posvećujem ovaj rad mojim sinovima Vanji i Relji

Rezime

Republika Srbija je u procesu pristupanja Evropskoj Uniji preuzela najveći deo evropske pravne tekovine, odnosno izgradila sistem i transponovala i uskladila nacionalno tehničko zakonodavstvo sa zakonodavstvom EU. U oblasti upravljanja otpadom postignut je dobar nivo usklađenosti sa glavnim direktivama EU u oblasti otpada. Međutim, praktična primena i sprovođenje u praksi je u ranoj fazi, mada je izvestan napredak kod sakupljanja komunalnog otpada i sanitarnog odlaganja otpada na deponije. Upravljanje otpadom je jedna od glavnih odgovornosti države, a osnovni cilj programa upravljanja čvrstim otpadom je minimizacija zagađenja životne sredine kao i upotreba otpada kao resursa. Propisi Evropske unije u oblasti zaštite životne sredine su detaljni, konkretni i opsežni, ali ipak sa dovoljno fleksibilni za države članice u smislu prilagođavanja načina implementacije ustavnom i institucionalnom poretku.

Postojeća infrastruktura u domenu tretmana opasnog otpada u Srbiji je nepripremljena za primenu zahteva direktiva zasnovanim na Novom i Globalnom pristupu EU. Razvoj i prilagođenje metoda i novih tehnologija i izgradnja postrojenja za primenu novih tehnologija u tretmanu posebnih vrsta opasnog otpada, kao i usavršavanje stručnjaka je dug i skup proces. Zbog toga je potrebno, na nacionalnom nivou, angažovanje svih raspoloživih kapaciteta, koji mogu da doprinesu harmonizaciji i primeni zakonodavstva u oblasti zaštite životne sredine i upravljanja otpadom, čime će se doprineti zdravlju ljudi i ekonomskom razvoju, a u isto vreme će se obezbediti zadovoljenje potreba sadašnjih i budućih generacija.

Stanje sistema upravljanja opasnim otpadom na teritoriji Republike Srbije ukazuje na potpuno odsustvo bilo kog vida tretmana opasnog otpada i lokacije koja je opremljena za njegovo finalno odlaganje. Zbog gore navedenih problema istraživanje u okviru doktorske disertacije ponudilo je jedno od rešenja zbrinjavanja i potpunog uništenja opasnog otpada, koji je sada već

istorijski u mnogim preduzaćima u Republici Srbiji. Tretman opasnog otpada u ovom postrojenju baziraće se na zbrinjavanju PCB ulja, Ni-Cd baterija, biorazgradivog otpada itd.

U doktorskoj disertaciji je opisana trenutna situacija sa opasnim otpadom i zakonskom regulativom koja je prati, dato je rešenje i metodološki postupak kako se plazma tehnologijom može postići totalno zbrinjavanje otpada i pretvaranje u toplotnu i elektro energiju. Takođe, je izveden kompletan biznis model potrojenja koje bi imalo profitabilnu strukturu.

Abstrakt

The Republic of Serbia is taking the largest part in the process of joining the European Union European acquis and built the system and transposed and harmonized national technical legislation with EU legislation. In area waste management has achieved a good level of compliance with the main EU directives in the field of waste. However, the practical application and implementation in practice is at an early stage, although some progress has been made in collecting utilities waste and sanitary disposal of waste in landfills. Waste management is one of the main responsibilities of the state, and the basic goal of the management program solid waste minimizes environmental pollution as well as use waste as a resource. European Union regulations in the field of environmental protection are detailed, concrete and comprehensive, but still flexible enough for Member States in terms of adapting the manner of implementation to the constitutional and institutional order.

The existing infrastructure in the field of hazardous waste treatment in Serbia is unprepared for the application of the requirements of the directives based on the New and Global approach to the EU. Development and adaptation of methods and new technologies and construction of plants for the application of new technologies in the treatment of special species Hazardous waste as well as professional training is a long and expensive process. Because it is necessary, at the national level, to engage all available capacities, which can contribute to the harmonization and implementation of protection legislation environment and waste management, which will contribute to human health and economic development, and at the same time the needs will be met present and future generations.

State of the hazardous waste management system on the territory of the Republic of Serbia indicates the complete absence of any type of hazardous waste treatment and location Due to the above problems, this paper was written in order to offer one of the solutions for the disposal and complete

destruction of hazardous waste, which is now historic in many companies in the Republic of Serbia. The treatment of hazardous waste in this plant will be based on the disposal of PCB oil, Ni-Cd batteries, biodegradable waste, etc.

The paper describes the current situation with hazardous waste and the legal regulations that accompany it, provides a solution and methodological procedure on how plasma technology can achieve total waste disposal and energy to be converted into heat and electricity, also a complete business model of consumption that would had a profitable structure.

SPISAK KORIŠĆENIH OZNAKA – NOMENKLATURA

a -	broj atoma
$\hat{a}$ -	aktivnost supstance
b -	udeo elementa u sistemu
E -	energija jonizacije
G -	Gibsova funkcija
g -	specifična Gibsova funkcija
H -	entalpija
h -	Plankova konstanta
h_i -	specifična entalpija
H_f^0 -	entalpija stvaranja
k_B -	Bolcmanova konstanta
K_J -	konstanta brzine jonizacije
K_R -	konstanta hemijske ravnoteže
M -	molarna masa
$\dot{m}_a$ -	maseni protok radnog medijuma
m_e -	masa elektrona
$\dot{m}_g$ -	maseni protok treturanog medijuma
n -	broj molova
n_A^+ -	koncentracija jona
n_A^0 -	koncentracija neutralnih atoma
n_e -	koncentracija elektrona
p -	pritisak
R -	gasna konstanta
s -	specifična entropija
T -	temparatura
U_A -	particiona funkcija atoma
U_A^+ -	particiona funkcija jona
X -	stepen jonizacije
j -	modifikovana specifična Gibsova funkcija
l -	Lagranžov množitelj
m -	hemijski potencijal supstance
n -	stehiometrijski koeficijent
F -	modifikovana Gibsova funkcija

S A D R Ž A J

Predgovor iii

Rezime v

Abstract in English vii

Spisak korišćenih oznaka-nomenklatura ix

1. DEFINISANJE I OPIS PREDMETA – PROBLEMA ISTRAŽIVANJA 1

1.1 Pregled vladajućih stavova i shvatanja u literaturi u području istraživanja sa navodom literature koja je konsultovana 3

1.2 Predmet istraživanja 5

1.3 Tretmani opasnog otpada koji bi se razvili u novom postrojenju bili bi: 6

1.4 Cilj istraživanja 6

1.5 Metode i tehnike istraživanja 7

1.6 Hipotetički okvir istraživanja 8

1.7 Naučna i društvena opravdanost istraživanja 9

2. OSNOVNE POLAZNE TEORIJSKE PRETPOSTAVKE 11

2.1 Motivi i razlozi za istraživanje 11

2.2 Vrste i klasifikacija otpada 12

2.3 Upravljanje otpadom u Republici Srbiji 16

2.4 Opasni otpad 21

2.5 Klasifikacija opasnog otpada u skladu sa Evropskom listom otpada 21

2.6 Kriterijumi za određivanje opasnih osobina 22

2.7 Međusobna povezanost propisa o opasnom otpadu i o prevozu opasnih tereta 22

2.8 Kratak istorijat razvoja EU regulative u oblasti upravljanja otpadom 23

2.9 Postojeće stanje regulativa o otpadu u EU 23

2.10 Opasan otpad i stanje u Republici Srbiji 30

2.11 Ciljevi Republike Srbije u oblasti upravljanja opasnim otpadom..... 31

2.12 Zakonodavni i institucionalni okvir u oblasti upravljanja opasnim otpadom 32

2.13 Nadležnost za obređivanje lokacije za izgradnju i rad postrojenja za tretman opasnog otpada 35

3. PLAZMA TEHNOLOGIJA ZA TRETMAN OPASNIH OTPADA 36

3.1 Osnove tehnološkog procesa tretmana otpada termalnom plazmom 36

3.2 Karakteristike tretmana opasnih otpada u termalnoj plazmi..... 39

3.3 Generacija plazme 42

3.3.1 DC plazmatroni sa neprenešenim lukom 43

3.3.2 DC plazmatroni sa prenešenim lukom 45

3.3.3 Plazmatroni sa RF indukcijom 47

3.4 Tehnički opis postrojenja za tretman otpada u termalnoj plazmi 51

3.4.1 Osnovni podsistemi postrojenja i njihove osobine 51

3.5 Vrste otpada koje se mogu tretirati u termalnoj plazmi 56

4. ANALIZA TRETMANA POPs JEDINJENJA U TERMALNOJ PLAZMI 57

4.1 Karakteristike POPs jedinjenja 57

4.2 Polihlorovani bifenili (PCBs) 61

4.3 Metod proračuna ravnotežnog termodinamičkog sastava složenih hemijskih sistema koji se javljaju pri tretmanu opasnog otpada termalnom plazmom 65

4.4 Rezultati proračuna ravnotežnog termodinamičkog sastava složenih hemijskih sistema koji se javljaju pri tretmanu opasnog otpada termalnom plazmom 75

4.5 Ekološki efekti tretmana opasnih otpada primenom termalne plazme 84

5. BIZNIS PLAN..... 89

5.1 Opis organizacije 89

5.2 Vizija, Misija i Ciljevi projekta 93
5.3 Marketing plan 93
5.3.1 Istraživanje i analiza tržišta 93
5.3.2 Kupci 96
5.3.3 Veličina tržišta i trendovi 97
5.3.4 Analiza konkurencije 97
5.3.5 Procena tržišnog učešća i prodaje 98
5.4 Formiranje marketing plana 99
5.4.1 Marketing strategija 99
5.4.2 Formiranje cena i taktike prodaje 101
5.4.3 Reklamiranje i promocija 101
5.4.4 Distribucija 102
5.4.5 Analiza situacije 103
5.4.6 Analiza stanja 103
5.4.7 SWOT analiza 103
5.4.8 PEST analiza 107
5.4.9 Analiza stejkholdera 111
5.4.10 Analiza problema 114
5.5 Građevinski i tehnološki projekat 116
5.5.1 Opis tehnološkog procesa 117
5.5.2 Jedinica za pripremu otpadnog materijala 117
5.5.3 Gasifikacija 117
5.6 Analiza lokacije 122
5.7 Plan organizacije i menadžmenta 122
5.7.1 Specifikacija potrebne radne snage na nivou fabričkog kompleksa 122
5.7.2 Specifikacija osnovne tehnološke opreme sa tehničkim karakteristikama uređaja 123

5.7.3 Organizaciona shema i odgovornosti 125

5.8 Finansijski plan.....126

5.8.1 Ukupna investiciona ulaganja.....126
5.8.2 Izvori finansijskih sredstava 128
5.8.3 Plan otplate anuiteta.....128
5.8.4 Utrošak materijala 129
5.8.5 Planirani obim proizvodnje i prodaje 130
5.8.6 Obračun amortizacije 132
5.8.7 Bilans uspeha 133
5.8.8 Početni Bilans stanja 136
5.8.9 Novčani tokovi.....137
5.8.10 Finansijski tok.....137
5.8.11 Ekonomski tok.....139
5.8.12 Finansijska ocena projekta.....141
5.8.13 Statička ocena projekta 141
5.8.14 Dinamička ocena projekta 141
5.8.15 Analiza senzitivnosti 145
5.8.16 Društvena ocena projekta.....145

6. ZAKLJUČAK.....149
7. REFERENCE 154
8. PRILOG 1 163
9. PRILOG 2 168
10. PRILOG 3 180
11. Spisak tabela 196
12. Biografija autora 197

1. DEFINISANJE I OPIS PREDMETA – PROBLEMA ISTRAŽIVANJA

Postoji više definicija opasnog otpada koje za osnovu uglavnom imaju karakteristike opasnog otpada. Prema standardima Američke agencije EPA (Enviromental Protection Agency), opasan otpad se definiše kao ”određeni čvrsti otpad ili kombinacija čvrstih otpada, koji s obzirom na količinu, koncentraciju ili fizička, hemijska i infektivna svojstva, može izazvati, ili u velikoj meri doprineti, smrtnosti kao i porastu hroničnih i akutnih oboljenja, ili ukoliko se tretira na neodgovarajući način, ili se transportuje i deponuje na neadekvatan način, može u znatnoj meri izazvati negativne efekte na zdravlje ljudi i kvalitet životne sredine”. Mada se ova definicija odnosi na čvrste otpadne materije, ona se primenjuje na semičvrste komponente, tečnosti kao i gasovite komponente. Prema standardima koji se primenjuju u svetu, otpad se svrstava u kategoriju opasnog, ukoliko poseduje jedno od dole navedenih svojstava:

- Pokazuje osobine zapaljivosti, korozivnosti, reaktivnosti ili toksičnosti;
- Potiče iz nespecifičnog izvora (generisani otpad iz industrijskih procesa);
- Potiče iz specifičnog izvora (iz specijalnih industrija);
- Specifičan je komercijalni hemijski proizvod ili poluproizvod;
- Predstavlja smešu definisanih opasnih otpada;
- Predstavlja supstancu koja nije isključena sa liste opasnog otpada koja je sastavni deo zakonske regulative;

Pri konkretnom definisanju opasnog otpada, u cilju njegove klasifikacije utvrđena su četiri osnovna kriterijuma (prema EPA klasifikaciji), koja u isto vreme predstavljaju osnovne karakteristike svakog opasnog otpada: zapaljivost, krozivnost, reaktivnost i toksičnost. Prema nekim izvorima navodi se i peti kriterijum, a to je eksplozivnost.

Pre pristupanja bilo kakvom tretmanu, neophodno je izvršiti označavanje otpada u skladu sa izvršenom karakterizacijom. Kategorizacija i sakupljanje

opasnog otpada predstavlja veoma važnu fazu u upravljanju opasnim otpadom, a podrazumeva detaljnu analizu otpadnih materija i svrstavanje u jednu od definisanih kategorija. Karakterizacija otpada, odnosno utvrđivanje sadržaja (sastava) i osobina (karakteristika) opasnih otpada, radi se po upustvima Bazelske konvencije, kao i standarda EPA i ISO za pojedine kategorije otpada.

Prema evropskom katalogu otpada, koji sadrži listu od 850 tipova otpada, 420 tipova klasifikovani su kao opasan otpad.

Uzimajući u obzir navedene karakteristike opasnog otpada, sasvim je jasno da se njegovom prikupljanju, transportu i tretmanu u cilju uništavanja ili makar inertovanja mora posvetiti pažnja. U slučaju nepravilnog tretmana, opasni otpad može predstavljati izvor zagađenja vazduha, vode, i zemljišta. Preko vazduha, vode i zemlje, a koristeći prirodni lanac ishrane, bivaju opasnim i štetnim materijama ugrožene biljne i životinjske vrste i konačno sam čovek.

Kategorije opasnog otapda se mogu videti u aneksima Direktive 91/689/EEC i on se su u ovim aneksima objedinjene prema njihovoj prirodi i načinu nastanka (aneks I);u aneksu II su dati konstituenti otpada a u aneksu III su prikazane osobine koje ga čine opasnim. Zapravo u aneksu III možemo identifikovati njegove osobine i pročitati ih u svim dokumentima vezanim za njegovo upravljanjene.

U Republici Srbiji susrećemo se saopasnim otpadom kao problemom koji se jako teško rešava ukoliko ne dođe do integrisanog pristupa svih značajnih učesnika koji se bave zaštitom životne sredine. Sama suština problema upravljanja opasnim otpadom je sams realizacija i nemogućnost da sa praktične strane bude sprovedeno njegovo zbrinavanje. Republika Srbija ima institucionalni i zakonodavni okvir rešavanja problema, ali primena je i dalje na slabom nivou.

Na osnovu navedenih činjenica **predmet istraživanja** usmeren je na razvoj i unapređenje naučno – tehnološko – privrednih kapaciteta formiranjem

koncepta modernog postrojenja za tretman otpada. Ovo istraživanje pripada oblasti inženjerskog menadžmenta tj. povezuje inženjering i menadžment sa orjentacijom na nove tehnologije u tretmanu opasnog otpada i projektovanje tehničkih postrojenja za tretman otpada.

1.1 Pregled vladajućih stavova i shvatanja u literaturi u području istraživanja sa navodom literature koja je konsultovana

Strategija upravljanja otpadom Republike Srbije za period 2010–2019. godine (Sl. glasnik RS, br.29/10) predstavlja bazni dokument u oblasti upravljanja otpadom, kojim se određuju kratkoročni i dugoročni ciljevi upravljanja otpadom i obezbeđuju uslovi za njegovo racionalno i održivo upravljanje na nivou Republike. Takođe, neophodno je da bude podržana kroz implementacione planove koji regulišu posebne tokove otpada.

Stanje sistema upravljanja opasnim otpadom na teritoriji Republike Srbije, međutim, ukazuje na potpuno odsustvo bilo kog vida tretmana opasnog otpada i lokacije koja je opremljena za njegovo finalno odlaganje.

Vlada RS je 2008. godine, usvojila Zaključak o izgradnji postrojenja za fizičko-termički tretman opasnog otpada.

Potpuno identična situacija karakteristična je i za segment finalnog odlaganja, usled nepostojanja adekvatne deponije za odlaganje opasnog otpada. Pojedina preduzeća, pored privremenih skladišta, poseduju i sopstvene deponije na kojima odlažu opasni otpadi (npr. deponije fosfogipsa, flotacijska jalovišta, deponije pepela termoelektrana), a koje su uglavnom označene kao neadekvatne i bez sprovođenja mera zaštite životne sredine. Republička komisija je u okviru projekta Ministarstva životne sredine – Opasan otpad u Republici Srbiji (2007) sprovela popis postojećih industrijskih deponija opasnog otpada IPPC postrojenja u Srbiji, čime se ujedno dobio i kompletan uvid u njihovu prostornu distribuciju, kao i količine opasnog otpada koje su na takav način odložene.

Republika Srbija je januara 2014.godine formalno otpočela pristupne pregovore sa EU preuzimajući evropsku pravnu tekovinu obuh vaćenu kroz 35 poglavlja. Politika Evropske Unije, u okviru 27. poglavlja – životna sredina, ima za cilj da promoviše održivi razvoj i zaštiti životnu sredinu za sadašnje i buduće generacije. Ona je zasnovana na preventivnoj akciji, načelu "zagađivač plaća", borbi protiv ekološke štete na samom izvoru nastajanja, zajedničkoj odgovornosti i integraciji zaštite životne sredine u druge politike EU. Evropska pravna tekovina u oblasti životne sredine sadrži više od 200 pravnih dokumenata koji obuhvataju horizontalno zakonodavstvo, kvalitet vode i vazduha, upravljanje otpadom, zaštitu prirode, kontrolu industrijskog zagađenja i upravljanje rizikom, hemikalije, buku i šumarstvo. Poštovanje pravnog nasleđa zahteva značajna ulaganja.

Aktuelnost problematike istraživanja jasno se sagledava iz Izveštaja Evropske komisije za 2016. godinu o napretku Republike Srbije pristupanju Evropskoj Uniji. Naime, u oblasti upravljanja otpadom, konstatuje se da je postignut dobar nivo usklađenosti sa glavnim direktivama EU u oblasti otpada, pri čemu je postignut napredak u pogledu Okvirne direktive o otpadu, Direktive o deponijama i Direktive o industrijskim emisijama. Sprovođenje je i dalje u ranoj fazi, a primećen je izvestan napredak kod povećanja procenata sakupljanja komunalnog otpada i sanitarnog odlaganja otpada na deponije. Jako je bitno da se unapredi nacionalna strategija za upravljanje komunalnim otpadom i da bude u skladu sa zakonskim propisima, na taj način možemo da smanjimo i razvrstamo otpad na njegovom izvoru nastanka, da se upotrebi reciklaža po vrstama otpada i ponovno korišćenje. Važno je da se zatvore deponije koje nisu u skladu sa propisima, kao i da se razvije detaljan nacionalni plan za upravljanje otpadom, kao i neke od ekonomskim mera kako bi se upraljalo posebnim tokovima otpada.

1.2 Predmet istraživanja

Velike količine opasnog otpada se danas izvoze i zbrinjavaju van Republike Srbije. Još veće količine otpada predstavlja “istorijski otpad” koji je zatečen u bivšim državnim preduzećima i koji iziskuje ogromna finansijska sredstva. Prepoznavši stanje na tržištu otpad se posmatra kao sirovina za dobijanje energije ili novih proizvoda (waste to energy / waste to product). U tom smislu može da se ostvari dvostruki dobitak za našu privredu, sa jedne strane smanjenje sadašnje cene zbrinjavanja otpada, koji bi bio tretiran jer bi bio olakšan troškovima izvoza, i sa druge strane uštede u proizvodnji energije ili dobijanje gotovih proizvoda koji se mogu koristiti kod nas ili izvoziti.

U cilju eliminacije, ili makar umanjenja svih navedenih negativnih efekata opasnog otpada, neophodno je pristupiti odgovarajućem, izabranom, tretmanu. U slučaju neblagovremenog rešavanja problema, cena tretmana će porasti, i ukoliko (što je vrlo verovatno), dođe do dodatne kontaminacije zemljišta i podzemnih voda, može se desiti da se sasvim isključi mogućnost dekontaminacije. Pri tretiranju opasnog otpada u cilju zaštite životne sredine od štetnih dejstava, treba definisati prioritetetne zahvate. Na sadašnjem stupnju razvoja, postavljaju se sledeći prioriteti:

- Minimizacija opasnog otpada,
- Reciklaža i prečišćavanje,
- Dobijanje novih proizvoda od recikliranih elemenata,
- Tretman i spaljivanje,
- Deponovanje (skladištenje).

Redosled na listi prioriteta je napravljen po redosledu njihove primene u ciklusu ukupnog menadžmenta opasnog otpada a da bi konačan efekat bio najsvrsishodniji.

1.3 Tretmani opasnog otpada koji bi se razvili u novom postrojenju bili bi:

- Krajnje zbrinjavanje PCB ulja i drugih tečnih otpada termičkim postupcima (waste to energy)
- Tretman i proizvodnja novih, od korišćenih, Ni - Cd baterija (waste to energy/product)
- Tretman biorazgradivog otpada (waste to energy/product)
- Proizvodnja ASF-a (alternative solid fuel) (waste to energy/product)

U okviru disertacije, sa ciljem da se teoretski rasvetli problem istraživanja i definišu hipoteze istraživanja, teorijski su analizirane direktive, standardi, zakoni, pravilnici, uredbe, knjige, naučni radovi i članci koji se direktno odnose na istraživački problem. Dodata su saznanja naučnika i drugih autora koji su ispitivali problematiku kojom se bavi ova disertacija.

1.4 Cilj istraživanja

U skladu sa navedenim predmetom istraživanja, **opšti cilj istraživanja** ove disertacije usmeren je na:

- razvoj i primena novih tehnologija u tretmanu opasnog otpada;
- definisanje opšte metodologije za upravljanje otpadom u cilju identifikacije aktivnosti u vezi sa transportom, pakovanjem, održavanjem i privremenim skladištenjem opasnog i neopasnog otpada, kao i konačno zbrinjavanje;
- usaglašenost upravljanja otpadom sa svim zakonskim propisima;
- formiranje koncepta modernog postrojenja za odlaganje i tretman otpada

Na osnovu navedenog, **naučni cilj** istraživanja predstavlja razvoj novih tehnologija u tretmanu opasnog otpada, metodologije za upravljanje otpadom i izradu biznis plana postrojenja za upravljanje opasnim otpadom. Pri tome, ključnu podlogu u razvoju odgovarajuće metodologije imaju zakonski propisi i standardi za upravljanje otpadom u Republici Srbiji, koji su transponovani iz

Evropske Unije. Poseban akcenat stavljen je na Zakon o upravljanju otpadom i svim podzakonskim aktima u ovoj oblasti.

Praktični cilj ovog istraživanja predstavlja prikaz efikasne primene metodologije za izgradnju postrojenja za upravljanje opasnim otpadom. Takođe, praktičan cilj istraživanja ostvaren je i kroz definisanje mogućih mera za smanjenje ili eliminaciju postojećih rizika pri upravljanju otpadom. Dodatno, praktičan cilj istraživanja predstavlja i definisanje relevantnih podataka i smernica za poboljšanje upravljanja otpadom. Samim tim, rezultati ovog istraživanja daju doprinos kroz stvaranje kvalitetnog javno-privatnog partnerstva.

1.5 Metode i tehnike istraživanja

Predistraživačka etapa sastojala se od pretraživanja i izbora relevantne literature vezane za odabranu temu, izrade teorijsko-metodološkog okvira rada, kao i od sastavljanja plana istraživanja i vremenskog rasporeda aktivnosti.

U drugoj etapi istraživanja biće analizirani prikupljeni podaci iz predmetne oblasti (direktive, standardi, zakoni, baze podataka, naučni radovi, ankete, itd.).

Treća etapa istraživanja posvećena je razvoju postrojenja, zasnovanog na principima waste to energy i waste to product, koji bi imao mogućnost tretmana gore navedenog opasnog otpada i njegovo konačno zbrinjavanje.

Četvrta etapa istraživanja sastoji se od detaljno definisanog biznis modela i plana ovog postrojenja, opravdanosti marketing strategije i njene primene sa SWOT i PEST analizama, definisanje finansijskog plana i detaljna analiza isplativosti ulaganja svih zainteresovanih strana u postrojenje za tretman opasnog otpada.

U poslednjoj etapi istraživanja pristupa se dokazivanju postavljenih hipoteza, donošenju opštih zaključaka i definisanju plana za dalji istraživački rad.

U cilju uspešne realizacije plana istraživanja predviđa se praktična primena osnovnih naučnih metoda primerenih ovom nivou i tipu naučnog istraživanja:

- Prikupljanje, proučavanje i analiza postojeće literature;
- Metode komparativne analize prikupljenog i proučenog materijala;
- Metode analize i sinteze, zasnovane na stečenom znanju i iskustvima;
- Metode predikcije na bazi iskustava u radu;
- Primena kvantitativnih – matematičkih i statističkih – metoda, po potrebi,
- Metoda procene korisnosti pojedinih predloženih rešenja;
- Metoda anketiranja korisnika;
- Primena algoritma toka i uzročno-posledične zavisnosti;
- Primena mrežnih dijagrama i gantograma;
- Primena metode analize
- Primena SWOT i PEST analize i analize stejkholdera

Uz pomoć tabelarnih, grafičkih i dijagramskih prikaza biće objedinjeni prethodno navedeni metodi što će dodatno da olakša izvođenje naučnog objašnjenja.

Na osnovu sadašnje situacije i iskustava, analize koja će biti izvršena u okviru disertacije kao i metoda koji će biti primenjeni, očekuje se dobijanje jasnije slike o potrebama, metodama, načinima, modelima i alatima neophodnim za uspešno realizaciju predmeta istraživanja.

1.6 Hipotetički okvir istraživanja

U skladu sa predmetom i postavljenim ciljevima, istraživanje će biti bazirano na sledećim hipotezama koje su proizašle iz ispitivanje i istraživanja literature.

Glavna hipoteza inicirala je početak istraživanja, dok je posebna hipoteza u veoma uskoj vezi sa glavnom hipotezom.

Opšta (glavna) hipoteza istraživanja

H1: Moguće je izraditi opštu metodologiju za tretman opasnog otpada.

Posebna hipoteza istraživanja:

H2: Izgradnja postrojenja za primenu novih tehnologija u tretmanu posebnih vrsta opasnog otpada u Republici Srbiji ispuniće zahteve relevantnih propisa i standarda.

Pojedinačne hipoteze istraživanja:

H3: Primenom metodologije za tretman posebnih vrsta opasnog otpada moguće je proizvesti energiju i proizvode koji bi smanjili troškove rada.

H4: Primenom metodologije za tretman posebnih vrsta opasnog otpada značajno će doprineti očuvanju i zaštiti životne sredine.

H5: Rizici koji postoje u tretmanu opasnog otpada mogu se eliminisati ili smanjiti primenom odgovarajuće metodologije.

1.7 Naučna i društvena opravdanost istraživanja

Realizacija predloženog projekta predstavlja relevantnu podlogu za povećanje efikasnosti i efektivnosti u području upravljanja otpadom. Predloženim naučnim istraživanjem uz primenu odgovarajuće metodologije i novih tehnologija aktualizovan je problem izgradnje i unapređenja sistema za tretman opasnog otpada u Republici Srbiji. Naučni doprinos ovog istraživanja ogleda se u stvaranju novih osnova za teorijsko, metodološko i konceptualno unapređenje upravljanja opasnim otpadom. Doprinos ovog istraživanja je

stvaranje naučno zasnovanog i praktično potvrđenog koncepta, inovativnih metoda i novih tehnologija za tretman opasnog otpada, uz razvoj regulative, čime se stvaraju mogućnosti privrednim subjektima za pouzdane aktivnostia transporta, pakovanja, skladištenja opasnog i neopasnog otpada, čime se ispunjavaju bezbednosni normativi i zahtevi priznati na svetskom nivou. U aplikativnom smislu, očekivani doprinos realizacije istraživanja mogao bi se izraziti u značajnim mogućnosti unapređenja uspešnosti i konkurentnosti domaćih poslovno-proizvodnih sistema, koji bi povećali svoju konkurentnost u ispunjavanju zahteve tehničkog zakonodavstva, standarda i propisa Evropske Unije (EU).

2. OSNOVNE POLAZNE TEORIJSKE PRETPOSTAVKE

2.1 Motivi i razlozi za istraživanje

Izgradnja i unapređenje infrastrukture u oblasti upravljanje otpadom u Republici Srbiji, koja identifikuje aktivnosti u vezi sa transportom, pakovanjem, održavanjem i privremenim skladištenjem opasnog i neopasnog otpada, kao i konačno zbrinjavanje. U procesu pristupanja Republike Srbije Evropskoj Uniji glavni posao je preuzimanje evropske pravne tekovine, u kojoj je najobimniji segment harmonizacija nacionalne infrastrukture kvaliteta sa evropskom infrastrukturom kvaliteta. Srbija je izgradila sistem i transponovala i uskladila veći deo tehničkog zakonodavsta, standarda i tehničkih propisa sa zakonodavstvom EU, odnosno do sada je preuzeto 97% standarda i oko 80% tehničkih propisa. Uspostavljanje efektivnog sistema i primena novih tehnologija u tretmanu opasnog otpada jeste obaveza Srbije u procesu pristupanja Evropskoj uniji, ali i mogućnost da proizvede energija i proizvodi koji bi smanjili troškove rada i podigli nivo zaštite životne sredine.

Postojeća infrastruktura u domenu tretmana opasnog otpada u Srbiji je nepripremljena za primenu zahteva direktiva zasnovanim na Novom i Globalnom pristupu EU. Razvoj i prilagođenje metoda i novih tehnologija i izgradnja postrojenja za primenu novih tehnologija u tretmanu posebnih vrsta opasnog otpada, kao i usavršavanje stručnjaka je dug i skup proces. Zbog toga je potrebno, na nacionalnom nivou, angažovanje svih raspoloživih kapaciteta, koji mogu da doprinesu harmonizaciji i primeni tehničkog zakonodavstva u privredu Srbije. Aktuelnost istraživanja je nesporna jer se odnosi na unapređenje i jačanje kapaciteta nacionalne infrastrukture za tretman posebnih vrsta opasnog otpada u Republici Srbiji shodno zahtevima relevantnih propisa i standarda. Rezultati istraživanja omogućiće domaćim proizvođačima da izvrše

2.2 Vrste i klasifikacija otpada

Otpad je svaka materija ili predmet koji vlasnik odbacuje, namerava ili mora da odbaci. Vrste otpada su:

- komunalni otpad (otpad iz domaćinstva);
- komercijalni otpad;
- industrijski otpad.

Komunalni otpad je otpad iz domaćinstava (kućni otpad), kao i drugi otpad koji je zbog svoje prirode ili sastava sličan otpadu iz domaćinstva (biorazgradivi i baštenski otpad, staklo, plastika, boce od spreja, kućna hemija, fluoroscentne cevi, razreñivači i boje, ulja, baterije i dr) (Zakon o upravljanju otpadom "Službeni glasnik RS", br. 36/2009 i 88/2010, član 5.). U komunalni otpad spada i otpad nastao na javnim površinama u lokalima, restoranima, školama i vrtićima.

Biorazgradivi otpad ne spada u opasni otpad već u komunalni. To nije otpad nastao u šumarstvu, kanalizacioni mulj, ostaci tekstila, prerađenog drveta ili papira. Njega možemo da kategorišemo i kao mokri otpad. Mpžemo ga podeliti na zeleni otpad iz parkova i vrtova i kuhinjski otpad, i obično sadrži između 50% I 60% vode.

Komercijalni otpad je otpad koji nastaje u raznim organizacijama I firmama, institucijama, koje se u celini ili delimično bave trgovinom, uslugama, kancelarijskim poslovima, sportom, rekreacijom ili zabavom. (Zakon o upravljanju otpadom "Službeni glasnik RS", br. 36/2009 i 88/2010, član 5.).

Industrijski otpad je otpad iz bilo koje industrije ili sa lokacije na kojoj se nalazi industrija, osim jalovine i pratećih mineralnih sirovina iz rudnika i kamenoloma (Zakon o upravljanju otpadom "Službeni glasnik RS", br. 36/2009 i 88/2010, član 5.).

Otpad može biti: neopasan, inertan i opasan, i to u zavisnosti od njegove štetnosti i uticaja na zdravlje ljudi.

Neopasan otpad je otpad koji ne ugrožava zdravlje ljudi, životnu sredinu i nema karakteristike opasnog otpada(Zakon o upravljanju otpadom "Službeni glasnik RS", br. 36/2009 i 88/2010, član 5.).

Opasan otpad jeste otpad koji može prouzrokovati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi. On na osnovu svog porekla, koncentracije opasnih materija I sastava, može imati najmanje jednu od opasnih karakteristika utvrđenih posebnim propisima, uključujući i ambalažu u koju je opasan otpad bio ili jeste upakovan (Zakon o upravljanju otpadom "Službeni glasnik RS", br. 36/2009 i 88/2010, član 5.).

Otpad se, prema Katalogu otpada, razvrstava u dvadeset grupa u zavisnosti od mesta nastanka i porekla. Katalog otpada se nalazi u okviru Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada("Službeni glasnik RS", br. 56/2010).

Tabela 2.1 Katalog otpada (Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada "Službeni glasnik RS", br.56/2010, član 14., Prilog 1)

Indeksni broj	**Mesto i poreklo nastanka otpada**
01	Otpadi koji nastaju od istraživanja, iskopavanja iz rudnika ili kamenoloma, i fizičkog i hemijskog tretmana minerala
02	Otpadi iz poljoprivrede, hortikulture, akvakulture, šumarstva, lova i ribolova, pripreme i prerade hrane
03	Otpadi od prerade drveta i proizvodnje papira, kartona, pulpe, panela i nameštaja
04	Otpadi iz kožne, krznarske i tekstilne industrije
05	Otpadi od rafinisanja nafte, prečišćavanja prirodnog gasa i pirolitičkog tretmana uglja
06	Otpadi od neorganskih hemijskih procesa

Indeksni broj	Mesto i poreklo nastanka otpada
07	Otpadi od organskih hemijskih procesa
08	Otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe premaza (boje, lakovi i staklene glazure), lepkovi, zaptivači i štamparska mastila
09	Otpadi iz fotografske industrije
10	Otpadi iz termičkih procesa
11	Otpad od hemijskog tretmana površine i zaštite metala i drugih materijala
12	Otpad od oblikovanja i fizičke i mehaničke površinske obrade metala i plastike
13	Otpadna ulja i otpadi od tečnih goriva (osim jestivih ulja i onih u grupo 05,12,19)
14	Otpadi od organskih rastvarača, sredstava za hlađenje i potisnih gasova
15	Otpadi od ambalaže; absorbenti, krpe za brisanje, materijali za filtriranje i zaštitne tkanine, ako nije drugačije specificirano
16	Otpadi koji nisu drugačije specificirani u katalogu
17	Građevinvki otpadi i otpadi od rušenja
18	Otpadi iz objekata u kojima se obavlja zdravstvena zaštita ljudi i životinja i/ili s tim povezanog istraživanja (uključujući otpad iz kuhinja i restorana koji ne dolazi od neposredne zdravstvene zaštite)
19	Otpadi iz postrojenja za obradu otpada, pogona za tretman otpadnih voda van lokacija nastajanja i pripremu vode za ljudsku potrošnju i korišćenje u industriji
20	Komunalni otpad (kućni otpad i slični komercijalni i industrijski otpad), uključujući odvojeno sakupljene frakcije

Hijerarhija upravljanja otpadom predstavlja redosled prioriteta u praksi upravljanja otpadom:

- prevencija stvaranja bilo koje vrste otpada
- priprema za ponovnu upotrebu za istu ili neku drugu namenu
- reciklaža;

- ostale operacije ponovnog iskorišćenja (ponovno iskorišćenje u cilju dobijanja energije, kompostiranje,
- odlaganje na deponije, ukoliko ne postoji drugo rešenje

Bitno je da tretman neke vrste opasnog otpada će smanjiti zapreminu, opasne karakteristike, olakšati rukovanje sa otpadom i podsticaj ponovnog iskorišćenja.

Tretman otpada obuhvata fizičke, termičke, hemijske ili biološke procese koji menjaju karakteristike otpada sa ciljem smanjenja zapremine ili opasnih karakteristika, olakšanja rukovanja sa otpadom ili podsticanja ponovnog iskorišćenja otpada.

Kada želimo da ponovo iskoristimo otpad ovim postupkom ili metodom obezbeđujemo da se otpad isoristi kao zamena za neke druge materijale koji se koriste za određene funkcije

Reciklaža je ponovno iskorišćavanje otpada kojom se otpadni materijali prerađuju u proizvod, materijal ili supstancu za prvobitnu namenu ili druge svrhe. Reciklaža najčešće obuhvata preradu organskog materijala ali ne uključuje ponovno iskorišćenje otpada za dobijanje energije, preradu u materijal koji će biti korišćen kao gorivo ili za operacije zatrpavanja/nasipanja.

Insineracija (spaljivanje) je termički tretman otpada u stacionarnom ili mobilnom postrojenju sa iskorišćenjem energije peoizvedene sagorevanjem ili bez njenog iskorišćenja, čija je primarna uloga termički tretman otpada, a koji obuhvata i pirolizu, gasifikaciju i sagorevanje u plazmi.

Ko-insineracija (ko-spaljivanje) je termički tretman otpada u stacionarnom ili mobilnom postrojenju čija je primarna uloga proizvodnja energije ili materijalnih proizvoda i koji koristi otpad kao osnovno ili dodatno gorivo ili u kojem se otpad termički tretira radi odlaganja.

Odlaganje otpada obuhvata one aktivnosti koje nisu obuhvaćene ponovnim iskorišćavanjem otpada, ponovnim iskorišćenjem otpada za dobijanje energije ili preradom u materijal koji će biti korišćen kao gorivo.

Deponija je mesto za odlaganje otpada na površini ili ispod zemlje, uključujući:

- Interna mesta za odlaganje (deponija gde proizvođač odlaže sopstveni otpad na mestu nastanka);
- Stalna mesta (više od jedne godine) koja se koriste za privremeno skladištenje otpada.
- Deponija ne obuhvata:
- postrojenja gde se otpad pretovara da bi se pripremio za dalji prevoz za potrebe ponovnog
- iskorišnjavanja na nekom drugom mestu;
- skladištenje otpada pre ponovnog iskorišćavanja po pravilu za period ne duži od tri godine;
- skladištenje otpada za potrebe odlaganja za period ne duži od godinu dana (RZS, 2012).

2.3 Upravljanje otpadom u Republici Srbiji

U okviru ove tačke prikazane su, u najkraćem, aktivnosti Republike Srbije u prethodnih 10 godina u oblasti zaštite životne sredine, odnosno upravljanja otpadom. Takođe, navedeni su stavovi i postavke većeg broja eminantnih autora u vezi upravljanja otpadom.

Republika Srbija je januara 2014.godine formalno otpočela pristupne pregovore sa EU preuzimajući evropsku pravnu tekovinu obuhvaćenu kroz 35 poglavlja. Politika Evropske Unije, u okviru 27. poglavlja – životna sredina, ima za cilj da promoviše održivi razvoj i zaštiti životnu sredinu za sadašnje i buduće generacije. Ona je zasnovana na preventivnoj akciji, načelu "zagađivač plaća",

borbi protiv ekološke štete na samom izvoru nastajanja, zajedničkoj odgovornosti i integraciji zaštite životne sredine u druge politike EU. Evropska pravna tekovina u oblasti životne sredine sadrži više od 200 pravnih dokumenata koji obuhvataju horizontalno zakonodavstvo, kvalitet vode i vazduha, upravljanje otpadom, zaštitu prirode, kontrolu industrijskog zagađenja i upravljanje rizikom, hemikalije, buku i šumarstvo. Poštovanje pravnog nasleđa zahteva značajna ulaganja.

Zakonska regulativa u području upravljanja otpadom u RS se sastoji iz većeg broja aktivnosti, i to:

- Set preventivnih aktivnosti kod stvaranja otpada
- Smanjenje količine otpada i njegovih opasnih karakteristika
- Tretman otpada, planiranje i kontrola upravljanja otpadom
- Transport otpada i deponovanje otpada
- Uspostavljanje, rad, održavanje i zatvaranje prostorija za tretman otpada
- Monitoring i nadzor otpada
- Usluge savetovanja i obrazovanja u vezi delatnosti i aktivnosti u upravljanju otpadom (BOŠ, 2012)

Strategija upravljanja otpadom Republike Srbije za period 2010–2019. godine (Sl. glasnik RS, br.29/10) predstavlja osnovni i polazni dokument u oblasti upravljanja otpadom. Posebno se ukazuje na jasno određene kratkoročne i dugoročne ciljeve upravljanja otpadom i obezbeđenje nepohodnih uslova za njegovo racionalno i održivo upravljanje na nivou Republike Srbije. Definisani su i implementacioni planovi, koji regulišu posebne tokove otpada. Međutim, postojeće stanje sistema upravljanja opasnim otpadom na teritoriji Republike Srbije, ukazuje na potpuno odsustvo bilo kog vida tretmana opasnog otpada, kao što su postrojenja i infrastrukturni sistemi i lokacije opremljene za njegovo finalno odlaganje. Tako na primer u izveštaju u periodu 2011-2017. godine Agencije za zaštitu životne sredine o upravljanju otpadom konstatuje se

da je u 2017. godini generisano 2,15 miliona tona otpada, od čega su javno-komunalna preduzeća prikupila 1,8 miliona tona. Srednja dnevna količina komunalnog otpada odloženog na deponije po stanovniku bila je 0,84kg, a godišnja 0,3 tone. Ovi podaci ne obuhvataju oko 20% otpada koji se baca na divlje deponije. Koliko je situacija sa tretiranjem otpada izuzetno loša, bolje reći alarmantna fiskalni savet RS je u junu 2018. godine, zahtevao od nadležnih organa veća budžetska ulaganje u zaštitu životne sredine, jer je Srbija jedna od najzagađenijih zemalja u Evropi, što značajno utiče na mnoge faktore, kao što su privredni rast i zdravlje stanovništa.

Društvena zajednica ima ključnu odgovornost, kako u urbanim tako i u ruralnim područjima, za upravljanje otpadom, a osnovni cilj programa upravljanja čvrstim otpadom je minimizacija zagađenja životne sredine kao i upotreba otpada kao resursa, najčešće za proizvodnju energije. Međutim, ograničena je odgovornost koju poseduje lokalana uprava da manipuliše otpadom u svim njegovim aktivnostima, od sakupljanja, preko ponovne upotrebe i recikliranja, do kontrolisanog odlaganja (Barton, et. al., 2007.). Kratkoročni i dugoročni zadati ciljevi upravljanja otpadom mogu se ispuniti primenom metoda ili tehnika koje društvena zajednica dugoročno može da sprovodi. Primena univerzalnih veština i tehnika, može da definiše samoupravljanje u opštini, dok upravljanje otpadom zahteva posebnu vrstu pristupa različitim problemima, koji će dati specifična rešenja za lokalne probleme (Kapoor, 2009.). Održivo upravljanje otpadom je ono što karakteriše savremeno društvo utiče na sistem održivog razvoja, odnosno racionalno korišćenje resursa. Pod tim se podrazumeva sistemski pristup s jedne strane razvoju, a s druge strane zaštiti životne sredine, koja podrazumeva monitoring i niz preventivno- korektivnih aktivnosti saglasno važećoj zakonskoj proceduri (Biočanin i sar., 2011.).

Srbija je zemlja u razvoju, i kao takva mora posebno da obrati pažnju na unapređenje sistema upravljanja otpadom, kao jednog od ključnih elemenata očuvanja i zaštite životne sredine. Zbog toga treba postaviti dobru osnovu u

ovom sektoru, radi daljeg razvoja sistema upravljanja otpadom u budućem periodu (Vujić i sar., 2011.). Zaštita životne sredine kroz poboljšanu integraciju predstavlja cilj kojem države članice Evropske unije teže. Prihvatajući ovako uspostavljeni okvir i sa finansijskom podrškom Evropske unije, Srbija će moći na najbrži mogući način da ojača I unapredi svoj sistem zaštite životne sredine, čime će doprineti zdravlju ljudi i ekonomskom razvoju, a u isto vreme će se obezbediti zadovoljenje potreba sadašnjih i budućih generacija

Zakonska regulative i svi propisi Evropske unije u oblasti zaštite životne sredine su detaljni, konkretni i opsežni, ali i dovoljno fleksibilnosti za države članice EU, u smislu prilagođavanja načina implementacije ustavnom i institucionalnom poretku. Kako bi se obezbedile delotvorne i efikasne koristi iz životne sredine, potrebno je obezbediti opsežan okvir planiranja i upravljanja. Vlada Republike Srbije je 13. oktobra 2011. godine usvojila Nacionalnu strategija Republike Srbije za aproksimaciju u oblasti životne sredine, 2011 (“Službeni glasnik RS”, br.10/2011), čime je uspostavljen okvir za celokupan spektar postupaka transpozicije i implementacije. Nacionalna strategija za aproksimaciju u oblasti zaštite životne sredine objedinjuje, racionalizuje i proširuje postojeći okvir za planiranje transpozicije propisa Evropske unije, jača implementaciju, kontrolu i nadzor, i obezbeđuje infrastrukturu koja je potrebna našoj zemlji, našim opštinama, privrednicima i građanima. Proširena radna verzija Strategije sadrži i dodatni materijal proistekao iz sedam pratećih sektorskih strategija u oblasti zaštite životne sredine, kako bi se omogućio bolji uvid i bolje smernice za približavanje propisa u oblasti zaštite životne sredine propisima Evropske unije Održivo upravljanje otpadom treba da doprinese održivom razvoju društvene zajednice, zato je neophodan razvoj sistema za upravljanje otpadom koji će kontrolisati stvaranje otpada i smanjiti uticaj nastajanja otpada na životnu sredinu (Ilić, 2011.). Od posebnog je značaja da sve relevantne institucije i donosioci odluka u državi prepoznaju važnost ulaganja u sistem upravljanja otpadom. Sa brojem od 3 527 divljih deponija, pri čemu samo 4 zadovoljavaju sve tehničko-sanitarne uslove, deponovanje

predstavlja održivo rešenje za duži niz godina u slučajevima sporog ili čak negativnog razvoja ekonomije.

Zbog sporog ekonomskog i socijalnog razvoja naše zemlje uvođenje naprednih tehnologija nije moguće u skorijoj budućnosti. Deponije za odlaganje otpada su optimalno rešenje koje će ispuniti pomenuta dva ključna cilja upravljanja otpadom. Porast količine otpada naglašava važnost izgradnje dodatnih postrojenja za tretman (reciklaža, kompostiranje, insineracija, itd) ako želimo da postignemo stabilizaciju ili smanjenje količine deponovanog otpada (Vujić i sar., 2011.). Bezbednije odlaganje otpada odgovornost je svakog čoveka na planeti Zemlji, jer mi koristimo njene resurse, pa je na nama sva odgovornost, ne samo za budućnosti čovečanstva već i celokupnog biološkog diverziteta (Ilić, 2011.).

U zemljama u razvoju gradske i opštinske uprave zbog ograničenih i nedovoljnih sredstva ne poklanjaju dovoljno pažnje upravljanju otpadom. Posledica je nizak nivo kvaliteta usluga neophodnih za zaštitu javnog zdravlja i zaštitu životne sredine (Ogawa, 1996.; SO, 2010.; Guerrero et al., 2013.). Nizak nivo upravljanja otpadom u zemljama u razvoju direktno ukazuje na vezu između količine generisanog otpada i ekonomske situacije u društvu. Takođe, prisutan je uticaj socioekonomskih faktora, koji su glavni razlog za propuste prilikom primene zakona i drugih akata, nedostatke infrastrukture, visoke troškove, nizak stepen kvaliteta usluga i nedovoljno brige i uključivanja javnosti u rešavanje problema životne sredine (Muniafu and Otiato, 2010.). Nepouzdani i nepotpuni podaci o količini i sastavu komunalnog otpada karakteriše postojeće stanje u opštinama Republike Srbije. Podaci i poznavanje komunalnog otpada, neophodni pri izradi lokalnih i regionalnih planova upravljanja otpadom, kao i za određivanje dugoročnih ciljeva i racionalnog i održivog upravljanja otpadom na nacionalnom nivou. Utvrđivanje količine i sastava otpada verifikacija i usvajanje tih rezulata, kao i njihovo proglašavanje zvaničnim od strane nacionalne institucije, od krucijalne važnosti za strateške odluke u oblasti upravljanja otpadom u Republici Srbiji.

2.4 Opasni otpad

Specifikacija opasnog otpada

Otpad se klasifikuje u skladu sa Pravilnikom o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (SL.glasnik RS, br.56/10). U ovaom pravilniku je implementirana evropska lista otpada (EWL- Odluka Komisije br. 2000/532/EC), jedinstvena klasifikacija otpada koju koriste države članice EU i druge zemlje kao što je Švajcarska, Novi Zeland itd.

Aneks 1 Uredbe o kategorijama sadrži listu otpada, pri čemu je opasan otpad označen zvezdicom (*).

Aneks 3 (Y-lista) sadrži podatke o poreklu, odnosno supstancama koje su mogle uzorkovati da otpad postane opasan (npr. Y1- otpad iz bolnica..)

Aneks 4 (C-lista) sadrži listu komponenti otpada koje ga čine opasnim (npr C25-azbest)

Opasne osobine navedene su u Aneksu 5 uredbe (H1 do H15). Takođe član 4 uredbe propisuje granične vrednosti za opasne materije (koje nose R-oznake), odnosno fizičke osobine koje mogu da dovedu do opasnih karakteristika H3 do H8, H10, H11 i H15.

Aneks 7 uredbe takođe sadrži granične vrednosti (koncentracije koje predstavljaju okidač).

Za sve opasne karakteristike koje su prepoznate u domaćim i međunarodnim standardima, koristi se klasifikacija u skladu sa propisima o prevozu opasnih tereta (UN-RTDG; ADR).

2.5 Klasifikacija opasnog otpada u skladu sa Evropskom listom otpada

Evropska lista otpada (implementirana u zakonodavstvo Srbije Pravilnikom o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. glasnik RS

56/10) predstavlja sveobuhvatnu listu opasnog i neopasnog otpada. Opasni otpadi su na ovoj listi označeni zvezdicom (*). Kako ima srodnih stavki (specifični indeksni brojevi za slične otpade koji sadrže-ne sadrže opasne supstance u tolikoj meri da otpad pokazuje opasne osobine), potrebno primeniti metode ispitivanja i granične vrednosti kako bi se otpad klasifikovao kao opasan ili neopasan otpad.

2.6 Kriterijumi za određivanje opasnih osobina

U sledećom prilogu nalaze se reference H-liste (opasne osobine) sa graničnim vrednostima i metodama ispitivanja iz člana 4, Priloga 5 i Priloga 8 Pravilnika o kategorijama, ispistivanju i klasifikaciji otpada i o metodama ispitivanja i u skladu sa sporazumom ADR.

U prilogu 1 prikazane su reference H-liste

2.7 Međusobna povezanost propisa o opasnom otpadu i o prevozu opasnih tereta

Klasifikacija opasnog otpada i uređivanje prevoza opasnih tereta (UN-RTDG, ADRE) u osnovi je podudarana sa propisima o hemikalijama. Glavni fokus ADR je na rizicima koji se mogu javiti u prevozu i kratkotrajnom skladištenju, dok je fokus propisa o otpadu na zaštiti zdravlja ljudi i životne sredine.

U prilogu 2 prikazane su reference za poređenje nekoliko najčešćih indeksiranih brojeva i ADR oznaka.

Ova tabela predstavlja isključivo uputstvo i ne ograničava ni u kom smislu odgovornost pakera, punioca, utovarioca, pošiljaoca ili prevoznika koji proističe iz propisa o prevozu.

2.8 Kratak istorijat razvoja EU regulative u oblasti upravljanja otpadom

Upravljanje otpadom se do 1974. godine provlačilo kroz zakone iz oblasti zaštite javnog zdravlja. Jedan redak zakon iz 1972. Godine bio jedonešen u Velikoj Britaniji, Zakon o odlaganju otrovnog otpada koji je odlaganje bilo kakvog štetnog, otrovnog otpada na zemljište na način koji je rizičan po životnu sredinu okarakterisao kao kršenje zakona.

Striktinija kontrola države u oblasti upravljanja otpadom usvojena je u Velikoj Britaniji. Ova novina vrlo brzo je transponovana u **Direktivu o otpadu iz 1975. godine (75/442/EEC)**. Njom se u zajednici polako uspostavljaju pravila igre u oblasti upravljanja otpadom.

2.9 Postojeće stanje regulativa o otpadu u EU

Najvažnija je svakako **Direktiva Saveta 2008/98/EC o otpadu /Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives**/ kojom se ukidaju direktive 75/439; 91/689 i 2006/12 i koja uspostavlja pravni okvir za upravljanje otpadom u okviru EU. Direktivom se predviđaju mere sa ciljem zaštite životne sredine i ljudskog zdravlja smanjnjem celokupnog uticaja prilikom upravljanja otpadom na korišćenje resursa i istovremenim povećanjem efikasnosti korišćenja istih. Članom 4. naglašen je značaj hijerarhije u upravljanju otpadom gde prevencija njegovog nastajanja zauzima najviše mesto. Članom 13. Direktive obavezane su zemlje članice da donesu Nacionalni Plan upravljanja otpadom u skladu sa načelom hijerarhije kojim će se predvideti mere za upravljanje a kojima će se predupreditи rizik po vodu, vazduh, zemljište, biljke i životinje, kojima će se predupreditи i eliminisati ugrožavanje kroz buku i neprijatne mirise i kojima će se sprečiti uticaj na ruralne oblasti i mesta od posebnog interesa. Članom 28. Direktive podvlači se vrsta informacija

koja je neophodna kao deo Plana – vrsta, količina i izvor generisanog otpada, otpad koji će najverovatnije biti transportovan van zemlje članice, detalji oko postojeće šeme prikupljanja otpada te podaci o najvećim postrojenjima za odlaganje otpada i njegovu ponovnu upotrebu.

Deo neophodnih informacija je i plan zatvaranja postojećih postrojenja, potrebna nova infrastruktura i sl. Zemlje članice bile su obavezane da do 13. decembra 2014. godine izrade nacrt Programa prevencije nastajanja otpada, u skladu sa načelom hijerarhije. Ovaj Program može se uvrstiti u planove upravljanja otpadom, druge odgovarajuće programe ili može funkcionisati kao zaseban program. Cilj svakog zasebnog programa je prekidanje veze između ekonomskog rasta i uticaja na životnu sredinu u smislu generisanja otpada. I Nacionalni plan i Program trebalo bi evaluirati, najmanje, svakih šest godina i ukoliko je neophodno izvršiti njihovu reviziju. Zemlje članice moraju osigurati transparentnost oba dokumenta uz maksimalno učešće javnosti prilikom njihove izrade.

Zemlje članice moraju osigurati odvojeno sakupljanje papira, stakla i metala iz domaćinstava sa ciljem ponovne upotrebe i reciklaže 50% prikupljenog otpada do 2020. godine. Cilj za neopasan otpad iz građevinarstva i rušenja je 70%. Tokom 2014. godine Direktivom je predviđeno sagledavanje učinka u postizanju ovih ciljeva i postavljanje sličnih za druge tokove otpada.

Iako Direktiva (članom 16.) ne predviđa da svaka zemlja članica ima pun spektar postrojenja za tretman otpada naglašava se potreba samodovoljnosti lokalnih zajednica u smislu operacija odlaganja i ponovne upotrebe otpada i to postrojenjima koja će biti najbliža mestu njegovog generisanja. Takođe se naglašava potreba donošenja mera za podsticanje "produžene odgovornosti proizvođača".

Tabela 2.4 Pregled ostale važnije EU regulative u oblasti upravljanja otpadom

Direktiva Saveta 94/62/EC o ambalaži i ambalažnom otpadu	European Parliament and Council Directive 94/62EC of 20 December 1994
Direktiva Saveta 96/59/EC o odlaganju PCB i PCT	Council Directive 96/59/EC of 16 September 1996 on the disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls (PCB/PCT)
Direktiva Saveta 2006/66/EC koja zamenjuje i dopunjuje Direktivu 91/157/EEC o baterijama i akumulatorima i otpadnim baterijama i akumulatorima	Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteriesand accumulators and repealing Directive 91/157EEC
Direktiva Saveta 75/439/EEC o odlaganju otpadnih ulja koju dopunjuju Direktive 1987/101/EEC; 91/692/EEC; 2000/76/EC.	Council Directive 75/439/EEC of 16 June1975 on the disposal of waste oils
Direktiva Saveta 2000/53/EC o istrošenim vozilima	Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles
Direktiva 2002/95/EC o ograničavanju korišćenja nekih opasnih supstanci u električnoj i elektronskoj opremi	Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment
Direktiva 2002/96/EC o otpadu od električne i elektronske opreme	Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment(WEEE)-Joint declaration of the European Parliament,

	the Council and the Commission relating to Article 9(OJ L37,13.2.2003, p. 24-39
Odluka Saveta 93/98/EEC od 1. Februara 1993. o zaključivanju u ime Zajednice Konvencije o kontroli prekograničnog kretanja opasnih otpada i njihovom odlaganju (Bazelska konvencija)	Council Decision 93/98/EEC of 1 February 1993 on the conclusion, on benhalf of the Community, of the Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal (Basel Convention)
Direktiva Saveta 91/689/EEC o opasnom otpadu	Council Directive 91/689/EEC of 12 December1991on hazardous waste/ koju dopunjuju Direktive 94/31/EC i 166/2006/EC
Direktiva o industrijskim emisijama 2010/75/EU koja praktično zamenjuje Direktivu 2000/76/EC o insineraciji otpada.	Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (Recast)
Direktiva o odlaganju otpada na deponije 99/31/ EC	Directive 99/31/ EC 26 april 1999 on the landfill of waste
Uredba Evropskog parlamenta o statistici otpada 2150/2002 EC i Uredba Evropskog parlamenta o statistici otpada 849/2010/EC koje obavezuje države članice da izveštavaju Evrostat o statističkim podacima o otpadu uz preporučene standarde, definicije i klasifikacije.	Regulation on waste statistics EC 2150/2002 and Commission Regulation on waste statistics No 849/2010, amending Regulation EC 2150

2

Strategijama i zakonskim odredbama Evropske unije, kao što su Strategija Evropa 2020. (predvodnička inicijativa za resursno efikasnu Evropu), Okvirna direktiva o otpadu ili 7. akcioni program za zaštitu životne sredine, teži se uvođenju dugoročnoj održivosti u ključnim privrednim delatnostima.

Evropska unija je definisala tri osnovna tipa zakonodavnih dokumenata: uredbe, direktive i odluke. Uredbe su slične u svim nacionalnim zakonodavstvima i primenjuju se u svim državama EU. Direktive određuju opšta pravila koja sve države moraju preneti u nacionalno zakonodavstvo na način koji smatraju najprikladnijim. Direktive su osnovni izvor za usklađivanje nacionalnih pravnih okvira, pa time predstavljaju i obavezujuće pravne norme EU u pogledu ciljeva koje treba da dostignu države članice. Odluke se odnose samo na jasno određena pitanja ili precizno navedene organizacije.

Prema Bazelskoj konvenciji pod otpadom se podrazumevaju „materije ili predmeti koji se odlažu, ili treba da se odlože ili se zahteva da se odlažu u skladu sa odredbama nacionalnog zakonodastva" (Bazelska konvencija, član 2. tačka 1); dok Direktiva 2008/98/EC pod otpadom kategoriše „svaku materiju ili predmet koji vlasnik odbacuje ili namerava ili mora odbaciti" (Direktiva 2008/98/EC o otpadu, član 3. tačka 1). Intenzivnije aktivnosti u delu upravljanja otpadom Evropska zajednica je započela u period realizacije prvog akcionog programa (od 1973. do 1976. godine), donošenjem Direktive 75/439 o upravljanju otpadnim uljima i o uklanjanju polihlorovanog bifenila i polihlorovanog terfenila (Vodiči kroz EU politike, 2010). Nakon toga, usledilo je donošenje većeg broja propisa, tako da danas regulativa Evropske unije u oblasti upravljanja otpadom spada u grupu najopsežnijih, jer je doneto više od 70 pravnih akata iz oblasti upravljanja otpadom i čistih tehnologija.

Najznačajniji opšti propisi EU u oblasti upravljanja industrijskim otpadom su:

- Direktiva Saveta 2008/98/EC o otpadu (eng. Directive 2008/98/EC of the Europea Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives) koja zamenjuje i dopunjuje Okvirnu Direktivu

75/442/EEC, 2006/12/EC o otpadu. Ukidanje važenja relevantnih odredbi ovih direktiva počelo je da važi od decembra 2010. godine;

- Direktiva Saveta 2000/76/EC o spaljivanju otpada (eng. Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste);
- Direktiva Saveta 99/31/EC o deponijama (eng. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste);
- Uredba 1013/2006 o kretanju otpada (eng. Regulation EC No. 1013/2006 of the European Parliament and of the Council of 14 June 2006 on shipments of waste);
- Uredba Evropskog parlamenta o statistici otpada 2150/2002 EC i Uredba Evropskog parlamenta o statistici otpada 849/2010/EC koje obavezuju države članice da izveštavaju Evropsku statističku agenciju o podacima o otpadu uz preporučene standarde, definicije i klasifikacije. (eng. Regulation on waste statistics EC 2150/2002 and Commission Regulation on waste statistics No. 849/2010, amending Regulation EC 2150).

Regulativa Evropske unije koja se odnosi na posebne tokove otpada obuhvata:

- Direktivu Saveta 94/62/EC o ambalaži i ambalažnom otpadu (eng. European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging andpackaging waste), dopunjena Direktivom 2005/20/EC, 2004/12/EC, 1882/2003/EC;
- Direktivu Saveta 96/59/EC o odlaganju polihlorovanih bifenila (PCB) i polihlorovanihterfenila (PCT) (eng. Council Directive 96/59/EC of 16 September 1996 on the disposalof polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls);
- Direktivu Saveta 2006/66/EC koja zamenjuje i dopunjuje Direktivu 91/157/EEC obaterijama i akumulatorima i otpadnim baterijama i akumulatorima (eng. Directive2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 onbatteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC);

- Direktivu Saveta 75/439/EEC o odlaganju otpadnih ulja koja je dopunjena direktivama 1987/101/EEC, 91/692/EEC, 2000/76/EC (eng. Council Directive 75/439/EEC of 16 June 1975 on the disposal of waste oils);
- Direktivu Saveta 2000/53/EC o vozilima po isteku upotrebne vrednosti (eng. Directive2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles);
- Direktivu 2002/95/EC o ograničavanju korišćenja nekih opasnih supstanci u električnoj i elektronskoj opremi (eng. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and ofthe Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardoussubstances in electrical and electronic equipment - RoHS);
- Direktivu 2002/96/EC o otpadu od električne i elektronske opreme (Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 onwaste electrical and electronic equipment - WEEE).

Kada je u pitanju opasan otpad u osnovnu regulativu EU spadaju sledeći propisi:

- Odluka Saveta 93/98/EEC od 1. februara, 1993. godine koja se odnosi na Konvenciju o kontroli prekograničnog kretanja opasnih otpada i njihovom odlaganju – Bazelska konvencija (eng. Council Decision 93/98/EEC of 1 February 1993 on the conclusion, on behalf of the Community, of the Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal - Basel Convention);
- Odluka Saveta 97/640/EC od 22. septembra, 1997. godine, koja se odnosi na odobravanje, amandmana na Konvenciju o prekograničnom kretanju opasnih otpada I njihovom odlaganju (Bazelska konvencija) (eng. Council Decision 97/640/EC of 22September 1997 on the approval, on behalf of the Community of the amendment to the Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and theirdisposal (Basel Convention), as laid down in Decision III/1 of the Conference of the Parties) i

- Direktiva Saveta 91/689/EEC o opasnom otpadu dopunjena Direktivom 94/31/EC I 166/2006/EC (eng. Council Directive 91/689/EEC of 12 December 1991 on hazardous waste).

2.10 Opasan otpad i stanje u Republici Srbiji

Kada je u pitanju opasan otpad, smatra se da je organizacija upravljanja opasnim otpadom u RS "na niskom nivou i zahteva integralan pristup u svim fazama – od tranutka nastajanja, preko sakupljanja, transporta, tretmana do odlaganja".

U skladu sa Strategijom upravljanja otpadom za period od 2010. do 2019. godine (Službeni glasnik RS, broj 29/2010)[1], u RS su u oblasti upravljanja otpadom identifikovani, kao posebni, sledeći problemi: nedovoljna infrastruktura za privremeno skladištenje, tretman i odlaganje otpada; zajedničko odlaganje komunalnog i opasnog otpada iz domaćinstava; nedostatak podataka o sastavu i tokovima otpada; nepostojanje postrojenja za skladištenje, tretman i odlaganje opasnog otpada; zagađenje zemljišta, površinskih i podzemnih voda otpadom, itd.[2].

U Srbiji trenutno nema sistematizovanih podataka o količinama opasnog otpada koji se generiše, niti podataka o količinama koje su uskladištene u privremenim skladištima i na idustrijskim deponijama.

Srbija nema postrojenje za skladištenje, fizičko-hemijski tretman, insineraciju ili drugi oblik termalne destrukcije ili odlaganje opasnog otpada. Ovakva situacija je posledica višegodišnjeg zanemarivanja pravilnog upravljanja opasnim otpadom usled opšte političko-ekonomsko-tehničko-socijalne stituacije, konkretnije zbog neadekvatne obučenosti zaposlenih koji su odgovorni za

[1] *Strategija upravljanja otpadom za period od 2010. do 2019. godine http://www.ekoplan.gov.rs/src/upload-centar/dokumenti/zakoni-i-nacrt-zakona/propisi/ strategija_upravljanja_otpadom_konacno.pdf*

[2] *Ibid., str.37*

upravljanje industsrijskim otpadom, nedostatka utvrđenih (propisanih) procedura i smernica, kontrole njihove primene, niskog nivoa jasne sveti, itd.

2.11 Ciljevi Republike Srbije u oblasti upravljanja opasnim otpadom

Prema Strategiji upravljanja otpadom, izgradnja Sistema za upravljanje opasnim otpadom obuhvata uspostavljanje propisanog sakupljanja i transporta opasnog otpada, izgradnju pet centralnih regionalnih skladišta opasnog otpada koji se čuva radi tretmana, izgradnju postrojenja za fizičko-hemijski tretman opasnog otpada u okviru centra za upravljanje opasnim otpadom, zatim izgradnju dva insineratora za spaljivanje opasnog otpada, kao i deponije opasnog otpada. Prema odredbama člana 39 Zakona o upravljanju otpadom: "[...] fizičko-hemijski tretman otpada obuhvata: neutralizaciju, mineralizaciju, solidifikaciju, oksidaciju, redukciju, adsorpciju, destilaciju, jonske izmene, reversne osmoze i druge fizičko-hemijske i hemijske procese kojima se smanjuju opasne karakteristike otpada. Fizičko-hemijski tretman otpada vrši se u skladu sa dozvolom za tretman izdatom na osnovu ovog zakona." Za opasne otpade koji se ne mogu tretirati u zemlji potrebno je uspostaviti privremena skladišta za sakupljanje i izvoz opasnog otpada u ovlašćena postrojenja.[3]

Potrebno je razviti mehanizme za rešavanje nasleđenog zagađenja, odnosno otklanjanja štete nanete životnoj sredini zbog nepropisnog upravljanja otpadom. Pogrebno je identifikovati lokacije zagađene opasnim otpadom, uraditi procenu rizika i odrediti prioritete za sanaciju. Takođe je potrebno jasno definisati obaveze svih učesnika (Republika, pokrajina, lokalna samouprava, operater, vlasnik) za sprovođenje sanacije. Svi proizvođači opasnog otpada koji generišu više od 200 kilograma godišnje, dužni su da izrade planove upravljanja otpadom.

[3] *Ova privremena skladišta treba da služe izvozniku opasnog otpada isključivo za sakupljanje i prepakivanje opasnog otpada koji je namenjen izvozu. Poželjno je iskoristiti kapacitete cementne industrije i termoelektrana za spaljivanje određenih vrsta opasnog otpada, uz potpunu kontrolu emisije. Strategija upravljanja otpadom, str 50*

Dakle, izgradnja „jednog Nacionalnog postrojenja za fizičko-hemijski tretman opasnog otpada" planirana je Strategijom upravljanja otpadom „[...] imajući u vidu postojeće podatke o generisanju opasnog otpada na godišnjem nivou i promenama u industriji Republike Srbije."[4] „U prvoj fazi to će se odnositi na fizičko-hemijski tretman neorganog otpada i izgradnju više regionalnih skladišta za skladištenje opasnog otpada. Na osnovu Zakona o upravljanju otpadom uspostavlja se sistema upravljanja posebnim tokovima otpada i uvode ekonomski instrumenti."[5]

2.12 Zakonodavni i institucionalni okvir u oblasti upravljanja opasnim otpadom

(a) Opšti normativni okvir za upravljanje opasnim otpadom u RS određen je rešenjima sadržanim u nekoliko međunarodnih ugovora koje je RS ratifikovala, i u nekoliko zakona. Osnovnim se smatra Bazelska konvencija o prekograničnom kretanju opasnih otpada i njihovom odlaganju (Službeni list SRJ – Međunarodni ugovori, broj 2/99), iako treba imati u vidu i neke druge međunarodne ugovore koji se na izvestan način mogu odnositi na ova pitanja. Ovde se pre svega misli na Roterdamsku konvenciju o proceduri prethodno informišuće saglasnosti za neke hemikalije i pesticide u međunarodnoj trgovini, 1998 (Službeni glasnik RS, broj 38/09), Stokholmsku konvenciju o dugotrajnim organiskim zagađujućim supstancama (Službeni glasnik RS, broj 42/09).

Pored međunarodnih ugovora koji se odnose na oblasti upravljanja otpadom, dva osnovna zakona (Zakon o upravljanju otpadom, Službeni glasnik RS, br. 36/09, 88/10, i Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu, Službeni glasnik RS, br. 36/09) i brojnih podzakonskih propisa donetih na osnovu njih, za

[4] *Ibid, str.68*

[5] *Ibid, str.49. Takođe, konstatuje se da je „kao jedna od prioriteta za rešavanje problema opasnog otpada, potrebno razmotriti mogućnost i uslove za korišćenje postojećih postrojenja i insalacija (cementare, termoelektrane, toplane, železara) u svrhu tretmana opasnog otpada." Osim toga, potrebno je uspostaviti sistem upravljanja posebnim tokovima otpada (otpadnim gumama, istrošenim baterijama i akumulatorima, otpadnim uljima, otpadnim vozilima, otpadom od električnih i elektronskih proizvoda); uspostaviti sistem upravljanja medicinskim i farmaceutskim otpadom.*

upravljanje otpadom relevantan je (ili može biti relevantan) čitav nih drugih propisa u oblasti životne sredine, [6] kao i raznim drugim oblastima (hemikalije, zdravstvo, biodiverzitet, poljoprivreda, energetika, itd.).

Zakon o upravljanju otpadom propisuje više obaveza nadležnih subjekata u postupku sa opasnim otpadom. Prema odredbama člana 5 tačka 18 Zakona o upravljanju otpadom „opasan otpad jeste otpad koji po svom poreklu, sastavu ili koncentraciji opasnih materija može prouzrokovati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi i ima najmanje jednu od opasnih karakteristika utvrđenih posebnim propisima, uključujući i ambalažu u koju je opasan otpad bio ili jeste upakovan". Odredbama člana 33 predviđeno da „izgradnja i rad postrojenja za upravljanje otpadom mora biti u skladu sa odredbama ovog zakona, zakona koji se uređuje izgradnja objekata i drugim zakonima. Postrojenje za upravljanje otpadom ne može da započne sa radom pre dobijanja dozvole za upravljanje otpadom u skladu sa ovim zakonom."

Tretman otpada obavlja se primenom najboljih dostupnih tehnika i tehnologija u skladu sa ovim zakonom (član 37). Prema odredbama člana 44, tretman opasnog otpada ima prioreitet u odnosu na tretmane drugog otpada i vrši se samo u postrojenjima koja imaju dozvolu za tretman opasnog otpada u skladu sa vim zakonom. Prilikom sakupljanja, razvrstavanje, skladištenja, transporta, ponovnog iskorišćenja i odlaganja, opasan otpad se pakuje i obeležava na način koji obezbeđuje sigurnost po zdravlje ljudi i životnu sredinu (stav 2 i 3). Zabranjeno je mešanje različitih kategorija opasnih otpada ili mešanje opasnog otpada sa neopasnim otpadom, osim pod nadzorom kvalifikovnaog lica i u postupku tretmana opasnog otpada; odlaganje opasog otpada bez prethodnog tretmana kojim se značajno smanjuju opasne karakteristike otpada; razblaživanje opasnog otpada radi ispuštanja u životnu

[6] *Za širi spisak videti Prilog 3 u: Todić, D., Lokalni regionalni planovi upravljanja otpadom (opšti normativni okvir i pitanja za raspravu), Nacionalni konvent o RU, 26. 10. 2011. http://www.eukovent.org/downloads2/111026-Rad_Dragoljub_Todic.pdr.*

sredinu (stav 5, 6 i 7). Osim toga, zabranjeno je mešati opasan otpad sa komunalnim otpadom.

Osim navedenog, nekoliko drugih obaveza subjekata sistema upravljanja otpadom propisano je zakonom. Opasan otpad se klasifikuje prema poreklu, karakteristikama i sastavu koji ga čine opasnim. Vlasnik otpada,odnosno operater, dužan je da klasifikuje otpad na propisan način, u skladu sa ovim zakonom. Radi utvrđivanja sastava i opasnih karakteristika otpada, vlasnik otpada, odnosno operater, dužan je da izvrši ispitivanje opasnog otpada, kao i otpada koji prema poreklu, sastavu i karakteristikama može biti opasan otpad (član 8, stav 3, 4 i 5). Karakterizacija otpada vrši se samo za opasan otpad i za otpad koji prema poreklu, sastavu i karakteristikama može biti opasan otpad, osim otpada iz domaćinstva (član 23, stav 3).

Proizvođač ili uvoznik čiji proizvod posle upotrebe postaje opasan otpad, dužan je da taj otpad preuzme posle upotrebe, bez naknade troškova i sa njima postupi u skladu sa ovim zakonom i drugim propisima (član 25, stav 2). Opasan otpad ne može biti privremeno skladišten na lokaciji proizvođača ili vlasnika otpada duže od 12 meseci, ako ovim zakonom nije drukčije određeno (član 32, stav 2). Opasan otpad se posebno sakuplja i transportuje (član 35, stav 9). Transport opasnog otpada vrši se u skladu sa propisima kojima se uređuje transport opasnih materija (član 35, stav 10). Kretanje opasnog otpada prati poseban Dokument o kretanju opasnog otpada, koji popunjava proizvođač, odnosno vlasnik, i svako ko preuzima opasan otpad (član 46). Zajedničko odlaganje opasnog otpada sa drugim vrstama otpada na istoj lokaciji nije dozvoljeno, osim u slučajevima utvrđenim posebnim propisom (član 42, stav 6).

(b) Zakonom o upravljanju otpadom su utvrđeni i subjekti nadležni za upravljanje otpadom sa njihovim definisanim obavezama i odgovornostima. U skladu sa tim, subjekti nadležni za upravljanje otpadom su 1) Republika Srbija; 2) autonomna pokrajina; 3) jedinica lokalne samouprave; 4) Aencija za zaštitu životne sredine; 5) stručne organizacije za ispitivanje otpada; 6) nevladine

organizacije, uključujući i organizacije potrošača; 7) drugi organi i organizacije, u skladu sa zakonom.

(c) Obaveze država članica u oblasti upravljanja opasnim otpadom propisane propisima Evropske unije trebalo bi posmatrati u kontekstu ukupne politike ove organizacije u oblasti upravljanja otpadom i ciljeva ove organizacije u oblasti životne sredine u celini.

Grupa propisa EU kojima se reguliše oblast upravljanja otpadom jedna je od najrazvijenijih u okviru grupe propisa u oblasti životne sredine. Od ukupno 741 propisa, koji se nalaze u kategoriji Životna sredina, na oblast Upravljanja otpadom i čiste tehnologije, kao jednu od deset podgrupa propisa, otpada 73.[7] Pored propisa kojima se regulišu tzv. Posebni tokovi upravljanja otpadom, propisi EU u ovoj oblasti obuhvataju Direktivu Saveta 2008/98/EC o otpadu. Direktivu Saveta 99/31/EC o deponijama, Direktiva Saveta 2000/76/EC o spaljivanju otpada, Direktivu Saveta 94/62/EC o ambalaži i ambalažnom otpadu, Uredbu 1013/2006 o kretanju opada, Uredbu Komisije (EC) br. 1418/2007 o izvozu nekih vrsta otpada, Uredbu 215/2002 o statistici u oblasti otpada, itd.

2.13 Nadležnost za obređivanje lokacije za izgradnju i rad postrojenja za tretman opasnog otpada

Pri određivanju lokacija za izgradnju i rad postrojenja za upravljanje otpadom uzimaju se u obzir naročito: 1) količine i vrsta otpada; 2) način skladištenja, tretmana ili odlaganja otpada, odnosno vrste objekata i postrojenja; 3) geološka, hidrološka, hidrogeološka, topografska, seizmološka i pedološka svojstva zemljišta i mikroklimatske karakteristike područja; 4) blizina zaštićenih prirodnih dobara i odlike predela.

[7] Zaključno sa 15. Novembrom 2011. Godine (http://eur-lex.europa.eu/en/legis/latest/ chap151030.htm)

3. PLAZMA TEHNOLOGIJA ZA TRETMAN OPASNIH OTPADA

3.1 Osnove tehnološkog procesa tretmana otpada termalnom plazmom

S obzirom na naučni cilj istraživanja doktorske desertacije u trećem i četrvtom poglavlju dat je skraćeni prikaz razvijene nove tehnologije u tretmanu opasnog otpada, tj. plazma tehnologije za tretman opasnog otpada sa primenom na postojane organske zagađujuće supstance – POPs. Jedan sam od učesnika u razvoju ove inovativne metodologije za upravljanje otpadom, sa posebnim zadatkom: izrada biznis plana postrojenja za upravljanje opasnim otpadom.

Upravljanje opasnim otpadom, sakupljanje, tretman i odlaganje otpadnog materijala, u slučaju nepravilnog rukovanja, može prouzrokovati značajnu štetu za zdravlje i sigurnost ljudi ili za životnu sredinu. Opasni otpad se može naći u obliku čvrstih materija, tečnosti, mulja ili gasova, a proizvodi se pre svega u hemijskoj proizvodnji, ali se znatne količine mogu naći i u drugim industrijskim aktivnostima. Nepravilno skladištenje ili odlaganje opasnog otpada često zagađuje zemljište i površinske i podzemne vode. Ljudi koji žive u kućama izgrađenim u blizini starih i napuštenih lokacija za odlaganje otpada mogu biti u posebno osetljivom položaju. U nastojanju da se otklone postojeći problemi i spreče buduća šteta od opasnog otpada, države veoma precizno regulišu praksu upravljanja opasnim otpadom.

Opasni otpad se klasifikuje na osnovu svojih bioloških, hemijskih i fizičkih svojstava. Ova svojstva determinišu materijale koji na osnovu tih karakteristika mogu biti svrstani u:

- toksične,
- reaktivne,
- zapaljive ili eksplozivne,

- korozivne,
- infektivne (zarazne) ili
- radioaktivne.

Toksični otpadni materijali su otrovi, čak i u vrlo malim količinama ili tragovima. Oni mogu imati akutne efekte na ljudski organizam, izazivajući smrt ili nasilnu bolest, ili mogu imati hronične efekte, nagomilavanjem u organizmu posle određenog vremena mogu izazvati nepopravljivu štetu. Neke supstance su i kancerogene, sa velikom verovatnoćom mogu uzrokovati rak nakon dugogodišnjeg izlaganja. Druge su mutagene, uzrokujući velike biološke promene kod potomaka izloženih ljudi, ali i divljih i domaćih životinja.

Reaktivni otpadni materijali su hemijski nestabilni i reaguju burno sa vazduhom ili vodom. Oni uzrokuju eksplozije ili formiraju toksična isparenja.

Lako zapaljiv otpad gori na relativno niskim temperaturama i može izazvati neposrednu opasnost od požara.

U korozivni otpad spadaju jake kiseline ili alkalna jedinjenja. Oni uništavaju čvrsti materijal i živo tkivo hemijskom reakcijom koja se odigrava u direktnom kontaktu sa njima.

Infektivni otpad uključuje korišćene zavoje, igle za potkožnu upotrebu i druge materijale iz bolnica ili bioloških istraživačkih ustanova.

Radioaktivni otpad emituje jonizujuće zračenje koja može biti štetno za žive organizme. Zbog toga što neki radioaktivni materijali imaju dug period poluraspada, neophodna je striktna kontrola ovih otpada. Međutim, rukovanje i odlaganje radioaktivnog materijala nije u nadležnosti lokalne opštinske vlade. Zbog opsega i složenosti problema, upravljanje radioaktivnim otpadom se smatra tehničkim zadatkom odvojenim od drugih oblika upravljanja opasnim otpadom.

Opasni otpad se može tretirati:

- hemijskim,

- termičkim,
- biološkim i
- fizičkim metodama.

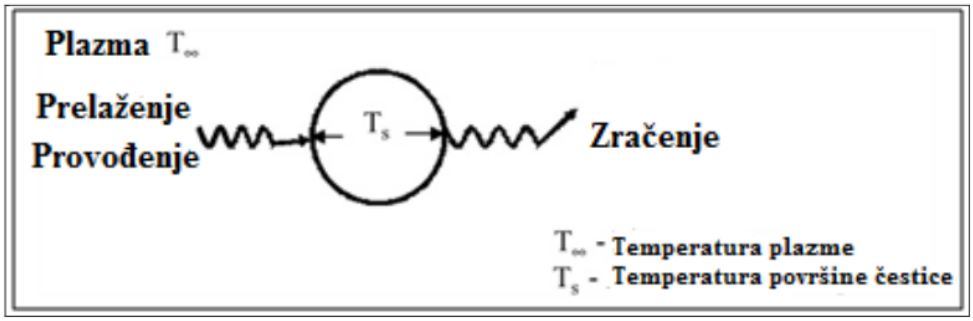
Hemijske metode uključuju jonsku razmenu, precipitaciju (taloženje), oksidaciju i redukciju i neutralizaciju. Među termičkim metodama je spaljivanje na visokim temperaturama, koje ne samo da može detoksikovati određene organske otpade, već ih može i uništiti. Posebno projektovane spalionice za termičku razgradnju se koriste za sagorevanje otpada koji može biti u obliku čvrstog, tečnog, mulja ili gasovitog otpada. One obuhvataju spalionice sa ložištima sa fluidiziranim slojem, peći sa stupnjevitim loženjem, rotacione peći i spalionice specijalno prilagođene za spaljivanje tečnih materija. Veliki problem koji nastaje sagorevanjem opasnog otpada predstavlja veliko potencijalno zagađenje vazduha koje može nastati u toku spaljivanja.

Biološki tretman određenih organskih materija, poput onih iz naftne industrije, takođe predstavlja zanimljivu opciju. Jedna metoda koja se biološki koristi za tretiranje opasnog otpada naziva se landfarming. U ovoj tehnici otpad se pažljivo pomeša sa površinskim zemljištem na parcelama sa zemljištem kontrolisanih osobina. Mikrobi koji mogu metabolizirati otpad mogu se dodati u ovu mešavinu zajedno sa hranjivim materijama. U nekim slučajevima se mogu koristiti i genetski modifikovane vrste bakterija.

Nabrojane metode hemijskog, termičkog i biološkog tretmana opasnih otpadnih materija menjaju molekularna svojstva otpadnog materijala. Fizički tretman, s druge strane, koncentriše, učvršćuje ili smanjuje zapreminu otpadnih materija. Fizički procesi uključuju isparavanje, sedimentaciju, flotaciju i filtraciju. Još jedan proces koji se može uzeti u obzir je solidifikovanje, što se postiže kontrolisanim zarobljavanjem otpada u betonu, asfaltu ili plastici. Proizvod je čvrsta masa iz koje nema curenja ili isparavanja. Otpad se takođe može mešati sa krečnjakom, letećim pepelom i vodom kako bi se formirao čvrst, cementni proizvod.

3.2 Karakteristike tretmana opasnih otpada u termalnoj plazmi

Plazma se smatra četvrtim stanjem materije, sastoji se od mešavine elektrona, jona i neutralnih čestica, mada je u celini električno neutralna. Stepen jonizacije plazme predstavlja udeo atoma koji su izgubili (ili stekli) elektrone i, u slučaju termalne plazme koja je od interesa u ovom radu, uglavnom se kontroliše temperaturom. Plazma tehnologija uključuje stvaranje neprekidnog električnog luka prolaskom električne struje kroz gas u procesu koji se naziva električno pražnjenje. Zbog električnog otpora u sistemu stvara se značajna toplota koja odstranjuje elektrone iz molekula gasa što rezultira jonizovanim tokom gasa ili plazmom. Na 2000 °C molekuli gasa se disociraju u atomsko stanje i kada temperatura poraste na 3000 °C, molekuli gasa gube elektrone i postaju jonizovani. U ovom stanju, gas ima viskoznost pri atmosferskom pritisku slično tečnostima, a slobodna naelektrisanja dovode do relativno visoke električne provodljivosti plazme koja može da se poredi sa onima koje srećemo kod metala[8].



Slika 3.1. Osnovni mehanizam prenošenja toplote koji postoji u zagrevanju čestica u letu i topljenju čestica termalnom plazmom

Osnovni mehanizam prenošenja toplote koji je dominantan kada je čestica u kontaktu s plazmom šematski je predstavljen na slici 3.1[9]. Neto

[8] O. Auciello, D.L. Flamm, Plasma Diagnostics, Plasma-materials Interactions, vol.1, Academic Press, Boston, [Mass.], 1989.

[9] M.I. Boulos, Thermal plasma processing, IEEE Trans. Plasma Sci. 19 (1991)1078–1089.

energija koja doprinosi zagrevanju i topljenju čestica (Q_n) je razlika između energije prelaženja i provođenja koje se prenose od plazme ka čestici i gubitka energije sa površine čestice u okolinu zračenjem. Ovo je dato u jednačini koja sledi:

$$Q_n = hA(T_\infty - T_s) - \sigma\varepsilon A(T_s^4 - T_a^4)$$

- gde je h koeficijent prelaženja toplote od plazma ka čestici, A - površina čestice, T_∞ je temperatura plazme, T_s je temperatura površine čestice, T_a je temperatura zida reaktora, σ - Stefan–Boltzmanova konstanta i ε je emisivnost čestica.

Ova jednačina predstavlja pojednostavljeni opis mehanizma koji se javlja u ranim fazama jer se površina čestica isparava formirajući gasoviti omotač koji inhibira (usporava) prenošenja toplote i, posledično, mehanizam se menja i ne može se opisati ovako jednostavnim mehanizmom.

Termalna plazma ima brojne prednosti, uključujući: izuzetno visoku temperaturu, visok intenzitet, nejonizujuće zračenje i veliku gustina energije. Izvor toplote je takođe jasno usmerenog pravca sa oštrim interfejsima i visokim toplotnim gradijentima koji se mogu kontrolisati nezavisno od samih hemijskih procesa koji se odvijaju u reaktoru. Dok se gornja temperaturna granica od 2 000 °C može postići spaljivanjem fosilnih goriva, termalna plazma može dostići temperature od 20 000 °C ili čak više. Reaktori na bazi termalne plazme nude niz drugih prednosti uključujući:

1. velika količina materijala koji se može tretirati sa relativno kompaktnom geometrijom reaktora;
2. velika brzina zagrevanja i zamrzavanja (>10^6 K/s) što omogućava dobijanje tačno definisanih hemijskih sastava gasa i čvrstih materijala;
3. male vrednosti protoka gasa (osim u slučaju uređaja bez prenešenog luka) u poređenju sa sagorevanjem fosilnih goriva, čime se smanjuju zahtevi za tretman izlaznih gasova.

Mogući nedostatak, posebno sa ekonomske perspektive, je upotreba električne energije kao izvora energije. Međutim, potpuna uporedna procena troškova često pokazuje ekonomsku održivost tehnologija zasnovanih na termalnoj plazmi[10].

Za potrebe sveobuhvatnosti treba napomenuti da se u stvari koriste dva osnovna tipa plazme za industrijske procese: termalna ili „ravnotežna" plazma i neravnotežna plazma. Kao što je gore pomenuto, prve karakterišu visoke gustine energije i jednaka temperatura teških čestica (atoma, molekula i jona) i elektrona. Zbog svoje mnogo veće pokretljivosti, energija u plazmi je zarobljena u elektronima i prenosi se teškim česticama tokom elastičnih sudaranja. Zbog velikog broja elektrona na atmosferskom pritisku, frekvencija elastičnih sudara je veoma visoka i toplotna ravnoteža se postiže relativno brzo. Tipični primeri termalnih plazmi su one proizvedene jednosmernom strujom (DC) ili indukovane radio frekventnim električnim pražnjenjem (RF)[11].

U poređenju sa ravnotežnim - termalnim plazmama, neravnotežne plazme imaju niži stepen jonizacije i karakteriše ih manja gustina energije i velika razlika između temperatura elektrona i težih čestica. Ove plazme su poznate i kao „hladne" plazme. Samo manji broj elektrona koji imaju dovoljne energije se sudaraju sa gasom u pozadini što rezultira niskim nivoom disocijacije, pobuđenja i jonizacije bez značajnog povećanja entalpije gasa. Kao rezultat toga, temperatura elektrona premašuje temperaturu teških čestica za nekoliko redova veličina i moguće je održavati takvu vrstu električnog pražnjenja na mnogo nižim temperaturama, čak i na sobnoj temperaturi. Ove plazme koriste se u primenama kao što su lokalna modifikacija površine ili površinska aktivacija, jer joni, atomi i molekuli ostaju relativno hladni i ne izazivaju termička oštećenja na površinama sa kojima dođu u kontakt. To im omogućava da se koriste za hemijske tretmane na niskim temperaturama, za

17

[10] *J. Fiedler, E. Lietz, D. Bendix, D. Hebecker, Experimental and numerical investigations of a plasma reactor for the thermal destruction of medical waste using a model substance, J. Phys. D: Appl. Phys. 37 (2004) 1031–1040.*

[11] *M.I. Boulos, New frontiers in thermal plasma processing, Pure Appl. Chem. 68 (1996) 1007–1010.*

plazma prevlačenje, taloženje i modifikaciju površine i za tretiranje toplotno osetljivih materijala, uključujući polimere i biološka tkiva. Ove plazme nastaju u raznim vrstama električnih pražnjenja, RF plazma na niskom pritisku i korona pražnjenja.

3.3 Generacija plazme

Termalne plazme, kao što su one koje se koriste u tretmanu otpada, mogu se stvoriti mnogim metodama, uključujući: jednosmerna (DC) električna pražnjenja sa jačinom struje do čak 1×10^5 A (u konfiguraciji sa prenešenim ili neprenešenim lukom); naizmeničnom strujom (AC) ili prelaznim električnim lukovima (lampe, prekidački ili impulsni lukovi); indukovana radiofrekventna (RF) i mikrotalasna pražnjenja na pritisku bliskom atmosferskom i plazmom indukovanim korona pražnjenjima.

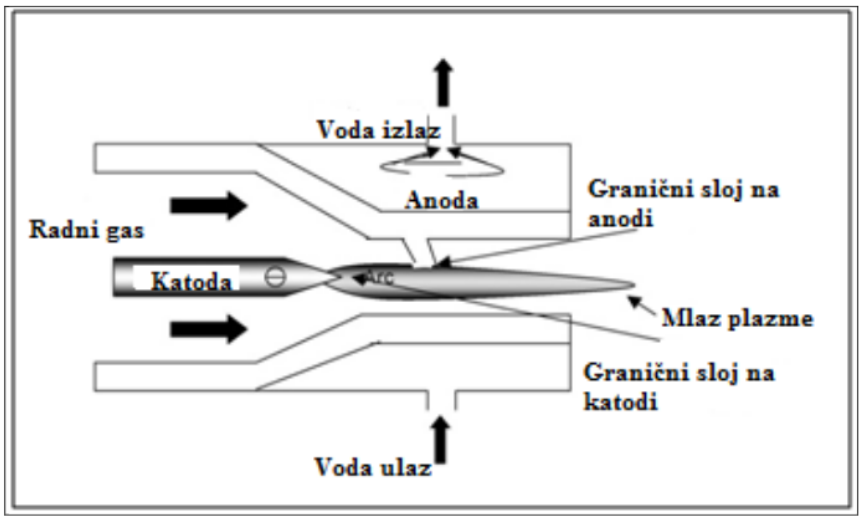
Metode za proizvodnju plazme koje se koriste za tretiranje opasnog otpada uključuju: plazmatrone sa jednosmernom strujom (u konfiguracijama sa prenešenim i neprenešenim lukom) i (RF) radiofrekventno indukovane plazma uređaje[12]. Osim ove poslednje, u ovim tehnologijama nastaje visokoenergetsko plazma pražnjenje između dve elektrode u prisustvu dovoljnog protoka radnog fluida, a plazma se proteže izvan obima elektroda u obliku visokoentalpijskog plazma mlaza. U uređaju sa prenešenim lukom, radni komad je suprotnopolna elektroda, dok je u uređaju sa neprenešenim lukom suprotnopolna elektroda sastavni deo plazmatrona, a plazma mlaz se proteže i van nje u obliku mlaza.

Većina generatora plazma lukova koji se koriste u procesu prerade materijala koriste DC (jednosmerna), a ne AC (naizmenična), jer postoji manja generacija buke usled pojačanja prvog harmonika generisane struje, stabilniji rad, bolja kontrola, rad sa najmanje dve elektrode, manja potrošnja elektroda, nešto niže habanje refraktorskih materijala i manja potrošnja energije.

[12] A. Gleizes, J.J. Gonzalez, P. Freton, Thermal plasma modelling, J. Phys. D: Appl. Phys. 38 (2005) R153–R183.

3.3.1 DC plazmatroni sa neprenešenim lukom

DC plazmatroni sa neprenešenim lukom su najčešći uređaji za generaciju termalne plazme u procesiranju materijala. Oni proizvode plazmeni luk visoke temperature koji u interakciji sa gasom stvara viskotemperaturni mlaz u koji se materijal za tretiranje može na pogodan način ubaciti za moguće topljenje i isparavanje u letu. Šematski dijagram DC plazmatrona sa neprenešenim lukom jednosmernog strujnog toka prikazan je na slici 3.2[13].



Slika 3.2. Šematski dijagram DC plazmatrona sa neprenešenim lukom jednosmernog strujnog toka

Električni luk se uspostavlja između aksijalno postavljene katode šiljastog vrha i toroidne/prstenaste anode. Anoda je koncentrična i paralelna sa osom mlazna; gas prelazi u granični sloj između jezgra plazmenog mlaza i unutrašnje površine anode i potiskuje se u prostor van anode usled pritiska dolazeće struje gasa. Tačka spajanja luka na anodi neprekidno se menja usled smanjenja (odnošenja) materijala anodne elektrode, dok šiljasti profil katode uglavnom

20

[13] *P. Fauchais, A. Vardelle, Pending problems in thermal plasmas and actual development, Plasma Phys. Controlled Fusion 42 (2000) B365–B383.*

dovodi do fiksne tačke vezivanja luka na njoj. Da bi se osigurao zadovoljavajući radni vek, anodne elektrode se projektuju da budu dovoljno masivne komponente, što ih čini otpornim za postepeno odnošenje materijala i obično se hlade vodom. Međutim, nedostaci ove vrste plazmatrona su što dovode do zaprljanja proizvoda i imaju veoma niske energetske efikasnosti, tj. njihova izlazna snaga može biti veoma niska i do 50% njihove ulazne snage[14].

DC plazmatroni sa neprenešenim lukom koriste se u dve glavne konfiguracije elektroda:

- konstrukciono stabilisani plazmatroni ograničenog luka sa vrelim elektrodama: plazmatroni sa toroidnom volframskom katodom i prstenastom bakarnom anodom obično se koriste na snagama ispod 100 kW. Najčešće korišćeni radni gasovi su Ar, He, N_2, H_2 i njihove smeše. Oksidacioni gasovi se ne mogu koristiti u ovoj vrsti plazmatrona, jer bi došlo do oksidacije volframske katode. Protok radnog gasa je uglavnom ispod 100 l/min, a gustina energije u visokotemperaturnom gasu može dostići 145 MJ/m^3, a temperature plazme dostižu vrednosti između 6 000 i 15 000 K[15].
- konstrukciono stabilisani plazmatroni ograničenog luka sa hladnim elektrodama: plazmatroni sa hladnim, bakarnim elektrodama (i katoda i anoda) vrlo visoke toplotne provodljivosti (385 $Wm^{-1}K^{-1}$) mogu se koristiti za termalne plazme koje sadrže i oksidacione gasove. Imaju dve koaksijalne, cevaste elektrode razdvojene malim razmakom u kome generisanu plazmu karakteriše snažno vrtložno kretanje. Ono je indukovano ili magnetnim poljem, ili vrtložnim kretanjem gasne struje. Industrijske verzije ove vrste plazmatrona rade na nivoima snage od 100 kW do 6 MW sa protokom gasa do 300 m^3/h (5000 l/min) u 1 MW-tnom plazmatronu. Temperatura plazme

[14] *G. Bonizzoni, E. Vassallo, Plasma physics and technology; industrial applications, Vacuum 64 (2002) 327–336.*

[15] *O. Auciello, D.L. Flamm, Plasma Diagnostics, Plasma-materials Interactions, vol. 1, Academic Press, Boston, [Mass.], 1989.*

je ispod 8 000 K pri atmosferskom pritisku[16]. Ovi plazmatroni uglavnom se koriste za proizvodnju ultradisperznog praha ili u ekstraktivnoj metalurgiji[17].

3.3.2 DC plazmatroni sa prenešenim lukom

U konfiguracijama plazmatrona sa prenešenim lukom samo se jedna elektroda koja formira plazmu nalazi unutar bilo kojeg pojedinačnog tela plazmatrona, a plazmu karakteriše relativno veliko prostorno rastojanje katode i anode. To rastojanje može biti od nekoliko centimetara do skoro 1 m. Plazmatroni mogu biti anodni ili katodni; elektroda je koncentrična u odnosu na osu mlaza i luk se prenosi na spoljnu elektrodu. Ovo je električno provodljiv materijal, obično radni komad u pojedinačnom rasporedu, kao što je šematski prikazano na slici 3.3[18]. Plazmatroni prenešenog luka mogu proizvesti izuzetno visoke toplotne flukseve, jer se plazma luka formira izvan vodom hlađenog tela plazmatrona. To znači da su oni sami po sebi efikasniji od plazmatrona sa neprenešenim lukom, jer su gubici zračenjem toplote na hladno telo plazmatrona svedeni na minimum.

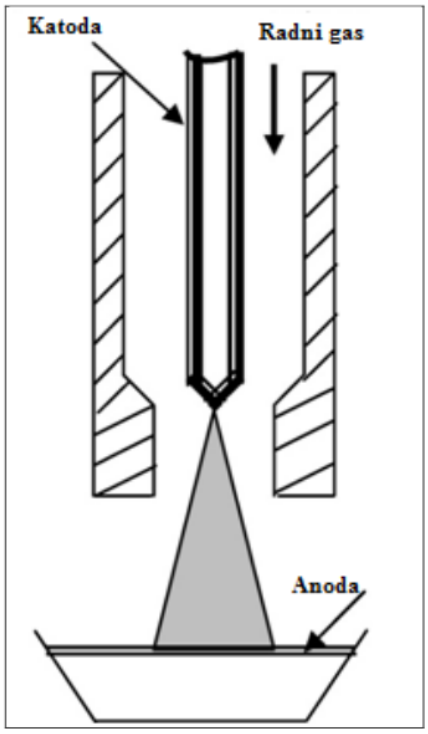
Konstrukcija katode su najčešće od metala hlađenog vodom ili češće vatrostalnog materijala koji se polako troši sublimacijom, npr. grafit, volfram ili molibden. Potreba za gasom je manja od 200 l/min, a gustina energije može dostići 2 800 MJ/m^3. Anode su napravljene od metala visoke toplotne provodljivosti, kao što su bakar ili srebro, i obično su u obliku cilindra koji su zaravnjeni na krajevima za distribuciju spajanja luka. Ključni aspekt je obezbeđivanje dovoljnog vodenog hlađenja na zadnjoj strani anode radi sprečavanja topljenja, što ograničava maksimalne gustine energije na oko 750 MJ/m^3. Praktično, anode se mogu koristiti samo sa inertnim mono-atomskim gasovima dok se katode mogu koristiti sa dvo-atomsko-mono-atomskim

[16] O. Auciello, D.L. Flamm, Plasma Diagnostics, Plasma-materials Interactions, vol. 1, Academic Press, Boston, [Mass.], 1989.

[17] Boulos, New frontiers in thermal plasma processing, Pure Appl. Chem. 68 (1996) 1007–1010.

[18] G. Bonizzoni, E. Vassallo, Plasma physics and technology; industrial applications, Vacuum 64 (2002) 327–336.

smešama gasova. Anodne plazmatroni su posebno korisne u aplikacijama u kojima se ne može tolerisati kontaminacija od strane elektrode, kao kod čistog topljenja metala. Tipičan primer je topljenje titanijuma gde je kontaminacija volframom apsolutno neprihvatljiva.



Slika 3.3. Šematski prikaz plafonskog plazmatrona sa prenešenim lukom jednosmerne struje

Grafitne elektrode su mnogo jednostavnija i jeftinija alternativa plazmatronima sa vodom hlađenim elektrodama u aplikacijama gde kontaminacija ugljenikom usled trošenja elektroda nije problem, kao u većini prerada otpada. Grafitne elektrode mogu biti anodne ili katodne i obično sadrže jednostavnu grafitnu šipku sa centralnom rupom za plazmeni mlaz. Budući da su vatrostalni, ne zahtevaju vodeno hlađenje, pa se i anode i katode mogu koristiti sa dvo-atomnim gasovima, i zato se azot može koristiti kao jeftinija

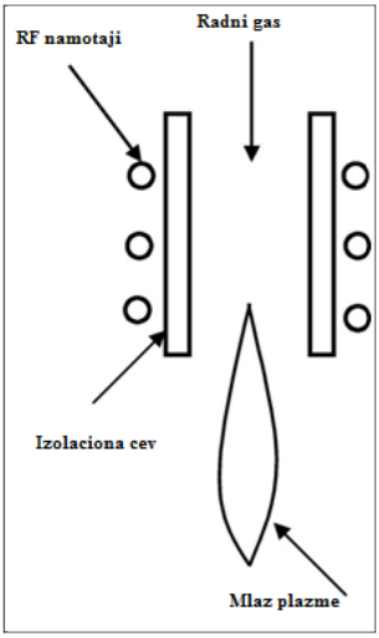
alternativa argonu. Tipičan primer postrojenja za topljenje pepela je upotreba elektrode prečnika 254 mm za isporučivanje 4,6 MW (jačina struje 13 000 A uz napon od 350 V) koristeći azot.

Još jedna prednost plazmatrona sa prenešenim lukom je njihova mogućnost upotrebe u spregnutom režimu spregnutih plazmatrona. Par anodnih i katodnih plazmatrona prvobitno postavljenim pod uglom (ili grafitne elektrode) od kojih svaki proizvodi plazmu, koje su razdvojeni jedan od drugog, ali se potom spajaju za formiranje plazme u slobodnom prostoru. Prednost ovog rasporeda je u tome što nema potrebe da radni komad formira suprotno-polnu elektrodu, tako da je idealan za topljenje neprovodnih materijala i za isparavanje prahova u letu.

3.3.3 Plazmatroni sa RF indukcijom

RF pražnjenje karakteriše odsustvo elektroda, što izbegava zagađenje plazme metalnim isparenjima. Šematski prikaz RF induktivno pražnjenja prikazan je na slici 3.4.

U plazmatronima sa RF indukcijom, prenos energije na plazmom se vrši pomoću elektromagnetnog polja proizvedenog električnim indukcionim kalemom. Radni gas ne dolazi u kontakt sa elektrodama, čime se eliminišu mogući izvori kontaminacije i omogućava njihov rad u širokom rasponu radnih uslova, uključujući inertnu, redukcionu i oksidacionu atmosferu i druge korozivne atmosfere. Lokalna gustina snage niža je od gustine energije kod DC plazme.



Slika 3.4 Šematski prikaz plazmatrona sa RF indukcijom

Glavne oblasti primene u industriji su u području spektrohemijske analize, sinteze visoko čistog silicijuma ili titanijum dioksida visoke čistoće i sinteze ultra-finog i ultra-čistog praha. Plazmatroni RF indukcione plazme se sve više razmatraju za širok spektar primene u oblastima prerade materijala i uništavanja opasnog otpada. Obično su dostupni na nivou snage do 100 kW što ozbiljno ograničava njihovu primenu.

Iz karakteristika koje su ovde prikazane, može se zaključiti da termalni plazma reaktori nude sledeće jedinstvene prednosti za uništavanje opasnog otpada, i to:

- velika energetska gustina i temperatura koja karakteriše termalnu plazmu i odgovarajuće brzina reakcija nude potencijal za veliki protok s malim gabaritima reaktora,
- veliki gradijenti temperature u reaktoru omogućavaju sastojcima koje izlaze iz njega da se zamrznu vrlo velikom brzinom, čime se omogućava postizanje

metastabilnih stanja i neravnotežnih sastava, čime se minimizira ponovno formiranje postojanih organskih zagađivača (POPs),

- plazma se može koristiti za tretiranje širokog spektra otpada, uključujući tečnosti, čvrste materije i gasove,
- velike gradijenti toplotnih flukseva na granicama reaktora dovode do brzog postizanja uslova stabilnog stanja. To omogućava kratka vremena pokretanja i isključivanja, u poređenju s drugim termičkim tretmanima kao što je spaljivanje (inseneracija), bez ugrožavanja performansi ozida,
- oksidanti nisu potrebni za proizvodnju procesnog izvora toplote, jer se gorivo ne sagoreva, zbog čega je protok gasovitih produkata sagorevanja mnogo manji nego kod klasičnih procesa sagorevanja, pa je lakše i jeftinije upravljanje samim procesom,
- kombinacija gore navedenih karakteristika omogućava integrisanje tretmana plazme u proces koji stvara opasnost otpad, čime se omogućava uništavanje otpada na izvoru i nudi zaista optimalno rešenje.

Plazma reaktori se mogu koristiti za topljenje ili dodavanje katalizatora za ostakljivanje otpada kako bi se dobio stabilan, nepropusni ostakljeni proizvod u vidu šljake u koji su opasne materije zarobljene u staklenoj mreži[19].

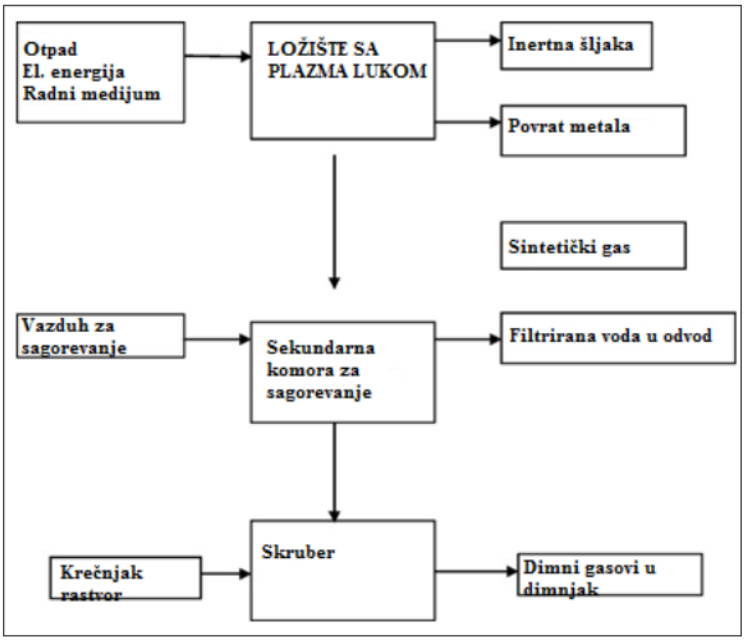
Ostakljeni proizvodi nude potencijal za ponovnu upotrebu ali i drugi proizvodi visoke dodane vrednosti, kao što su metali koji se mogu na pogodan način izdvojiti. Pored toga, plazme mogu termički razgraditi opasna organska jedinjenja u jednostavnije, benigne materijale. Alternativno, upotrebom gasifikacije ili pirolize, organski deo otpada može se pretvoriti u sintetički gas (singas) koji može zameniti fosilna goriva. Sl. 3.5 prikazuje pojednostavljeni dijagram procesa za gasifikaciju ili ostakljivanje opasnog otpada termalnom plazmom.

20

[19] *K. Moustakas, D. Fatta, S. Malamis, K. Haralambous, M. Loizidou, Demonstration plasma gasification/vitrification system for effective hazardous waste treatment, J. Hazard. Mater. 123 (2005) 120–126.*

Najnovija dostignuća u tretmanu otpada u termalnoj plazmi mogu se klasifikovati na sledeći način:

(a) piroliza ili gasifikacija organskog opasnog otpada pomoću reaktora sa plazmatronima sa neprenešenim lukom ili plazmatronili sa RF indukcijom.
(b) tretman čvrstih materija ili suspenzija, korišćenjem kombinacije pirolize i ostakljivanja ostataka u konfiguracijama sa plazmom sa prenošenim lukom.
(c) sakupljanje otpadnih proizvoda iz proizvodnih procesa, kao što je zaostala prašina iz elektrolučnih peći (EAF), gde se koriste plazma reaktori sa neprenešenim i prenešenim lukom.



Slika 3.5. Dijagram procesa za plazmenu gasifikaciju i ostakljivanje opasnog otpada

3.4 Tehnički opis postrojenja za tretman otpada u termalnoj plazmi

Plazma reaktori za tretman otpadnih materija su kompleksne procesne jedinice/sklopovi u kojima se kontrolisano odvijaju reakcije uz primenu nisko-temperaturne plazme kao izvora energije. Dakle, zaključak bi bio da je plazma tretman otpada jedan kompleksan postupak koji uključuje i termičke i hemijske postupke u tretmanu otpada. Jedinice za tretman korišćenjem termalne plazme se osim izvora termalne plazme sastoje i od nekoliko podsistema. Te komponente su: sistem za dopremanje otpada do reaktora, komora za tretman otpada, sistem za uklanjanje i rukovanje čvrstim ostacima, sistem za prečišćavanje otpadnih gasovitih produkata, operativne kontrole i prikupljanje i praćenje podataka.

Plazma reaktori su projektovani:

- za procesno kontrolisano mešanje reagenasa u zapremini reaktora;
- za stvaranje uslova za efikasno prenošenje količine toplote i supstancije pri minimalnim gubicima toplote;
- za stvaranje neophodnih uslova za odvijanje kontrolisanih hemijskih reakcija, tu uključujući i upotrebu za kontrolisano reaktorsko topljenje različitih materijala.

3.4.1 Osnovni podsistemi postrojenja i njihove osobine

1. Jedinica za pripremu otpadnog materijala (nema specifičnosti u odnosu na druge tretmane) :

- Primarno razdvajanje otpada i grupisanje otpada pogodnog za tretman (metal, staklo);
- Mehaničko razdvajanje otpada po veličini, izdvajanje većih komada za dodatno usitnjavanje;
- Izdvajanje metalnog otpada elektromagnetima;
- Izdvajanje obojenih metala pomoću "pokretnog" magnetnog polja;

- Obezbeđivanje "standardizovanog" hemijskog sastava otpada i usklađivanje njegovog oblika pogodnog za njegovo dalje tretiranje i skladištenje;
- Mlevenje otpada na potrebnu veličinu;
- Među-akumulacija pripremljenog otpada;
- Sušenje otpada (uklanjanje prekomerne fizičke vlage iz otpada) do potrebnog nivoa vlage od 25-30% (ako termodinamički proračuni pokažu da je potrebno) koristeći sopstvenu toplotnu energiju postrojenja za plazmenu gasifikaciju.

2. Plazma modul za pirolizu/gasifikaciju otpada se sastoji od:

- Plazmatrona za proizvodnju plazma mlaza željene snage i njegovo uvođenje u plazma reaktor za gasifikaciju;
- Sistema za snabdevanje pripremljenog otpada iz među-akumulacije u ulazni modul plazma reaktora;
- Plazma reaktor za plazmenu gasifikaciju koji je projektovan da obezbedi kontrolisan tretman određene vrste otpada. Otpad će biti klasifikovan u grupe koje po karakteristikama odgovaraju da se zajedno tretiraju, a plazma reaktori će biti koncipirani prema određenim grupama otpada.;
- Sistema za sprovođenje visoko-temperaturna gasne smeše iz reaktora (sintetički gas);
- Sistema za kondicioniranje viskotemperaturnih gasova (brzo hlađenje - zamrzavanje) i jedinica za temperaturnu kontrolu modula;
- Jedinica za prečišćavanje gasova i analizu sastava;
- Sistema za odvajanje ostakljenih čvrstih materijala;
- Izvora električne energije za sisteme i podsisteme (vezan na spoljašnju električnu mrežu);
- Jedinice za proizvodnju azota za zaštitu;

3. Postrojenje za proizvodnju toplotne i električne energije u samom procesu razgradnje otpada

- Sastoji se iz podsistema za generisanje toplotne i električne energije;

- Ima i među-skladište za sintetički gas i uređaje za komprimovanje sintetičkog gasa;
- Dimnjak za oslobađanje otpadnih dimnih gasova (proizvod sagorevanja sintetičkog gasa);
- Sistem za analizu otpadnih dimnih gasova;
- Izvor električne energije za sisteme i podsisteme (vezan na spoljašnju električnu mrežu ili za specijalne uređaje);
- Ima jedinicu za proizvodnju azota potrebnog za zaštitu uređaja unutar sistema za razgradnju.

Mogućnost korišćenja plazma reaktora u specijalnim namenama i specijalnim konfiguracijama kao što su to: za uništavanje hemijskih, bioloških i bakterioloških komponenti, uništavanje otpada iz proizvodnje hemikalija, uključujući organohalogeni otpad, pesticide kojima je prošao rok upotrebe, polihlorovane bifenile (PCB) i ostale najopasnije organske zagađivače, za uništavanje medicinskog otpada, raznovrsnog toksičnog otpada, kao i značajno smanjenje zapremine potrebnog za skladištenje radioaktivnog otpada, značajno proširuje mogućnosti primene ove vrste specifične procesne opreme i sistema baziranih na njima.

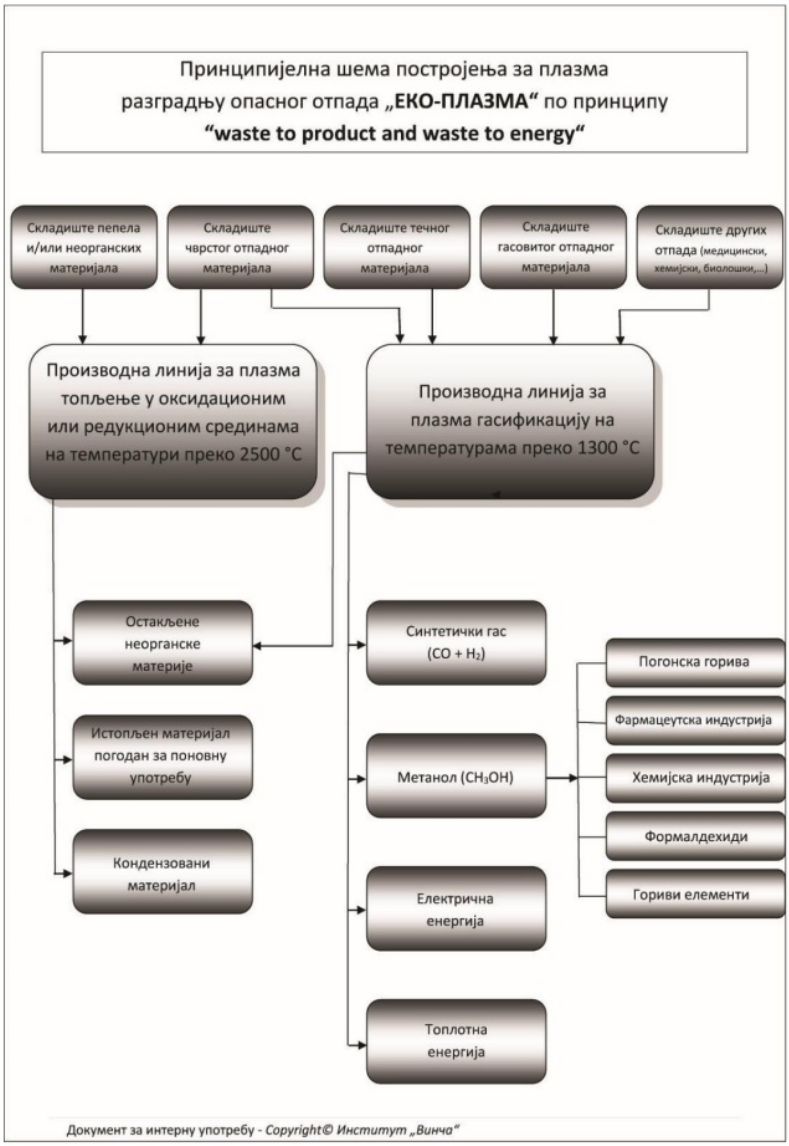
Velika snaga i velika gustina toplotne energije u električnom luku omogućavaju stvaranje kompaktnih i procesno orijentisanih plazma reaktora (zavisno od željenih ulaznih materija i željenih proizvoda reakcija) i omogućavaju korišćenje toplote i katalitičkog efekta niskotemperaturne plazme za stvaranje praktično bilo kog hemijskog sastava u reaktorima, kao i za odvijanje kontrolisanih hemijskih procesa sa visokom brzinom i produktivnošću.

Niskotemperaturna termalna plazma (~5 000 °C) koristi se kao izvor toplote, koja se isporučuje u plazma-hemijski reaktor iz tzv. plazmatrona u mlazu visoke energije koji koristi široki spektar radnih medijuma, jedno-, dvo-komponentnih ili više-komponentnih gasova (argon, helijum, azot, vazduh, mešavina argona i azota sa vodonikom, amonijakom, vodenom parom), što

omogućava postizanje dovoljno visokih temperatura u plazma reaktoru za tretman odgovarajućih materija (od 1 650 do 2 500 °C).

Plazma jedinice (moduli) za uništavanje otpada namenjene su za ekološki i energetski efikasniji tretman raznih otpada (a među njima i hlororganske materije) koji sadrže ugljenik, a pod uticajem izuzetno visokih temperatura lokalno u plazma mlazu (~5 000 °C), omogućuju uništavanje svih komponenata sadržanih u otpadu, do njihove potpune razgradnje u sintetički gas - mešavinu ugljen-monoksida (CO) i vodonika (H_2). Druga hemijska jedinjenja nastala procesom plazma tretmana opasnog otpadnog materijala (nusprodukti razgradnje) se pogodnim putem izdvajaju u delovima postrojenja za prečišćavanje gasovitih produkata plazma razgradnje iz sintetičkog gasa koji predstavlja proizvod ovog procesa.

KARAKTERISTIKE	Vrsta / Tip
Karakteristike uskladištenog materijala	Čvrsto, tečno, disperzno i gasovito (Moduli za plazmenu gasifikaciju moraju biti projektovani i izrađeni za tačno definisani tip i karakteristike otpadnog materijala.)
Snabdevanje materijalom sa skladišta	Kontinualno, neprekidno
Izvor energije	Nisko temperaturna plazma (~5000 °C)
Radna temperatura u plazma reaktoru, °C	od 1 250 do 2 500 °C (zavisno od vrste materijala koji se tretira u reaktoru – procesni parametri rada biće definisani u istraživačko-razvojnom centru)
Spoljašnja temperatura reaktora	ne veća od 40 °C
Protiv požarna i protiv-eksplozivna zaštita	protiv eksplozivni ventili sa nezavisnim snabdevanjem inertnim zaštitnim gasom (azotom)
Broj nezavisnih rashladnih krugova	od 3 do 5
Tip hlađenja sklopova i podsklopova sistema	Vodeno hlađenje sa mogućom rekuperacijom toplote koje odmah treba uzeti u razmatranje pri projektovanju sistema
Radni fluid plazma generatora	Vazduh ili vodena para (pokazaće se prednost korišćenja v.pare)
Mod rada	Kontinualno, neprekidno 24 časa („duty cycle" =100%)



Slika 3.6. Principijelna šema predloženog postrojenja za plazmenu gasifikaciju i ostakljivanje opasnog otpada zamišljenog po principu „waste-to-product i waste-to-energy“ (WtP i WtE)

3.5 Vrste otpada koje se mogu tretirati u termalnoj plazmi

Lista otpada koji se mogu tretirati primenom termalne plazme dat je u PRILOGU 3. U prilogu su date raznovrsne vrste otpada kako po agregatnom stanju tako i po morfološkoj strukturi. Osnovni preduslov da se neke od navedenih vrsta mogu tretirati predstavlja mogućnost pravilnog doziranja u viskotemperaturnu zonu plazma reaktora. Čvrste čestice moraju biti izdrobljene na veličinu zrna manju od 30 mm, dok tečni otpadi moraju imati određenu viskoznost potrebnu za raspršivanje sistemom dizni. Muljevi se mogu koristiti uz adaptacije uređaja za doziranje.

Svaka vrsta otpada se mora razmatrati kao poseban problem i to sa stanovišta kvalitetnog snabdevanja sistema za plazmahemijski tretman, tako i sa stanovišta koncentracije zagađujućih sastojaka i eventualnih proizvoda plazmahemijske razgradnje. Optimizacija procesa tretmana se vrlo pažljivo planira, po potrebi eksperimentalno proverava, pa tek onda odobrava i praktikuje u reaktoru sa termalnom plazmom.

PRILOG 3. Tabela 3.1. Vrste otpada koje se uspešno mogu tretirati u termalnoj plazmi

4. ANALIZA TRETMANA POPs JEDINJENJA U TERMALNOJ PLAZMI

4.1 Karakteristike POPs jedinjenja

POPs (Persistent Organic Pollutants) već duži niz godina predstavljaju jedan od najznačajnijih predmeta istraživanja u oblasti hemije životne sredine. Postojane organske zagađujuće supstance – POPs, su toksična hemijska jedinjenja prisutna u životnoj sredini. POPs-ovi su postojana jedinjenja, otporna na fotolitičku, hemijsku i biološku degradaciju pod prirodnim uslovima, a vreme zadržavanja nekih POPs-ova u prirodi se meri desetinama i stotinama godina. Svaka grupa ovih jedinjenja je proizvedena u različite svrhe, upotrebljavana na raznim lokacijama i poseduje specifične fizičko-hemijske osobine. Mogu se podeliti u dve grupe. Jedinjenja koja je stvorio čovek i prirodne policiklične aromatične ugljovodonike. Mnoga od ovih jedinjenja ulaze u lance ishrane i akumuliraju se u živim organizmima i zbog toga mogu štetno uticati na ljudsko zdravlje. POPs su slabo rastvorljive u vodi, ali ih karakteriše izrazita liposolubilnost (dobra rastvorljivost u mastima i nepolarnim rastvaračima), što im omogućava da se akumuliraju (deponuju) u masnom tkivu životinja i drugim tkivima sa visokim sadržajem lipida. Viši nivoi lanca ishrane (ribe, ptice grabljivice, sisari i ljudi) mogu da akumuliraju visoke koncentracije POPs jedinjenja. Ova jedinjenja se u prirodi relativno lako prenose na velike razdaljine, a najčešće prilikom: erozija, poplava, vodom kroz živi svet[20]. POPs isparavaju u toplijim krajevima i kondenzuju se u hladnijim krajevima sveta pa su pronađeni daleko od mesta svog porekla - naprimer u arktičkim ekosistemima gde nikada nisu primenjivana. Ova svojstva POPs hemikalija čine da one postanu jedna od glavnih ciljeva delovanja u oblasti zaštite životne sredine. Kao odgovor međunarodne zajednice za sistemsko globalno rešenje

[20] http://www.pcbsserbia.rs/sr/pops-hemikalije

problema POPs hemikalija, doneta je Stokholmska konvencija o POPs hemikalijama koja je stupila na snagu 2004. godine.

Osnovni cilj Stokholmske konvencije o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama je zaštita zdravlja ljudi i životne sredine od POPs hemikalija. Države potpisnice ove Konvencije imaju obavezu da utvrde, zabrane ili ograniče proizvodnju, promet i korišćenje POPs, kao i obavezu da smanje, odnosno eliminišu emisije POPs hemikalija u životnu sredinu. U mnogim slučajevima zamene za dugotrajne organske zagađujuće supstance je dostupna, međutim, visoke cene, niska svest, nedostatak odgovarajuće infrastrukture i tehnologije su razlozi zašto se ove zamene šire ne primenjuju.

Dugotrajne organske zagađujuće supstance se mogu podeliti u tri grupe:

1. pesticidi (aldrin, dieldrin, hlordan, toksafen, mireks, endrin, heptahlor, heksahloro benzen-HCB, hlorodekon, dihloro difenil trihloroetan-DDT, heksabromo bifenil i heksahloro cikloheksan-HCH),
2. industrijske hemikalije (polihlorovani bifenili-PCBs i heksahloro benzen-HCB)
3. nus-proizvode industrijskih procesa i procesa sagorevanja (heksahloro benzen-HCB, polihlorovani dibenzo-p-dioksini /dioksini/-PCDDs, polihlorovani dibenzo-p-furani /furani/-PCDFs, i policiklični aromatični ugljovodonici-PAHs).

Stokholmskom Konvencijom izriču se zabrane ili ograničenja proizvodnje, spoljnotrgovinskog prometa i upotrebe POPs hemikalija, ali i smanjenje, odnosno eliminacija emisije ovih hemikalija u životnu sredinu. Stokholmska konvencija ima 152 zemlje potpisnice koje su obavezane da eliminišu emisije 12 POPs hemikalija (aldrin, hlordan, DDT, dieldrin, endrin, heptahlor, heksahlorbenzen (HCB), mireks, toksafen, PCB, PCDD/PCDFs)[21].

Iako se POPs lako apsorbuju u telo, oni se sporo metabolišu i izlučuju, a sve veći broj studija ističe ozbiljan uticaj POPs-a na zdravlje ljudi. Klasifikacija

[21] http://www.pcbsserbia.rs/sr/stokholmska-konvencija-u-srbiji

POPs-ova prema internacionalnoj agenciji (International Agency for Research on Cancer-IARC) izgleda na način prikazan u Tabeli 4.1:

Tabela 4.1. Klasifikacija uticaja POPs-ova na zdravlje ljudi

Grupe uticaja	Opis uticaja
Grupa 1	Kancerogeni za čoveka
Grupa 2A	Verovatno kancerogeni za čoveka
Grupa 2B	Moguće kancerogeni za čoveka
Grupa 3	Neklasifikovani po pitanju kancerogenosti za čoveka
Grupa 4	Verovatno nije kancerogen za čoveka

9

U periodu 2010-2014. godine stupili su na snagu amandmani na anekse Stokholmske konvencije kojima su aneksi ove Konvencije prošireni za 10 novih POPs hemikalija (hlordekon, heksabrombifenil, pentahlorbenzen, lindan (γ-HCH), α-heksahlorcikloheksan (α-HCH), β-heksahlorcikloheksan (β-HCH), tetrabromdifenil etar i pentabromdifenil etar, heksabromdifenil etar i heptabromdifenil etar – (PBDEs), perfluorooktan sulfonska kiselina, njene soli i perfluorooktan sulfonil fluorid (PFOS), endosulfan i u koje je uključen heksabromciklododekan (HBCDD)), prikazanih u Tabeli 4.2.

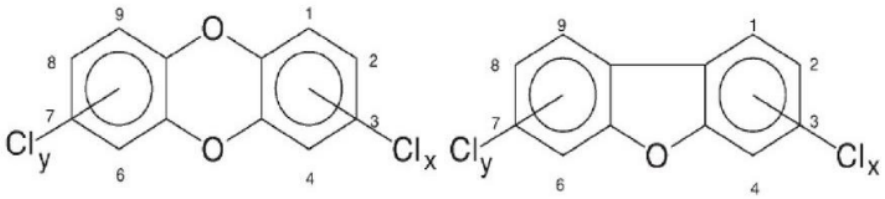
9

Tabela 4.2. Stare i nove POPs hemikalije

Grupa POPs	Starih 12 POPs	Novih 10 POPs
POPs pesticidi	aldrin, DDT, endrin, dieldrin, hlordan, mireks, toksafen, heptahlor i heksahlorbenzen (HCB)	Lindan (γ- HCH), Hlordekon, Pentahlorbenzen, α-HCH, β-HCH i Endosulfan
Industrijske POPs	PCBs	PFOS, heksabrombifenil, PBDEs (tetrabromdifenil etar i pentabromdifenil etar; heksabromdifenil etar i heptabromdifenil etar) i HBCDD
Nenamerno proizvedene POPs	PCDDs, PCDFs, PCBs i heksahlorbenzen (HCB)	α-HCH, β-HCH i pentahlrobenzen

Polihlorovani dibenzo-p-dioksini (PCDD) i polihlorovani dibenzo-p-furani (PCDF) (Slika 4.1) spadaju u grupu najtoksičnijih hemikalija. Dioksini (PCDD) i

furani (PCDF) se emituju u atmosferu tokom nekontrolisanog sagorevanja. Poznato je 75 kongenera PCDD-a i 135 kongenera PCDF-a. Najopasniji, odnosno, najtoksičnije jedinjenje je 2,3,7,8-tetrahlorobenzo-p-dioksin (Slika 4.1).

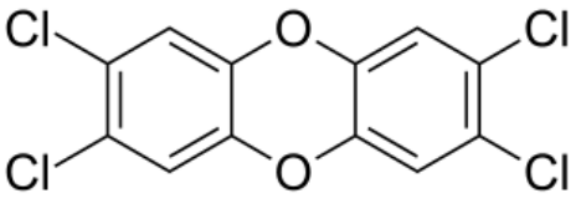


Polihlorovani dibenzo dioksini
PCDD

Polihlorovani dibenzo furani
PCDF

Slika 4.1. Polihlorovani dibenzo-p-dioksin i furan

Ovo jedinjenje je često poznato i kao „Soveso"-TCDD, a naziv je dobilo po havariji na jednom termoenergetskom postrojenju u Italiji u mestu Soveso. Tom prilikom u atmosferu je emitovana velika količina ovog otrovnog jedinjenja. Na raznim međunarodnim skalama toksičnosti (TEF) jedinjenje 2,3,7,8-tetrahlorobenzo-p-dioksin (2,3,7,8-TCDD) ima faktor 1, a relativna toksičnost svih ostalih jedinjenja je manja od 1 i to za red veličine, pa do nekoliko redova veličine.



Slika 4.2. 2,3,7,8-tetrahlorobenzo-p-dioksin (2,3,7,8-TCDD)

Za razliku od ostalih hemikalija dioksini (TCDDs) i furani (TCDFs) se nikada namenski ne proizvode, niti se u prirodi mogu naći. Ova jedinjenja su direktan produkt ljudskog delovanja i potiču konverzijom nekih drugih

supstanci. Njihovo formiranje može nastati u velikim sistemima kao što su postrojenja za sagorevanje čvrstog otpada, postrojenja za sagorevanje opasnog otpada, termoenergetska postrojenja, hemijska industrija, industrija papira, razne deponije i havarije na deponijama itd.

Postoji više mehanizama koji vode ka nastajanju PCDDs i PCDFs. Jedan od mehanizama je da ova jedinjenja nastaju u procesu devolatilizacije kidanjem dugih ugljovodoničnih lanaca i tako bez strukturne promene prolaze kroz ložišni prostor. Drugi mehanizam podrazumeva njihovo nastajanje u procesu oksidacije dugih ugljovodoničnih lanaca u toku procesa sagorevanja. Međutim, najčešći su modeli po kome PCDDs i PCDFs nastaju u procesima hlađenja produkata sagorevanja nakon ložišta, pri čemu presudan uticaj ima temperatura u postložišnom prostoru i katalitički uticaj pojedinih hemijskih elemenata.

Iako PCDDs i PCDFs mogu nastati pri sagorevanju na prvi pogled „bezopasnih„ materija (biomase i dr.), naročita pažnja se mora posvetiti njihovom nastajanju prilikom uklanjanja drugih vrsta opasnog otpada koji sadrže značajne količine hlora. Jednoj takvoj grupi jedinjenja pripadaju polihlorovani bifenili (PCBs)[22].

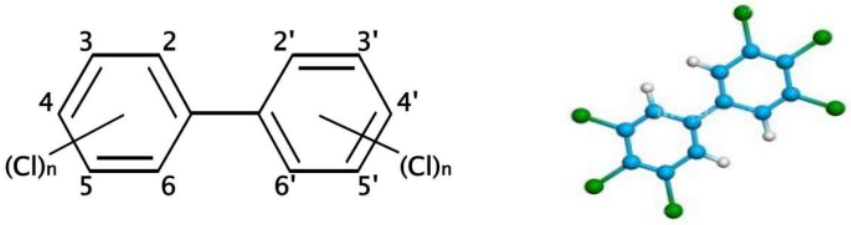
4.2 Polihlorovani bifenili (PCBs)

Polihlorovani bifenili (PCB) $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ su organska jedinjenja sa dva aromatična prstena na kojima se nalazi od jedan (1) do pet (5) atoma hlora. Polihlorovani bifenili su grupa hlorovanih aromatskih ugljovodonika koje

[22] *Zakonska akta koja obuhvataju ovaj tretman:*

1. *Zakon o hemikalijama („Službeni glasnik RS", br. 36/09, 88/10, 92/11 , 93/12 i 25/15)*
2. *Pravilnik o ograničenjima i zabranama proizvodnje, stavljanja u promet i korišćenju hemikalija („Službeni glasnik RS", broj 90/13 i 25/15)*
3. *Zakon o potvrđivanju Stokholmske konvencije o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama („Službeni glasnik RS-Međunarodni ugovori", broj 42/09)*
4. *Zakon o upravljanju otpadom („Službeni glasnik RS", br. 36/09 i 88/10)*
5. *Zakon o potvrđivanju Protokola o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama uz Konvenciju o prekograničnom zagađivanju vazduha na velikim udaljenostima iz 1979. („Službeni glasnik RS-Međunarodni ugovori", broj 1/12)*

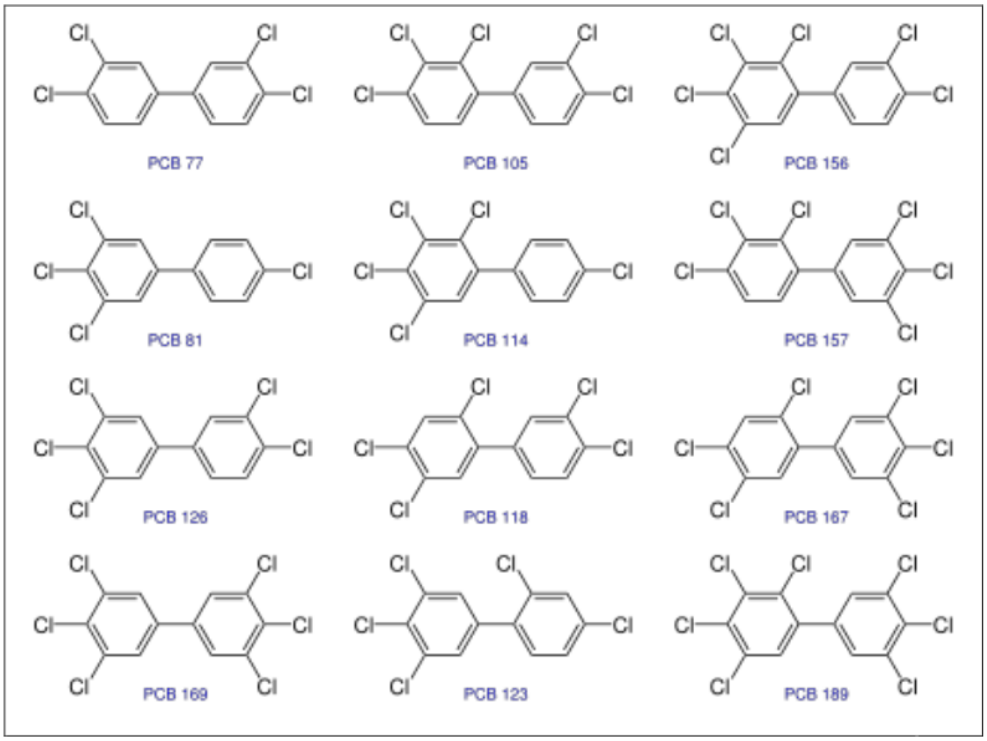
karakteriše struktura bifenila (dva prstena fenila $(C_6H_5)_2$) i najmanje jedan atom hlora koji je zamenio vodonik (Slika 9) putem progresivnog hloriranja bifenila u prisustvu odgovarajućeg katalizatora, npr. gvožđe hlorida ($FeCl_3$).



a) Strukturna formula molekula b) Model molekula

Slika 4.3. Struktura PCB-a

U zavisnosti od reakcije, stepen hloriranja može da varira između 21 i 68 % (masenog udela). Kongeneri poliholrovnih bifenila su molekuli dobijeni kombinacijom različitog broja i pozicije atoma hlora (Slika 4.4). 209 različitih kongenera PCB jedinjenja je teoretski moguće ali oko 130 je identifikovano u komercijalnim proizvodima. Polihlorovani bifenili se uglavnom primenjuju kao dielektrici (izolatori) u transformatorima, a u prirodnim uslovima su hemijski i mikrobiološki teško degradabilna jedinjenja.



Slika 4.4. Neke od varijanata PCB-a

[8] Sve kongeneri PCB jedinjenja su lipofilni i njihova lipofilnost se povećava sa povećanjem stepena hlorisanja. Uopšteno, PCB jedinjenja se mogu naći u rasponu od teških uljanih tečnosti, lepljivih smola, ili topljivih kristalnih materija u zavisnosti od količine supstituisanog hlora. Stabilnost ovih jedinjenja raste sa povećanjem stepena hlorisanosti, a samim tim i raste i energija potrebna za njihovu razgradnju.

[8] Ova veštačka jedinjenja su bez mirisa, bezbojna do svetlo žute ili žute boje, veoma stabilna i imaju relativno male vrednosti isparljivosti na sobnoj temperaturi. PCB jedinjenja su hidrofobna i stoga imaju vrlo nisku rastvorljivost u vodi. Kongeneri sa nižim stepenom hlorovanja su nestabilniji od onih sa višim stepenom. Kao hidrofobna i veoma stabilna jedinjenja mogu ispariti iz vode uprkos niskom naponu pare.

8

Nasuprot tome, oni su rastvorljivi u ulju i veoma rastvorljivi u većini organskih rastvarača. PCB jedinjenja su neosetljiva na izvor svetlosti i imaju izuzetnu stabilnost na toplotu - koja se povećava sa sadržajem hlora - i razlažu se tek na veoma visokoj temperaturi (> 1.000 °C). Polihlorovani bifenili imaju visok nivo hemijske inercije i veoma su otporni na mnoge hemijske agense kao što su kiseline, baze i oksidante. Ne utiče na metale ali rastvaraju ili omekšaju određene vrste gume i plastike. PCB jedinjenja su praktično otporna na vatru zbog svojih visokih tački paljenja (170-380 °C).

Njihova isparenja su teža od vazduha, ali nisu eksplozivna. Imaju nisku električnu provodljivost, visoku toplotnu provodljivost i visoku otpornost na termičke degradacije. Na osnovu ovih osobina oni su se godinama koristili u stotinama industrijskih i komercijalnih aplikacija, uključujući električne, prenos toplote i u hidrauličnim uređajima; kao plastifikatori u proizvodnji boja, plastike i gumenih proizvoda; u pigmentima, bojama i nekarbonskim papirima za štampu i mnoge druge industrijske primene (EPA 2013a).

PCB jedinjenja poseduju još jednu bitnu osobinu, a to je da ugljenik i hlor su spojeni veoma jakom vezom i količina energije koja je potrebna da se raskine je veća od većine drugih kovalentnih veza. Snaga ovih veza u molekulu PCB jedinjenja se dodatno povećava sa brojem atoma hlora i samim tim uveliko povećavaju sposobnost PCB da opstane u okruženju.

U slučaju uništavanja ove vrste opasnog otpada u spalionicama sa niskim temperaturama produkata sagorevanja (oko 1 200°C) značajan procenat PCBs bi ostao nerazložen. Osim toga i ako bi se PCBs razložili na jedinjenja nižeg reda, u procesu hlađenja u komori nakon ložišta, moglo bi da dođe do formiranja PCDDs i PCDFs, veoma toksičnih jedinjenja.

Ove činjenice nameću potrebu pronalaženja načina uklanjanja PCBs otpada metodama koje imaju drugačiji karakter od običnog spaljivanja. Kao jedna od veoma efikasnih metoda nameće se metoda razgradnje PCBs u niskotemperaturnoj elektrolučnoj termalnoj plazmi (do 6 000K). Termalna

plazma ima sposobnost atomiziranja veoma kompleksnih i stabilnih jedinjenja na prosta jedinjenja, atome i jone, kao što su (C, N, O, H, CO, N^+, N^-, O^+, O^-, itd.) određeni produkti plazmene razgradnje mogu biti korišćeni u energetske svrhe kao gorivo za dobijanje toplote i/ili električne energije.

Proces razgradnje se može odvijati u vazdušnoj ili vodenoj plazmi. Mehanizmi atomizacije i jonizacije opasnih materija potpuno su identični, s tom razlikom da, kada je u pitanju plazma vodene pare, ne dolazi do formiranja štetnih jedinjenja azota, kao što su oksidi i jedinjenja cijanskog reda. Do formiranja i jednih i drugih jedinjenja dolazi usled povišenog udela azota u sistemu i visoke temperature sistema (azotnih oksida iznad 1 500 K, a cijanskih jedinjenja već iznad 2 000 K).

Cijanska jedinjenja nastaju kao posledica stvaranja veoma reaktivnog jona cijanske grupe $-CN$ koji sa drugim elementima može da stvori veoma opasne materije. Usled ovih procesa najpre se, na nižim temperaturama, javlja cijanovodonična kiselina (HCN), a zavisno od sastava sistema, na višim temperaturama, mogu se pojaviti i druga cijanska jedinjenja (NCN, itd.).

U nastavku je prikazan proračun i termodinamička analiza ravnotežnog sastava produkata razgradnje PCB-a niskotemperaturnom elektrolučnom termalnom plazmom, sa analizom mogućnosti primene na realnom postrojenju.

4.3 Metod proračuna ravnotežnog termodinamičkog sastava složenih hemijskih sistema koji se javljaju pri tretmanu opasnog otpada termalnom plazmom

Prilikom proračuna ravnotežnog sastava sistema koji učestvuje u procesu plazmene razgradnje, najpre je neophodno definisati komponente sistema koje će biti uzete u razmatranje. Broj ovih komponenata se označava sa n. Definisanjem broja komponenata uslovno se definiše i broj hemijskih vrsta m, od kojih su te komponente sačinjene. Osim toga potrebno je poznavati i broj

kondenzovanih, odnosno čvrstih ili tečnih vrsta, koji se može obeležiti sa c, i broj gasovitih vrsta g.

Uzimajući u obzir dva pristupa za definisanje termodinamičke ravnoteže, princip dejstva masa i princip minimuma Gibsove funkcije[23, 24], dekompozicija komponente na hemijske vrste se generalno može predstaviti u obliku:

$$\sum_j n_j A_j = 0 \qquad (1)$$

A_j označava molekul supstance koja učestvuje u reakciji, a ν_j je stehiometrijski koeficijent za tu supstancu. Uslov reakcione ravnoteže, za koju je karakteristično da se sastav reakcione smeše više ne menja u toku vremena, sledi iz uslova minimuma Gipsove funkcije reakcionog sistema, pri datim vrednostima p i T, i u slučaju da se u sistemu odvija samo jedna reakcija (1) glasi:

$$\sum_j n_j m_j = 0 \qquad (2)$$

gde je μ_j hemijski potencijal supstance j u reakcionoj smeši, definisan u zavisnosti od aktivnosti supstance i molarne Gibsove funkcije čiste supstancije na standardnom stanju prema relaciji:

$$m_j = g_j^0 + RT \ln \hat{a}_j \qquad (3)$$

Standardna stanja supstanci pri definisanju uslova reakcione ravnoteže nisu stanja na pritisku reakcione smeše (kao kod fazne ravnoteže), već na

---

[23] *W. B. White, S. M. Johnson & G. B. Dantzig, Chemical Equilibrium in Complex Mixture, The Journal of Chem. Ph., Vol. 28 (1958) No 5, 751-755*

[24] *Ž. G. Kostić, S. Đ. Šikmanović, P. B. Pavlović, P. Lj. Stefanović, D. B. Cvetinović, V.H. Pišlar, Plazmena razgradnja i uništavanje polihloriranih bifenila i drugih otrovnih i genetski opasnih materija, TEHNOLOGIJE I OPREME SMANJENJA TOKSIČNE EMISIJE IZ STACIONARNIH I MOBILNIH IZVORA, (Zbornik preglednih radova, ured. Prof. Dr. M. Radovanović i Mr A. Jovović), Univ. u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Nov. 1997, str. 145-169.*

normalnom pritisku p = 1 atm (1.0133 bar), i na temperaturi reakcione smeše. Najčešće kao standardno stanje bira se stanje čiste supstance (tečno, gasovito ili čvrsto). Pri tom je standardno stanje gasovitih supstanci, stanje idealnog gasa.

Za slučaj da se reakciona smeša može smatrati idealnim gasom, što na temperaturi plazme od 10^5K i jeste slučaj, aktivnost možemo predstaviti jednostavnom relacijom:

$$\hat{a}_j = \frac{p_j}{p_0} \tag{4}$$

gde je p_j parcijalni pritisak komponente j u gasnoj smeši, a p_0 standardni pritisak približno $10^5 Pa$.

Proizvod aktivnosti supstanci stepenovanih odgovarajućim stehiometrijskim koeficijentima je očigledno, funkcija samo temperature (a ne i pritiska i sastava) i definiše se kao konstanta:

$$\prod_j \hat{a}_j^{n_i} = \frac{\prod_{products} \hat{a}_j^{|n_j|}}{\prod_{reactants} \hat{a}_j^{|n_j|}} = 0 \tag{5}$$

Kombinacijom prethodnih izraza dobija se uslov reakcione ravnoteže u sledećem obliku:

$$K_R = \ln \prod_j \hat{a}_j^{n_i} = - \frac{\Delta G_j(T)}{RT} \tag{6}$$

Gde je $\Delta G_j(T)$ promena Gibsove standardne funkcije za razmatranu hemijsku reakciju, koja se za gasovitu fazu definiše sledećim izrazom:

$$\Delta G_{j_g}(T) = \sum_{j=1}^{g} n_j \times \left(g_j + RT \times \ln \left(\frac{p_{j_g}}{p_0} \right) \right) \tag{7}$$

a za čvrstu fazu:

$$\Delta G_{j_c}(T) = \sum_{j=1}^{c} n_j \times g_j \tag{8}$$

gde su g_j promene Gibsive funkcije za kondenzovanu i gasovitu komponentu sistema. Uvođenjem relacija (7-8) u relaciju (6) dobija se sledeći oblik ravnoteže:

$$K_R = - \frac{\sum_{j=1}^{g} n_j \times \left(g_j + RT \times \ln \left(\frac{p_{j_g}}{p_0} \right) \right) + \sum_{j=1}^{c} n_j \times g_j}{RT} \tag{9}$$

uz uslov:

$$\sum_{j} a_{ij} \times n_j = b_j \tag{10}$$

Pri čemu je a_{ij} broj atoma i-tog elementa u j-oj supstanci, n_j udeo i-te supstancije u sistemu, a b_j udeo j-og elementa u sistemu. Zapisivanjem jednačine (9) u nešto drugačijem obliku, uz uslov da je:

$$y_j = \frac{g_j}{RT} \tag{11}$$

Dobija se sledeći izraz za hemijsku ravnotežu:

$$K_R = - \sum_{j=1}^{g} n_j \times \left(y_j + \ln \left(\frac{p \times n_j}{n^G} \right) \right) + \sum_{j=1}^{c} n_j \times y_j \tag{12}$$

Ravnotežni sastav komponenata sistema se dobija iterativnim postupkom uz pronalaženje minimuma promene Gibsove funkcije $\Delta G_j(T)$ iz izraza (6), odnosno izraza (12).

$$y = \sum_{j=1}^{g} n_j \times \left(y_j + \ln\left(\frac{p \times n_j}{n^G} \right) \right) + \sum_{j=1}^{c} n_j \times y_j \tag{13}$$

U cilj određivanja koordinata minimuma ove funkcije koja je konveskna nadole koristi se metod Lagranžovih množitelja. Uvođenjem smena:

$$w_j = y_j + \ln(p) \qquad j = 1,\ g \tag{14}$$

$$w_j = y_j \qquad j = 1,\ c \tag{15}$$

$$\begin{aligned} \mathrm{L} = & \sum_{j=1}^{g} n_j \times \left(w_j + \ln\frac{n_j}{n^G} \right) + \sum_{j=1}^{c} n_j \times w_j + \\ & \sum_{i=1} \left(a_{ij} \times n_j - b_j \right) \times \lambda_j + \left(n^G - \sum_{j=1} n_j \right) \times \lambda_G \end{aligned} \tag{16}$$

Diferenciranjem funkcije Λ po svim nezavisnim promenljivama i izjednačavaljući rezultate sa nulom, dobija se sistem jednačina koji uspostavlja vezu među svim hemijskim vrstama u sistemu:

$$w_j + \ln\frac{n_j}{n^G} + \sum_{i=1}^{g} a_{ij} \times \lambda_j = 0 \tag{17}$$

$$w_j + \sum_{i=1}^{c} a_{ij} \times \lambda_j = 0 \tag{18}$$

$$n^G = \sum_{j=1}^{} n_j \tag{19}$$

$$\sum_{j=1} a_{ij} \times n_j = b_i \tag{20}$$

Pri čemu znak jednakosti se javlja u datom sistemu jednačina u slučaju da se vrsta pojavljuje u sistemu, dok za slučaj da se vrsta ne pojavljuje pojavljuje se znak nejednakosti. Iz izraza (17) sleduje:

$$n_j \; n^G \times \exp\left(-w_j - \sum_{j=1} a_{ij} l_j\right) \tag{21}$$

Ukoliko posmatrana vrsta postoji u sistemu, ova jednačina ima znak jednakosti, pa se zamenom ove jednačine u (19) dobija sledeći izraz:

$$n^G \times \sum_{j=1}^{g} \exp\left(-w_j - \sum_{j=1} a_{ij} l_j\right) + \sum_{j=1}^{c} a_{ij} \times n_j = b_i \tag{22}$$

Zamenom izraza (21) u izraz (17) uz pretpostavku postojanja vemijske vrste j dobija se:

$$n^G \left[\sum_{j=1}^{g} \exp\left(-w_j - \sum_{j=1} a_{ij} l_j\right) - 1\right] = 0 \tag{23}$$

Praveći analogiju sa gasovitom fazom izraz (18) za kondenzovanu fazu može se napisati u sličnom obliku:

$$n_i \left[\sum_{j=1}^{c} \exp\left(-w_j - \sum_{j=1}^{c} a_{ij} l_j\right) - 1\right] = 0 \tag{23}$$

Očigledno da je eksponent pod sumom ekvivalentan hemijskoj aktivnosti vrste j, pa se može zaključiti sledeće: ako je zbir hemijskih aktivnosti jednak jedinici, onda vrsta j postoji u datom sistemu, u suprotnom posmatrane hemijske vrste nema.

Za gasovitu fazu na osnovu izraza (17) i (14) može se napisati sledeći uslov za parcijalni pritisak j-e gasovite vrste:

$$\ln(p_j) = -y_j - \sum_{j=1}^{g} a_{ij} \lambda_j \tag{24}$$

odnosno:

$$p = \sum_{j=1}^{} \exp\left(-y_j - \sum_{j=1}^{g} a_{ij} \lambda_j\right) \tag{25}$$

Ukoliko j-a vrsta postoji u sistemu ukupni pritisak njenih komponenata mora biti jednak zadatom pritisku. U suprotnom uslov ravnoteže nije postignut.

Jednačine (21-23) se postavljaju za svaku hemijsku vrstu i rešavaju se iterativno na osnovu čega se dobija ravnotežni sastav sistema za zadate uslove (p i T).

Promena Gibsove energije komponente j na temperaturi $T\,[K]$ se definiše kao potencijal sistema da se iz njega dobije količina toplote ili rad. Tako za komponentu j na temperaturi $T\,[K]$ Gibsova slobodna energija glasi:

$$\Delta g_j(T) = \Delta h_j(T) - T \times \Delta s_j(T) \tag{26}$$

gde su $\Delta S_j(T)$ i $\Delta H_j(T)$ promena entropije i entalpije za reakciju komponente j na temperaturi $T\,[K]$, pri čemu se ova promena entalpije u hemijskoj termodimanici naziva toplotnim efektom reakcije pri konstantnom pritisku i temperaturi T. Ova veličina se definiše na sledeći način:

$$\Delta h_j(T) = \Delta h_j(0) + \Delta\left[h_j(T) - h_j(0)\right] \tag{27a}$$

i

$$\Delta h_j(T) = h_j(298{,}15K) + \int_{298{,}15K}^{T} \left[h_j(T) - h_j(298{,}15K) \right] \quad (27b)$$

Jednačina ravnoteže može se napisati i korišćenjem modifikovane Gibsove funkcije:

$$\Delta f_j(T) = -\frac{\Delta g_j(T) - \Delta h_j(0)}{T} = \Delta s_j(T) - \frac{\Delta h_j(T) - \Delta h_j(0)}{T} \quad (28a)$$

i

$$\Delta f_j(T) = -\frac{\Delta g_j(T) - \Delta h_j(298{,}15K)}{T} = \Delta s_j(T) - \frac{\Delta h_j(T) - \Delta h_j(298{,}15K)}{T} \quad (28b)$$

Na osnovu ovoga i izraza (8) može se napisati izraz za konstantu hemijske ravnoteže u sledećem obliku:

$$R \ln K_R = \Delta F_j(T) - \frac{\Delta H_j(0)}{T} \quad (29a)$$

i

$$R \ln K_R = \Delta F_j(T) - \frac{\Delta H_j(298{,}15K)}{T} \quad (29b)$$

Vrednosti polinoma modihikovanih Gibsovih funkcija i toplota reakcija date su tabelarno u zavisnosti od vrste komponente i temperature u raznim tablicama ili bazama podataka.

Kada je u pitanju ravnoteža procesa jonizacije najpre je neophodno uvesti pojam stepena jonizacije u sledećem obliku:

$$X = \frac{n_{Ai}^{+}}{n_{Ai}^{0}} \quad (30)$$

gde je n_{Ai}^{+} koncentracija jona komponente i po jedinici zapremine, a n_{Ai}^{0} koncentracija neutralnih atoma komponente i pre procesa jonizacijepo jedinici zapremine.

Koncentracija neutralnih atoma n_{Ai} u sistemu sa stepenom jonizacije X iznosi:

$$n_{Ai} = n_{Ai}^{0} - n_{Ai}^{+} = n_{Ai}^{0} \times (1 - X) \tag{31}$$

Ako je $X \leq 10^{-4}$, kažemo da je plazma slabo jonizovana, a ako je $X \geq 10^{-1}$, govorimo o jako jonizovanoj plazmi. Izmedu ova dva ekstrema nalazi se široka oblast plazmi intermedijarnog stepena jonizacije.

Da bi nastupilo stanje termodinamičke ravnoteže, moraju istovremeno biti brzine jonizacije jednake brzinama rekombinacije:

$$K_J(T) = \frac{n_e \times n_{Ai}^{+}}{n_{Ai}} = \frac{X^2}{1 - X} n_{Ai}^{0} \tag{32}$$

Uvođenjem pritiska plazme u obliku:

$$p = k_B \times T \times \left(n_e + \sum_i n_{Ai} \right) = \left(n_{Ai} + n_{Ai}^{+} + n_e \right) \times k_B \times T = (1 + X) \times n_A^{0} \times k_B \times T \tag{33}$$

gde je k_B Bolcmanova konstanta, termodinamička ravnoteža se može napisati u sledećem obliku:

$$K_J(T) = \frac{X^2}{1 - X^2} \frac{p}{k_B \times T} \tag{34}$$

U termodinamickoj ravnoteži, raspodela čestica prema iznosu njihove energije može se razmatrati Bolcmanovom raspodelom, što u slučaju jonizacije plazmom dovodi do Saha-Eggert-ove jednačine:

$$K_J(T) = \frac{n_e \times n_{Ai}^+}{n_{Ai}} = \frac{U_{Ai}^+}{U_{Ai}} \times 2 \times \frac{(2p m_e)^{3/2} \times (k_B \times T)^{3/2}}{h^3} e^{(-E_i/k_B T)} \quad (35)$$

gde su U_{Ai}^+ i U_{Ai} particione funkcije atoma i odgovarajućeg jona, m_e masa elektrona, h Plankova konstanta, a E_i energija jonizacije i-tog atoma.

Ukupna energija sistema jednaka je zbiru energija stvaranja svih komponenata sistema uključujući i gasovite i čvrste komponente.

$$H_s(T) = \sum_{j=1}^{n} n_j \times H_j(T) \quad (36)$$

gde je $H_j(T)$ entalpija stvaranja komponente j na temperaturi $T[K]$, koja se može definisati na sledeći način:

$$H_j(T) = -T^2 \left[\frac{\partial (G_j/T)}{\partial T} \right]_{p,v} = T^2 \left[\frac{\partial F_j}{\partial T} \right]_{p,v} + \Delta H_j(0) \quad (37)$$

Koeficijenti polinoma modifikovanih Gibsovih funkcija Φ_j i toplota stvaranja hemijskih vrsta na temperature 0 K mogu se naći u tabelama ili u digitalnim bazama podataka[25, 26, 27, 28].

[25] V. P. Glushko, L. V. Gurevich: Termodinamicheskie svoistva individualnyikh veshshestv, "Nauka", Moskva, T.I, 1978, T.II, 1979, T. III, 1981, T. IV, 1982

[26] D.R. Stull, & H. Prophet, (Pr. Dir.) JANAF Thermochemical Tables (Sec. Edition), NSRDS NBS 37 (USA) June 1971

[27] G. Belov, V. Iorish, V. Yungman, IVTANTHERMO for Windows - Database on Thermodynamic Properties and Related Software, Calphad Vol. 23, No. 2, pp. 173-180, 1999

[28] G. Belov, V. Iorish, V. Yungman, Simulation of Equilibrium States of Thermodynamic Systems Using IVTANTERMO for Windows, TVT, 2000, Volume 38, Issue 2, 209-214

4.4 Rezultati proračuna ravnotežnog termodinamičkog sastava složenih hemijskih sistema koji se javljaju pri tretmanu opasnog otpada termalnom plazmom

Ulazni parametri modela predstavljaju molarne udele hemijskih elemenata u ukupnom sistemu koji čine tretirani materijal i radni medijum (u ovom slučaju će biti prikazan samo vazduh). Iako je za potrebe definisanja ulaznih podataka nije neophodno poznavati količinu supstancije koja učestvuje u sistemu, ovde će se uzeti u obzir maseni protoci komponenata sistema.

Iako se u analizama uključuju različiti udeli i radnih medijuma i materijala[29, 30, 31], za potrebe ovog rada biće prikazan samo slučaj tretiranje čistog PCB ulja vazdušnom plazmom.

Prilikom definisanja ulaznih veličina polazi se od pretpostavke da je kapacitet vazduha plazmatrona odnosno $\dot{m}_a = 108\,kg/h$. Osim toga usvaja se vrednost koeficijenta odnosa tretiranog materijala i radnog medijuma f_a. U matematičkom modeliranju su obrađene su sledeće vrednosti odnosa f_a: 0.50, 0.75, 1.00, 1.50, 2.00, 3.00. Za poznati sastav tretiranog materijela u Tabeli 5.1. date su ulazne veličine modela.

Tabela 4.3. Molarni udeli komponenata sistema PCB-vazduh

Veličina		PCB-vazduh
f_a		Molarni udeo komponenata sustema
0,50	C	1,1932
	H	0,0966
	Cl	0,0644
	O	0,1363

[29] Z. Kostic, P. Stefanovic, P. Pavlovic, Comparative analysis of polychlorinated biphenyl decomposition processes in air-argon (+oxygen) thermal plasma, Journal of Hazardous Materials B75, (2000), 75-88

Radic-Peric, A. Dasic, Thermodynamic Study of Decomposition of Dichlorodifluoromethane in Thermal Plasma, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol. 79 (2005) 59–64

[31] Z. Kostic, P. Stefanovic, P. Pavlovic, S. Sikmanovic, Thermodynamic Consideration of Polychlorinated Biphenil Decomposition in Air Thermal Plasma, J.Serb. Chem Soc. 59(10), (1994), 767-773

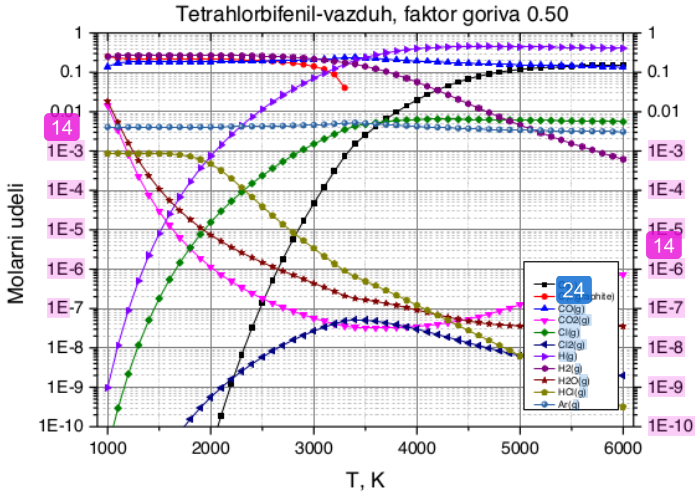
Veličina		PCB-vazduh
	N	0,5063
	Ar	0,0032
	S	-
0,75	C	0,2462
	H	0,1231
	Cl	0,0821
	O	0,1158
	N	0,4301
	Ar	0,0028
	S	-
1,00	C	0,2853
	H	0,1427
	Cl	0,0951
	O	0,1007
	N	0,3739
	Ar	0,0024
	S	-
1,50	C	0,3393
	H	0,1696
	Cl	0,1131
	O	0,0798
	N	0,2963
	Ar	0,0019
	S	-
2,00	C	0,3747
	H	0,1873
	Cl	0,1249
	O	0,0661
	N	0,2455
	Ar	0,0016
	S	-
3,00	C	0,4183
	H	0,2092
	Cl	0,1394
	O	0,0492

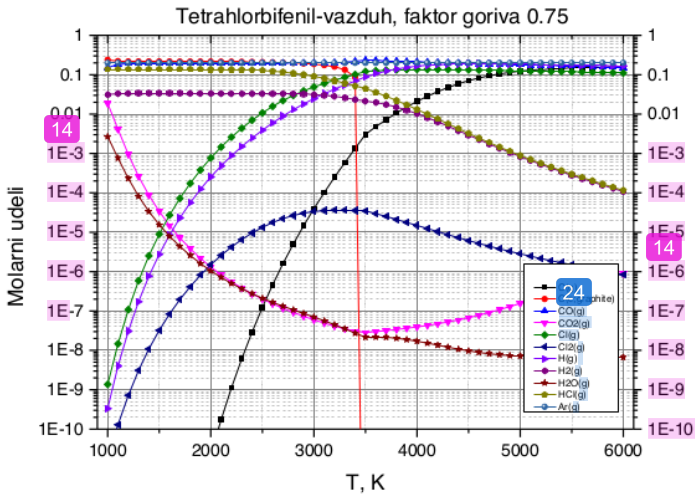
Veličina		PCB-vazduh
	N	0,1827
	Ar	0,0012
	S	-

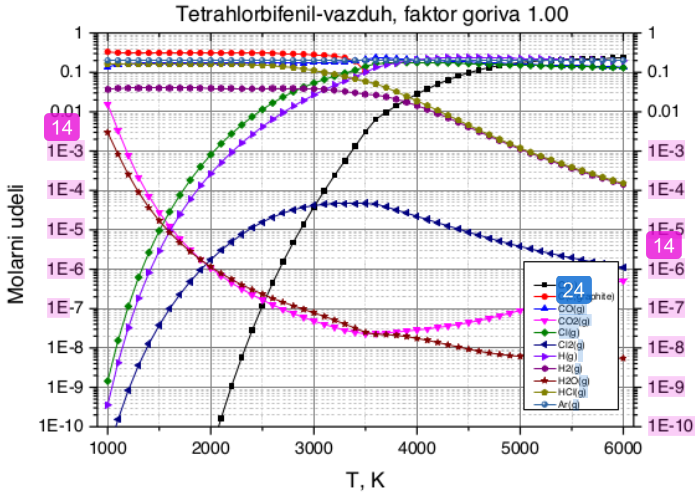
Na osnovu elementarnog sastava ulaznih komponenata usvojene su moguće hemijske vrste za sistem PCB-vazduh, koji je dat je u Tabeli 4.4.

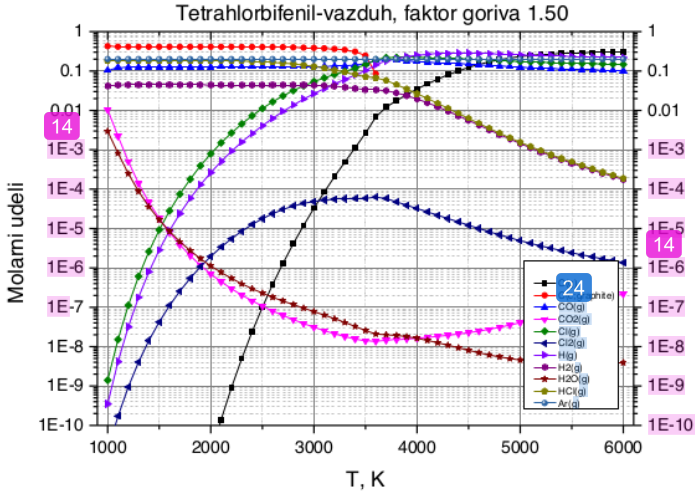
Tabela 4.4. Moguće komponente sistema PCB-vazduh

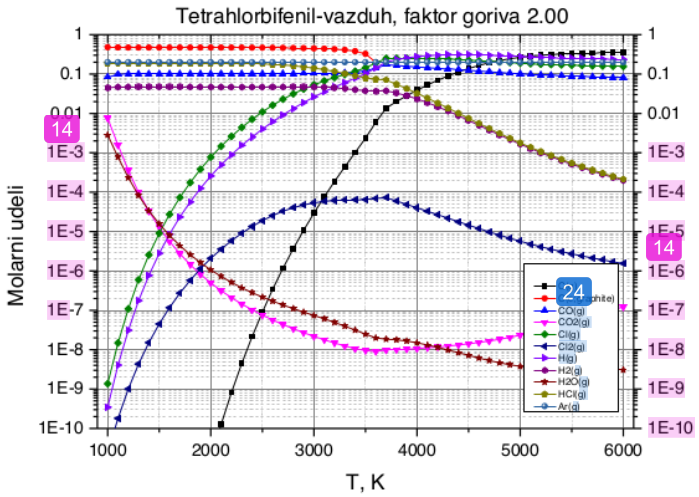
Ar	C_2HCl	CH_3	ClNO	HClCO	N_3
C	C_2HCl_3	CH_3Cl	$ClNO_2$	HN_3	NCN
C(c;diamond)	C_2N_2	CH_3O	ClO	HNC	NCO
C(c;graphite)	C_2O	CHCl	ClO_2	HNO	NH
C_2	C_3	$CHCl_2$	H	HNO_2	NH_2
C_2Cl	C_3H	$CHCl_3$	H_2	HNO_2(g;cis)	NH_2NO_2
C_2Cl_2	C_3N	CN	H_2CO	HNO_2(g;trans)	NH_2OH
C_2Cl_3	C_3O_2	CNC	H_2O	HNO_3	NH_3
C_2H	CCN	CNN	H_2O_2	HO_2	NO
C_2H_2	CCl	CO	H_2O_2(c)	HOCl	NO_2
$C_2H_2Cl_2$	CCl_2	CO_2	HC_3N	N	O
$C_2H_2Cl_2$(g;1,1)	CCl_3	COOH	HCCN	N_2	O_2
$C_2H_2Cl_2$(g;cis)	CH	Cl	HCN	N_2H_2	O_3
$C_2H_2Cl_2$(g;trans)	CH_2	Cl_2	HCO	N_2H_2(g;1,1)	OH
C_2H_2O	CH_2Cl	Cl_2CO	HCOOH	N_2H_2(g;cis)	
C_2H_3	CH_2Cl_2	Cl_2O	HCOOH(g;cis)	N_2H_2(g;trans)	
C_2H_3Cl	CH_2O_2	ClCN	HCOOH(g;trans)	N_2O	
$C_2H_3Cl_3$(g;*)	CH_2OH	ClCO	HCl	N_2O_3	

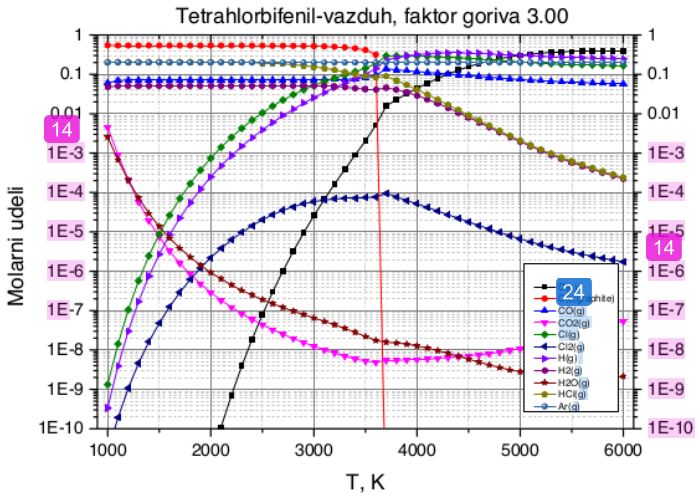

Tetrahlorbifenil-vazduh, faktor goriva 0.50
Molarni udeli
T, K
1000
2000
3000
4000
5000
6000
1
0.1
0.01
1E-3
1E-4
1E-5
1E-6
1E-7
1E-8
1E-9
1E-10
CO(g)
CO2(g)
Cl(g)
Cl2(g)
H(g)
H2(g)
H2O(g)
HCl(g)
Ar(g)


Tetrahlorbifenil-vazduh, faktor goriva 0.75
Molarni udeli
T, K
1000
2000
3000
4000
5000
6000
1
0.1
0.01
1E-3
1E-4
1E-5
1E-6
1E-7
1E-8
1E-9
1E-10
CO(g)
CO2(g)
Cl(g)
Cl2(g)
H(g)
H2(g)
H2O(g)
HCl(g)
Ar(g)


Tetrahlorbifenil-vazduh, faktor goriva 1.00
Molarni udeli
T, K
1000
2000
3000
4000
5000
6000
1
0.1
0.01
1E-3
1E-4
1E-5
1E-6
1E-7
1E-8
1E-9
1E-10
CO(g)
CO2(g)
Cl(g)
Cl2(g)
H(g)
H2(g)
H2O(g)
HCl(g)
Ar(g)


Tetrahlorbifenil-vazduh, faktor goriva 1.50
Molarni udeli
T, K
1000
2000
3000
4000
5000
6000
1
0.1
0.01
1E-3
1E-4
1E-5
1E-6
1E-7
1E-8
1E-9
1E-10
CO(g)
CO2(g)
Cl(g)
Cl2(g)
H(g)
H2(g)
H2O(g)
HCl(g)
Ar(g)


Tetrahlorbifenil-vazduh, faktor goriva 2.00
Molarni udeli
T, K
1000
2000
3000
4000
5000
6000
1
0.1
0.01
1E-3
1E-4
1E-5
1E-6
1E-7
1E-8
1E-9
1E-10
CO(g)
CO2(g)
Cl(g)
Cl2(g)
H(g)
H2(g)
H2O(g)
HCl(g)
Ar(g)



Slika 4.1. Molarni udeli u sistemu PCB-vazduh

U cilju analize i definisanja radnih parametara sistema na realnom postrojenju potrebno je odrediti potrebnu snagu reaktora u zavisnosti od temperature. Definisanje snage potrebne za rad reaktora se može izvršiti uz poznavanje ulaznih veličina (entalpija i protoka) i entalpije sistema na izlazu.

$$P = \left(\dot{m}_a + \dot{m}_g\right)\times H_s - \left[\dot{m}_a \times \left(H + \Delta H_f^0\right)_a + \dot{m}_g \times \left(H + \Delta H_f^0\right)_g\right] \qquad (38)$$

gde $P, [kW]$ predstavlja snagu sistema, $\dot{m}_a, [kg/h]$-maseni protok radnog medijuma na ulazu, $\dot{m}_g, [kg/h]$-maseni protok tretiranog medijuma na ulazu, $H_s, [kJ/kg]$-specifičnu entalpiju sistema na izlazu, $H, [kJ/kg]$-specifičnu entalpiju i-te ulazne komponente, $\Delta H_f^0, [kJ/kg]$-entalpiju stvaranja i-te ulazne komponente.

Usvojeno je da je ukupan maseni protok na izlazu iz sistema $\dot{m}_a + \dot{m}_g = 150\ kg/h$, entalpija PCB ulja na temperaturi $T = 298\ K$ iznosi $H_{PCB} + \Delta H^0_{f\,PCB} = 73{,}21\ kJ/mol$, entalpija vazduha na temperaturi $T = 298\ K$ iznosi $H_{VAZ} + \Delta H^0_{f\,VAZ} = 8{,}53\ kJ/kg$.

Osim potrebne snage reaktora, potrebno je analizirati i udeo određenih komponenata u sistemu u zavisnosti od temperature. U tu svrhu u obzir će biti

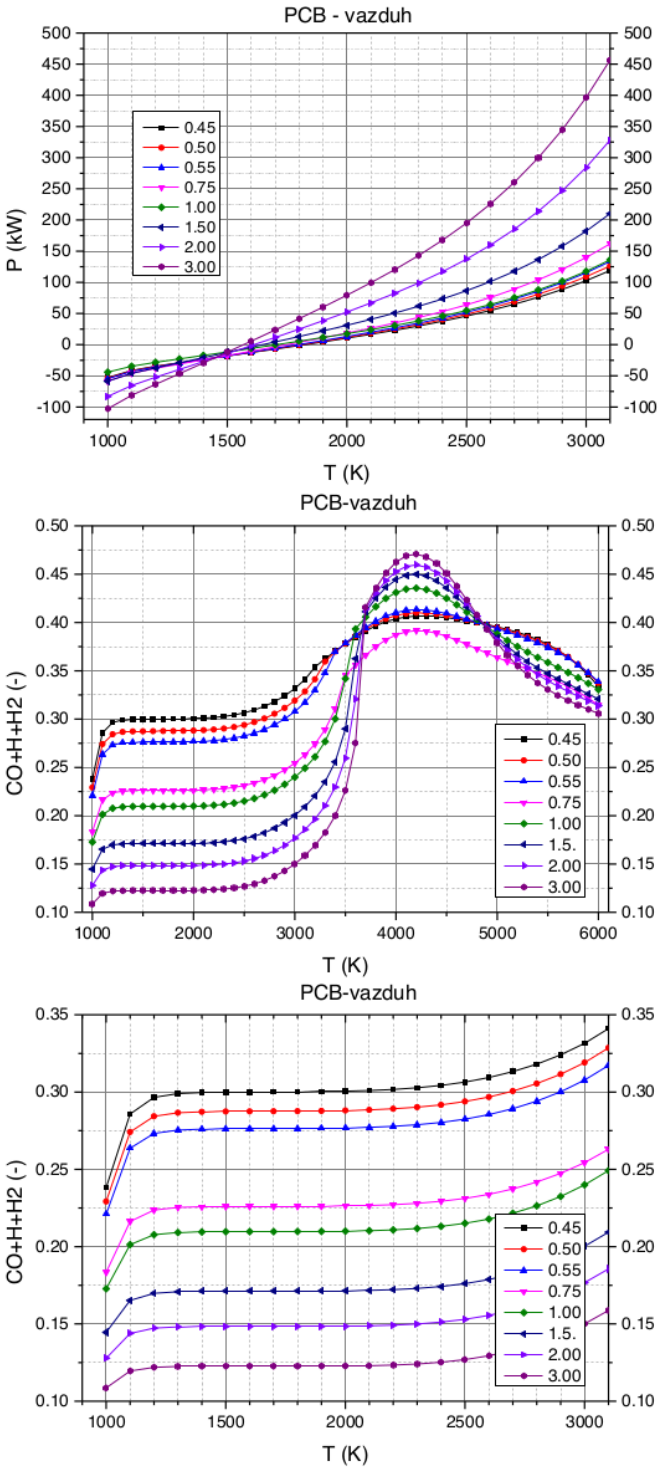
uzete dve grupe komponenata sistema i to: komponente sa značajnom toplotnom moći i nepoželjne komponente. U prvu grupu spadaju gorivi gasovi ugljenmonoksid i vodonik u atomskom i molekulskom stanju (CO, H, H_2). Udeo ovih komponenata u sistemu utiče na toplotnu moć dobijenog gasa pa je poželjna što veća vrednost zbira molarnih udela ovih komponenata $CO + H + H_2$.

S druge strane udeo komponenata sistema, odnosno dobijenog gasa, koje su opasne po životnu sredinu, trebalo bi da bude što manji. Pod opasnim smatraju se gasovi prikazani u Tabeli 4.5.

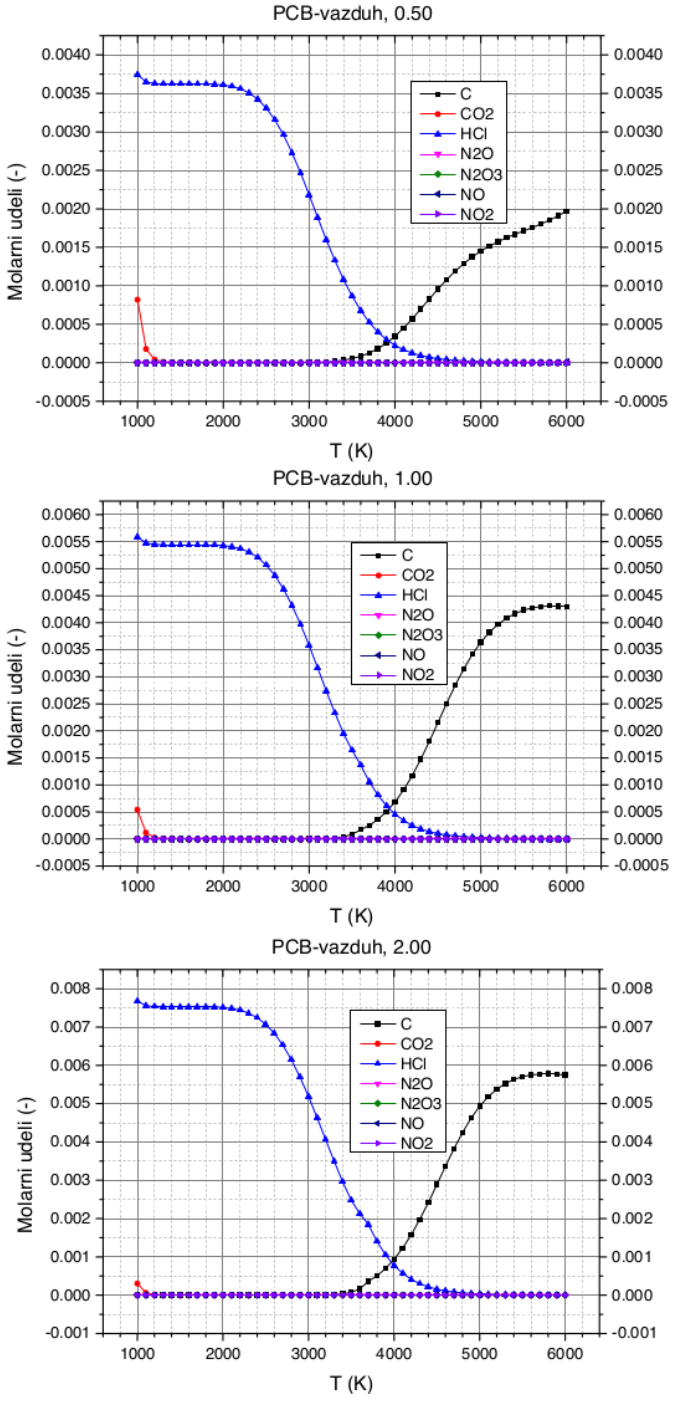
Tabela 4.5. Emisija zagađujućih materija

Zagađujuća materija	Maksimalno dozvoljeni nivo (U skladu sa EU normama), mg/m³	Plazma gasifikacija, mg/m³ NE VIŠE OD
Praškaste materije	10	0,3
Sumporni oksidi	50	1
Azotni oksidi	200	20
Ugljendioksid	50	2
Vodonik hlorid	10	0,2
Vodonik fluorid	1	0,1
Ukupni ugljenik	10	0,6
Živa	0,03	0,005
Kadmijum/Talijum	0,5	0,001
Teški metali ukupno	0,5	0,01
Dioksini/Furani	$0{,}1 \cdot 10^{-6}$	$0{,}002 \cdot 10^{-6}$

Rezultati proračuna potrebne snage reaktora, koncentracije gorivih gasova i emisije opasnih materija u zavisnoti od temperture i ulaznih veličina sistema dati su na Slikama 4.2-3.



Slika 4.2. Snaga i udeo gorivih komponenata za sistem PCB-vazduh

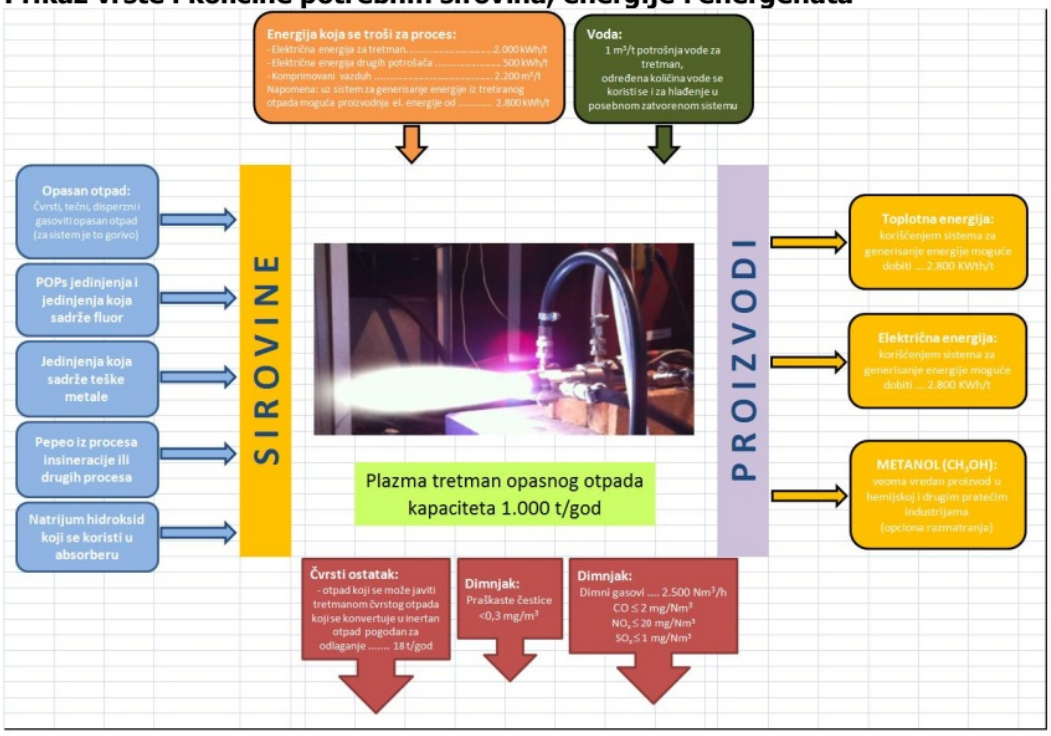


Slika 4.3. Udeo nepoželjnih komponenata u sistemu PCB-vazduh

4.5 Ekološki efekti tretmana opasnih otpada primenom termalne plazme

Ekološki efekti primene termalne plazme u tretmanu opasnih otpada su dati u tabeli ispod u kojoj su uporedno prikazane vrednosti koje su maksimalno dozvoljene po važećim regulativama u Evropskoj uniji (u Srbiji su ove vrednosti usklađene ili će biti u najkraćem roku usklađene sa evropskim normama).

Prikaz vrste i količine potrebnih sirovina, energije i energenata



Na blok dijagramu iznad su prikazani svi tokovi sirovina, energije i energenata koji učestvuju u procesu tretmana opasnog otpada termalnom plazmom.

Procesna voda

Procesna voda će se uzimati iz sistema za snabdevanje vodom bez potreba dodatne pripreme, dok će se kvalitet vode koja se koristi u podsistemu za hlađenje u zatvorenom krugu kontrolisati na poseban način.

Projektovana potrošnja procesne vode je 1 m^3/t tretiranog otpada.

18

Dimni gas

Dimni gas je produkt sagorevanja goriva i predstavlja smešu gasova (vazduha, sumpornih, azotnih i ugljenih oksida, fluorida i hlorida) čija koncentracija zavisi od karakteristika samog tretiranog otpada (za naš sistem to su goriva) i samog procesa izdvajanja singasa i sagorevanja koje se odvija u gasnom motoru u delu sistema za generisanje energije. Osim gasovite komponente, dimni gas sadrži i čvrste čestice mineralnih komponenti u gorivu (pepeo). Sumporni oksidi nastaju u procesu sagorevanja kada dolazi do oksidacije sumpora prisutnog u gorivu i formiranja sumpor dioksida (SO_2), a naknadnom oksidacijom i sumpor trioksida (SO_3). Više od 97% sumpornih oksida u dimnom gasu čini SO_2.

Električna energija

Sistem za generaciju energije će biti projektovan da zadovolji celokupnu potrebu sistema za električnom energijom i time omogući efikasnost i održivost primene ovog sistema u praksi.

Prikaz nastalih čvrstih, tečnih i gasovitih otpadnih materija, uključujući buku, vibracije, toplotu i zračenja

Čvrsti otpad

U procesu tretiranja čvrstih otpada, a pogotovo onih bogatih teškim metalima, može doći do stvaranja ostakljenog čvrstog ostatka koji predstavlja otpad pogodan za građevinsku, primenu jer je sav opasni materijal deaktiviran i ostakljivanjem je sprečeno bilo kakvo curenje štetnih materija iz njega. Ekstrakcija korisnih metalnih primesa je veoma interesantna kao predlog za dalje usavršavanje tehnologije.

Ostali čvrsti otpad

Pored osnovnih tipova otpada karakterističnih za sam tehnološki proces u 18 postupku rada postrojenja za tretman opasnog otpada nastajaće još neke

dodatne količine ostalih tipova otpadnih materija (ambalažni otpad, zauljeni pucval i drugi zauljeni sitan otpad, otpadno ulje, komunalnog otpada i dr.). Ovaj tip otpada nastajaće u uobičajenim manjim količinama i njegov tretiranje treba objediniti sa sistemom insineratora.

Tečni otpad

Otpadne vode iz procesa ispiranja dimnih gasova

U postupku ispiranja dimnih gasova koristi se određena količina vode u procesu rada absorbera i pripreme suspenzije natrijum hidroksida. Najveći deo ove suspenzije kruži u zatvorenom sistemu (procesna voda), ali jedan deo vode se odvaja kako bi se pH i ostali parametri držali u zadatom opsegu. Usled „ispiranja" dimnog gasa u postupku prečišćavanja, kiseline sadržane u gasu (HCl, H_2SO_4, HF,) se rastvaraju, što otpadnu tehnološku vodu čini kiselom i sa sadržajem rastvorenih metala (Hg, Cd, Fe, As, Zn i Mn). Pored toga, rastvorene soli, prvenstveno hloridi i fluoridi, kao i fine inertne čestice iz suspenzije imaju tendenciju akumulacije u reakcionom bazenu absorbera. Ukoliko se ne drži pod kontrolom, koncentracija hlorida može dostići nivo koji može izazvati koroziju unutrašnjih elemenata absorbera. Kako bi se koncentracije rastvorenih soli održavale ispod zahtevanih vrednosti, deo procesne suspenzije mora se redovno uklanjati iz procesa. Otpadna tehnološka voda mora se pre ispuštanja u životnu sredinu adekvatno tretirati. Predviđeno je da se otpadna voda šalje u centralno postrojenje za tretman otpadnih voda. Parametri postrojenja, kao i oprema i način rada, predstavljaju predmet zasebnog seta projektne dokumentacije.

Atmosferske otpadne vode

Atmosferske otpadne vode su vode koje u obliku atmosferskih padavina - kiše, snega i leda, dospevaju na površine u okviru lokacije postrojenja za tretman opasnog otpada. Ove vode mogu biti zagađene u zavisnosti od mesta nastanka i materija koje se tokom padavina spiraju sa tih površina, pa se kao takve ne

mogu upustiti u prirodni recipijent bez prethodnog tretmana. Zbog toga će se na prostoru postrojenja za tretman otpada ove vode kanalisati mrežom do uliva u zajedničku atmosfersku kanalizacionu mrežu, i dalje u postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda.

Sanitarne otpadne vode

Sanitarne otpadne vode nastajaće u sanitarnim čvorovima u objektima postrojenja za tretman otpada. Opterećene su mineralnim i organskim materijama i mikroorganizmima. Količina ovog tipa otpadnih voda se može proceniti na oko 75 l/dan po radniku. Sanitarne vode u okviru lokacije postrojenja će se sanitarnom kanalizacijom odvoditi do mesta uliva u zajedničku kanalizacionu mrežu za ceo objekat.

Gasoviti otpad i emisije u vazduh

Radom postrojenja potrebno je osigurati da ambijentalne koncentracije svih regulisanih zagađujućih materija u sastavu dimnog gasa ostanu ispod maksimalno dozvoljenih vrednosti. Na vrednost koncentracija zagađujućih materija u prizemnom ambijentalnom vazduhu utiču mnogobrojni faktori među kojima su i visina dimnjaka emitera, izlazna temperatura dimnog gasa, izlazna brzina i protok dimnog gasa, koncentracija štetnih materija i meteorološke i topografske karakteristike terena u okolini lokacije. Navedeni faktori u različitoj meri utiču na stepen disperzije štetnih materija u okolnom vazduhu i time njihovo efektivno delovanje na životnu sredinu, što uključuje stanovništvo, živi svet i građevinske objekte u okruženju. Emisija svih zagađujućih materija iz postrojenja za tretman otpada u termalnoj plazmi će biti veoma male, značajno niže od propisima definisanim za ovu vrstu postrojenja.

Emisija praškastih materija

Glavni udeo u emisiji suspendovanih čestica u dimnom gasu dolazi iz gasnog motora za generisanje energije, ali te vrednosti su na veoma niskom nivou.

Emisija halogenih elemenata

Emisija kiselih komponenti dimnog gasa (HCl i HF) je posledica hemijskog sastava goriva koje u određenim koncentracijama sadrži i elementarni hlor i fluor. HCl i HF su izrazito reaktivni pa je stepen uklanjanja ovih gasova iz dimnog gasa vrlo visok, slično uklanjanju SO_2.

Buka, vibracije, toplota i elektromagnetno zračenje

Postrojenje za tretman otpada će tokom svog rada predstavljati dodatni kontinualni izvor buke uzrokovan radom tehnološke opreme: buster ventilatora, ventilatora dimnog gasa, različitih pumpi i motora. Projektnim uslovima se zahteva da nivo buke na udaljenosti od 1 m od opreme bude do 85 dB(A). Kritični deo sistema predstavlja gasni motor koji mora biti u potpuno zvučno izolovanom kontejneru.

Isti elementi koji u postrojenju proizvode buku, proizvode i vibracije. One se prenose na čeličnu konstrukciju ili preko temelja i tla utiču na druge elemente sistema.

5. BIZNIS PLAN

5.1 Opis organizacije

Upravljanje opasnim otpadom, sakupljanje, tretman i odlaganje otpadnog materijala, u slučaju nepravilnog rukovanja, može prouzrokovati značajnu štetu za zdravlje i sigurnost ljudi ili za životnu sredinu. Opasni otpad se može naći u obliku čvrstih materija, tečnosti, mulja ili gasova, a proizvodi se pre svega u hemijskoj proizvodnji, ali se znatne količine mogu naći i u drugim industrijskim aktivnostima. Nepravilno skladištenje ili odlaganje opasnog otpada često zagađuje zemljište i površinske i podzemne vode. Ljudi koji žive u kućama izgrađenim u blizini starih i napuštenih lokacija za odlaganje otpada mogu biti u posebno osetljivom položaju. U nastojanju da se otklone postojeći problemi i spreče buduća šteta od opasnog otpada, države veoma precizno regulišu praksu upravljanja opasnim otpadom.

Toksični otpadni materijali su otrovi, čak i u vrlo malim količinama ili tragovima. Oni mogu imati akutne efekte na ljudski organizam, izazivajući smrt ili nasilnu bolest, ili mogu imati hronične efekte, nagomilavanjem u organizmu posle određenog vremena mogu izazvati nepopravljivu štetu. Neke supstance su i kancerogene, sa velikom verovatnoćom mogu uzrokovati rak nakon dugogodišnjeg izlaganja. Druge su mutagene, uzrokujući velike biološke promene kod potomaka izloženih ljudi, ali i divljih i domaćih životinja. Reaktivni otpadni materijali su hemijski nestabilni i reaguju burno sa vazduhom ili vodom. Oni uzrokuju eksplozije ili formiraju toksična isparenja. Lako zapaljiv otpad gori na relativno niskim temperaturama i može izazvati neposrednu opasnost od požara.

U korozivni otpad spadaju jake kiseline ili alkalna jedinjenja. Oni uništavaju čvrsti materijal i živo tkivo hemijskom reakcijom koja se odigrava u direktnom kontaktu sa njima. Infektivni otpad uključuje korišćene zavoje, igle

za potkožnu upotrebu i druge materijale iz bolnica ili bioloških istraživačkih ustanova.

Radioaktivni otpad emituje jonizujuće zračenje koja može biti štetno za žive organizme. Zbog toga što neki radioaktivni materijali imaju dug period poluraspada, neophodna je striktna kontrola ovih otpada. Međutim, rukovanje i odlaganje radioaktivnog materijala nije u nadležnosti lokalne opštinske vlade. Zbog opsega i složenosti problema, upravljanje radioaktivnim otpadom se smatra tehničkim zadatkom odvojenim od drugih oblika upravljanja opasnim otpadom.

Opasni otpad se može tretirati:

- hemijskim,
- termičkim,
- biološkim i
- fizičkim metodama.

Hemijske metode uključuju jonsku razmenu, precipitaciju (taloženje), oksidaciju i redukciju i neutralizaciju. Među termičkim metodama je spaljivanje na visokim temperaturama, koje ne samo da može detoksikovati određene organske otpade, već ih može i uništiti. Posebno projektovane spalionice za termičku razgradnju se koriste za sagorevanje otpada koji može biti u obliku čvrstog, tečnog, mulja ili gasovitog otpada. One obuhvataju spalionice sa ložištima sa fluidiziranim slojem, peći sa stupnjevitim loženjem, rotacione peći i spalionice specijalno prilagođene za spaljivanje tečnih materija. Veliki problem koji nastaje sagorevanjem opasnog otpada predstavlja veliko potencijalno zagađenje vazduha koje može nastati u toku spaljivanja.

Biološki tretman određenih organskih materija, poput onih iz naftne industrije, takođe predstavlja zanimljivu opciju. Jedna metoda koja se biološki koristi za tretiranje opasnog otpada naziva se landfarming. U ovoj tehnici otpad se pažljivo pomeša sa površinskim zemljištem na parcelama sa zemljištem

kontrolisanih osobina. Mikrobi koji mogu metabolizirati otpad mogu se dodati u ovu mešavinu zajedno sa hranjivim materijama. U nekim slučajevima se mogu koristiti i genetski modifikovane vrste bakterija.

Nabrojane metode hemijskog, termičkog i biološkog tretmana opasnih otpadnih materija menjaju molekularna svojstva otpadnog materijala. Fizički tretman, s druge strane, koncentriše, učvršćuje ili smanjuje zapreminu otpadnih materija. Fizički procesi uključuju isparavanje, sedimentaciju, flotaciju i filtraciju. Još jedan proces koji se može uzeti u obzir je solidifikovanje, što se postiže kontrolisanim zarobljavanjem otpada u betonu, asfaltu ili plastici. Proizvod je čvrsta masa iz koje nema curenja ili isparavanja. Otpad se takođe može mešati sa krečnjakom, letećim pepelom i vodom kako bi se formirao čvrst, cementni proizvod.

Šta karakteriše tretman opasnih otpada u niskotemperaturnoj plazmi?

Plazma reaktori za tretman otpadnih materija su kompleksne procesne jedinice/sklopovi u kojima se kontrolisano odvijaju reakcije uz primenu nisko-temperaturne plazme kao izvora energije. Dakle, zaključak bi bio da je plazma tretman otpada jedan kompleksan postupak koji uključuje i termičke i hemijske postupke u tretmanu otpada.

Plazma reaktori su projektovani:

- za procesno kontrolisano mešanje reagensa u zapremini reaktora;
- za stvaranje uslova za efikasno prenošenje količine toplote i supstancije pri minimalnim gubicima toplote;
- za stvaranje neophodnih uslova za odvijanje kontrolisanih hemijskih reakcija, tu uključujući i upotrebu za kontrolisano reaktorsko topljenje različitih materijala.

Mogućnost korišćenja plazma reaktora u specijalnim namenama i specijalnim konfiguracijama kao što su to: za uništavanje hemijskih, bioloških i bakterioloških komponenti, uništavanje otpada iz proizvodnje hemikalija,

uključujući organohalogeni otpad, pesticide kojima je prošao rok upotrebe, polihlorovane bifenile (PCB) i ostale najopasnije organske zagađivače, za uništavanje medicinskog otpada, raznovrsnog toksičnog otpada, kao i značajno smanjenje zapremine potrebnog za skladištenje radioaktivnog otpada, značajno proširuje mogućnosti primene ove vrste specifične procene opreme i sistema baziranih na njima.

Velika snaga i velika gustina toplotne energije u električnom luku omogućavaju stvaranje kompaktnih i procesno orijentisanih plazma reaktora (zavisno od željenih ulaznih materija i željenih proizvoda reakcija) i omogućavaju korišćenje toplote i katalitičkog efekta niskotemperaturne plazme za stvaranje praktično bilo kog hemijskog sastava u reaktorima, kao i za odvijanje kontrolisanih hemijskih procesa sa visokom brzinom i produktivnošću.

Niskotemperaturna plazma (~5000 °S) koristi se kao izvor toplote, koja se isporučuje u plazma- hemijski reaktor iz tzv. plazmatrona u mlazu visoke energije koji koristi široki spektar radnih medijuma, jedno-, dvo-komponentnih ili više-komponentnih gasova (argon, helijum, azot, vazduh, mešavina argona i azota sa vodonikom, amonijakom, vodenom parom), što omogućava postizanje dovoljno visokih temperatura u plazma reaktoru za tretman odgovarajućih materija (od 1650 do 2500 °S). Plazma jedinice (moduli) za uništavanje otpada namenjene su za ekološki i energetski efikasniji tretman raznih otpada (a među njima i hlororganske materije) koji sadrže ugljenik, a pod uticajem izuzetno visokih temperatura lokalno u plazma mlazu (~5000 °S), omogućuju uništavanje svih komponenata sadržanih u otpadu, do njihove potpune razgradnje u sintetički gas - mešavinu ugljen- monoksida (SO) i vodonika (H_2). Druga hemijska jedinjenja nastala procesom plazma tretmana opasnog otpadnog materijala (nusprodukti razgradnje) se pogodnim putem izdvajaju u delovima postrojenja za prečišćavanje gasovitih produkata plazma razgradnje iz sintetičkog gasa koji predstavlja proizvod ovog procesa.

5.2 Vizija, Misija i Ciljevi projekta

Vizija projekta je da u narednih deset godina bude lider na evropskom tržištu plazma postupkom uništenja opasnog otpada.

Misija je maksimalno očuvanje životne sredine, prirodnih tokova i ljudi kroz pravilno skladištenje, transport i adekvatno uništavanje opasnog otpada bez negativnih posledica po biljni i životinjski diverzitet.

Ciljevi projekta:

1. Ispunjavanje ciljeva iz oblasti upravljanja otpadom i zaštite životne sredine u okviru pregovora o pristupanju EU
2. Trajno zbrinavanje i uništavanje opasnog otpada skladištenog u svim pravnim i privatnim entitetima u Republici Srbiji
3. Korišćenje energije uz plazma reaktora kao toplotnu energiju za potrebe INN Vinča i električnu energiju koja se šalje na mrežu

5.3 Marketing plan

5.3.1 Istraživanje i analiza tržišta

Za potrebe pisanja marketing dela biznis plana korišćen je kabinetski metod istraživanja tržišta (desk research) koji se zasniva na pregledu relevantne literature iz ove oblasti, naučo-istraživačkih radova u časopisima i zbornicima, pregleda članaka i internet sajtova relevantnih institucija.

Tretman opasnog otpada termalnom plazmom predstavlja trenutno najsavršenije tehnološko rešenje u upravljanju otpadom. Plazma proces rešava problem otpada, pri tom skoro bez negativnog uticaja na životnu sredinu i ljudsko zdravlje, uz najnižu cenu za tretman po toni otpada. Postrojenja sa

plazma tehnologijom su trenutno u funkciji u Sjedinjenim Državama, Japanu, Australiji, zatim u Italiji i u Engleskoj.[32]

Plazma tehnologija počinje svoj prodor na tržište: projektuju se veliki pogon kapaciteta 3.000 t/dan u Floridi, te po jedan kapaciteta 1.000 t/dan u Indiji i Maleziji. Zapadna Evropa je u međuvremenu „zarobljena“ primenom tehnologije mehaničko-biološke obrade ili tehnologije spaljivanja, kao i ugovorima koji su na snazi.[33] U isto vreme evropski jugoistok i istok su slobodni, a problem je otvoren tako da zahvaljujući ovom projektu Republika Srbija ima šansu da postane lider u upravljanju opasnim otpadom za početak u jugoistočnoj Evropi, sa dugoročnim ciljem da osvoji evropsko tržište u ovom domenu.

Ovo je prvi projekat ove vrste u Srbiji, koji će doprineti da Srbija ispuni ciljeve iz oblasti upravljanja otpadom i zaštite životne sredine u okviru pregovora o pristupanju EU. Takođe, kao opsežan projekat o tretmanu otpada u regionu, on će ukazati na atraktivnost Srbije kao destinacije za velike strane investicije u tom sektoru utirući put za buduće ambiciozne ekološke projekte u zemlji. Ovim projektom Beograd i Srbija će demonstrirati da su u celini u samom vrhu najbolje prakse u zaštiti životne sredine u regionu, sa modernim infrastrukturnim postrojenjima za tretman otpada, uz dostizanje maksimuma u pogledu reciklaže.[34]

2012. godine 28 zemalja članica Evropske unije (EU) je proizvelo zajedno više od 2,5 milijardi otpada, od čega 99 miliona tona opasnog otpada. Iako opasni otpad predstavlja samo mali deo ukupne količine otpada, za EU opasni otpad predstavlja prioritet s obzirom da može da dovede do ozbiljnih negativnih

[32] *Živković, 2014*

[33] *Miličić i Vego, 2007*

[34] *„Procena uticaja na životnu sredinu i socijalna pitanja: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije“, Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 82*

posledica na zdravlje ljudi i na životnu sredinu ukoliko se opasnim otpadom nepravilno upravlja.[35]

Tabela 5.1:Očekivani tipovi i količine opasnog otpada u Srbiji 2020. godine klasifikovani na osnovu kategorija otpada koje je definisala Evropska uredba o statistici otpada (EC 2150/2002)[36]

Kategorije otpada (EWC-Stat) – očekivane količine opasnog otpada (t)	Očekivane količine opasnog otpada (t) na godišnjem nivou
1 Potrošeni rastvarači	1,699
3 Kiselina, alkalni ili fiziološki otpad	5,033
4 Upotrebljena ulja	22,316
6 Hemijski otpad	24,034
8 Industrijski otpadni mulj	7,850
10 Mulj i tečni otpad nastao tretmanom otpada	699
12 Medicinski i biološki otpad	5,000
17 Staklo	0
22 Drvo	466
24 Otpad koji sadrži polihlorinisane bifenile	84
26 Odbačena oprema	13,800
28 Odbačena vozila	45,700
30 Otpad od baterija i akumulatora	18,000
36 Mešani i nediferencirani materijali	3,952
38 Sortirani ostaci	6,897
41 Mineralni otpad od građevinarstva (gradnja i rušenje)	530
43 Drugi mineralni otpadi (azbest i otpad iz rudarstva)	100,000
45 Otpad sagorevanja	12,400

[35] *„Support to Member States in improving hazardous waste management based on assessment of Member States' performance", European Commission Brussels, 2015. godine, str. 11:*
https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/hazardous%20waste%20management/SR%203%20Final%20Report%20HW%20management_FIN%20REV%204.pdf

[36] *Tabela preuzeta iz publikacije „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS", April 2017, str. 90:*
https://www.hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/HWM_Plan_draft_2017-04-28.pdf

Kategorije otpada (EWC-Stat) – očekivane količine opasnog otpada (t)	Očekivane količine opasnog otpada (t) na godišnjem nivou
47 Zemljište	3,278
51 Mineralni otpad nastao tretmanom otpada	6,897
TOTAL	**278,635**

U tabeli 5.1 je prikazana prognoza godišnje količine opasnog otpada u 2020. godini u Srbiji. Klasifikacija je izvršena na osnovu kategorija otpada koje je definisala Evropska uredba o statistici otpada (EWCStat). Tabela je bazirana na ekstrapolaciji/estimaciji koja je do detalja objašnjena u poglavlju 6.2. publikacije „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", koja je objavljena u okviru projekta „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS", u Aprilu 2017. godine.

Na osnovu procena ove studije iz 2017. godine očekuje se da će količina opasnog otpada u Srbiji 2020. godine iznositi 278,635 tone.

5.3.2 Kupci

Kupci (tj. korisnici usluge) su velika državna i privatna preduzeća koja padaju pod udar Zakona o brizi o opasnom otpadu (oni koji ga prave ili su proizvod njihovog procesa rada).

Kupac toplotne energije je Institut Vinča koji će koristiti toplotnu energiju generisanu u procesu razgradnje otpada (zbog toga će se proces razgradnje organizovati tako da rad postrojenja bude u grejnoj sezoni, a tokom cele godine će se vršiti prikupljanje opasnog otpada za razgradnju).

Električna energija generisana u procesu će se koristiti za sopstvene potrebe dok će se višak davati u distributivnu mrežu što može da bude i mogućnost da se stekne dozvola za povlašćenog proizvođača električne energije kod Ministarstva rudarstva i energetike.

5.3.3 Veličina tržišta i trendovi

Usled sve većeg demografskog rasta, industrijalizacije, urbanizacije i ekonomskog bogatstva, nagomilavaju se i sve veće količine otpada, kako u razvijenim zemljama, tako i u zemljama u razvoju. Zbog toga što je hemijski sastav otpada složeniji, on sve više ugrožava čovekovo zdravlje i okolinu. Ovi problemi posebno pogađaju zemlje u razvoju, kakva je Srbija.[37]

Pomenuta publikacija „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan“[38] procenjuje 278,635 tona opasnog otpada na teritoriji Republike Srbije u 2020. godini. Ako pretpostavimo da je cena tretmana opasnog otpada u proseku 2,000 evra po toni, očekivana veličina tržišta opasnog otpada iznosi 557 miliona evra.

5.3.4 Analiza konkurencije

Na teritoriji Republike Srbije trenutno ne postoje kapaciteti za tretman opasnog industrijskog otpada širokog spektra. Takođe, u Srbiji trenutno ne postoje ovlašćeni objekti za termički niti za fizičko-hemijski tretman opasnog otpada. Postoje jedino ograničeni kapaciteti za odlaganje opasnog otpada na deponijama. Poslednjih godina proces solidifikacije i bioremedijacije opasnog otpada je bio primenjivan kao pred-tretman u pojedinačnim slučajevima. U funkciji su registrovani objekti za fizički tretman specifičnih kategorija opasnog otpada.

U Srbiji ne postoji centralno skladište opasnog otpada. U takvim okolnostima, proizvođači opasnog otpada u Srbiji trenutno čuvaju opasni otpad kod sebe, u svojim skladištima. Zbog nedostatka alternativa, dešava se da proizvođači opasni otpad čuvaju na svojim lokacijama i po 20 godina. U većini

[37] *Živković, 2014*

[38] *Publikacija „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan“, projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS“, April 2017, str. 90:* https://www.hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/HWM_Plan_draft_2017-04-28.pdf

slučajeva, privremena skladišta opasnog otpada ne ispunjavaju propisane uslove. Zbog svega toga potrebe za izvozom opasnog otpada rastu.[39]

5.3.5 Procena tržišnog učešća i prodaje

Sa rastom privredne razvijenosti, odnosno sa rastom životnog standarda, povećava se količina i složenost otpada, ali takođe se posvećuje veća pažnja unapređenju životne sredine i održivim izvorima energije. S obzirom da se u narednom periodu u našoj zemlji očekuje ekonomski rast i razvoj, a samim tim i povećanje životnog standarda, a s druge strane na teritoriji Republike Srbije trenutno ne postoje kapaciteti za tretman opasnog industrijskog otpada širokog spektra, niti centralno skladište opasnog otpada, očekuje se da će se Istraživačko-razvojni centar Instituta za nuklearne nauke Vinča u startu pozicionirati kao lider na tržištu sa svojim sistemom za tretman opasnog otpada termalnom plazmom.

Ambicija je da se u sledećoj fazi Institut Vinča pozicionira na tržištu zemalja Zapadnog Balkana kao pionir sa plazma tehnologijom razgradnje opasnog otpada. To potkrepljuje činjenica da na ovom tržištu ne postoji veliki broj direktnih konkurenata. Naime, radi se o tržištu na kojem trenutno ne postoji niko ko primenjuje sličnu tehnologiju. Iz istog razloga se u narednom periodu može očekivati pojava novih konkurenata jer se atraktivnost ove grane povećava. Time što prvi ulazi na ovo tržište sa novom tehnologijom koja je u skladu sa najvišim ekološkim standardima, Institut želi da u ovoj fazi stekne značajnu konkurentsku poziciju i većinsko tržišno učešće.

[39] *Publikacija „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS", April 2017, str. 79:*
https://www.hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/HWM_Plan_draft_2017-04-28.pdf

5.4 Formiranje marketing plana

5.4.1 Marketing strategija

Marketing strategija podrazumeva odabir ciljnog tržišta i razvoj efektivnog marketing miksa. Marketing miks je odgovarajuća kombinacija intrumenata marketinga koja je neophodna za postizanje željene reakcije ciljnog tržišta u odnosu na postavljene marketinške ciljeve. Bitno je napomenuti da marketing miks nije prost zbir različitih instrumenata već njihova kombinacija koja bi trebalo da proizvede sinergetski efekat. Osnovni model marketing miksa je „4P model“ koji podrazumeva definisanje:

- proizvoda (eng. Product),
- cene (eng. Price),
- distribucije (eng. Place) i
- promocije (eng. Promotion).

Proizvod znatno utiče na formiranje marketing miksa kroz dizajn, brend, dodatnu vrednost, kvalitet, korišćenu tehnologiju, garancije i upozorenja. Iako postoje različite strategije koje se koriste kako bi se proizvod diferencirao na tržištu ili povećala njegova prodaja, Institut Vinča planira da se na tržištu pre svega diferencira korišćenjem sofisticirane plazma tehnologije koja doprinosi očuvanju i zaštiti životne sredine.

Cena podrazumeva novčanu vrednost proizvoda i od ključnog je značaja za uspeh proizvoda tj. usluge na tržištu. Imajući u vidu da odabir prave strategije cena bitno utiče na plasman proizvoda ili usluga na ciljnom tržištu, Institut Vinča je cenu kreirao koristeći strategiju „troškovi plus“ tj. cenu svojih usluga je formirao na bazi planiranih direktnih i indirektnih troškova uzimajući u obzir i stopu dobiti. Direktni troškovi koji se uzimaju u obzir podrazumevaju troškove materijala i rada, a indirektni troškovi su troškovi amortizacije, uprave, prodaje, kao i drugi opšti troškovi. Plan je da se kontinuirano prati tržište i konkurencija kako bi očuvala konkurentna tržišna pozicija.

Promocija podrazumeva sve promotivne aktivnosti koje se koriste kako bi kupac postao svestan prisustva proizvoda ili usluge na tržištu i kako bi se kod kupca razvio povoljan stav o proizvodima ili uslugama. Promotivne aktivnosti podrazumevaju propagandu, ličnu prodaju, unapređenje prodaje, publicitet, PR i direktni marketing. Strategija prodora na tržište Instituta Vinča podrazumeva građenje direktnih odnosa sa velikim državnim i privatnim preduzećima na koje se odnosi Zakon o brizi o opasnom otpadu (oni koji ga prave ili su proizvod njihovog procesa rada), uz istovremenu promociju tretmana opasnog otpada termalnom plazmom kao trenutno najsavršenijeg tehnološkog rešenja u ovom domenu. Strategija Instituta je da nastavi sa promocijom sistema za tretman opasnog otpada plazma tehnologijom kao deo Nacionalne strategije upravljanja otpadom, Nacionalnog programa integracije, Nacionalne strategije održivog razvoja, Strategije razvoja energetike Republike Srbije, Strategije uvođenja čistije proizvodnje u Republici Srbiji, kao i Nacionalnog programa zaštite životne sredine. Takođe, Institut će nastavi sa promocijom ovog projekta kao najsavremenijeg infrastrukturnog postrojenja za tretman otpada u ovom delu Evrope, koje omogućava dostizanje maksimuma u pogledu recikliranja i ponovnog iskorišćenja otpada.

Distribucija predstavlja skup funkcija, mera i aktivnosti koje se sprovode da bi došlo do isporuke proizvoda od proizvođača do potrošača. Istovremeno, distribucija podrazumeva izbor najefikasnijeg kanala distribucije i fizičke distribucije. Plasman usluge tretmana opasnog otpada termalnom plazmom se obezbeđuje putem direktnog, tj. „kratkog" kanala distribucije, tj. prodaja se obavlja direktno između Instituta Vinča i kupaca (tj. korisnika usluge). Fizičku distribuciju vrši korisnik usluge isporukom opasnog otpada na lokaciju postrojenja.

5.4.2 Formiranje cena i taktike prodaje

Cena za uništavanje opasnih otpada na kojima mi baziramo razvoj sistema za plazma razgradnju (samo iz grupe najopasnijih tj. najskupljih za tretman) je od 800-3000 evra po toni, što podrazumeva isporuku na mestu spalionice/postrojenja za tretman. Dakle cenu transporta i usluga prekograničnog prenosa opasnog otpada treba uključiti u ukupnu cenu – one idu do 30% preko.

Postupak je sledeći: sve se unapred dogovori sa spalionicom - definiše se količina, i predstavi jasan hemijski sastav otpada – taj hemijski sastav se garantuje, i ako otpad ne bude tog hemijskog sastava postoji velika verovatnoća da ga spalionica neće primiti. Na osnovu toga se definiše cena i otpad se isporučuje na lokaciju spalionice. Tu se predaje i nema nikakvih više troškova, osim troška koji je unapred definisan ugovorom. Bez tog ugovora nemoguće je i transportovati opasan otpad preko granica država.

Predviđena cena po kojoj ćemo mi tretirati opasni otpad je 800 - 2,000 evra po toni sa isporukom u naše skladište.

5.4.3 Reklamiranje i promocija

Promotivna strategija Instituta Vinča povodom sistema za tretman opasnog otpada termalnom plazmom podrazumeva **targetiranu promociju**. Kako su kupci (tj. korisnici usluge) velika državna i privatna preduzeća koja padaju pod udar Zakona o brizi o opasnom otpadu (oni koji ga prave ili su proizvod njihovog procesa rada), osnovni vid promocije je direktna komunikacija sa kupcima, dok se odnosi sa javnošću prevashodno ogledaju u građenju i zadržavanju pozitivnog imidža projekta. U suštini, u budućnosti se ne očekuju značajne promene vezane za promotivne aktivnosti jer Institut Vinča planira da nastavi dosadašnju politiku promocije i u narednim godinama.

5.4.4 Distribucija

Kupac tj. korisnik usluge vrši fizičku distribuciju isporukom opasnog otpada na lokaciju postrojenja. Pre isporuke potrebno je definisati količinu, garantovati hemijski sastav opasnog otpada i na osnovu toga definisati cenu. Potom se sklapa ugovor s kojim je jedino moguće i transportovati opasan otpad preko granica država. Opasan otpad se potom dovozi na lokaciju spalionice.

Vinča se nalazi zapadno od Beograda, približno 12 km od centra grada i blizu Dunava. Obuhvata približno 70ha. Novi objekat će dodati dopunskih 60ha oblikujući krug oko postojeće lokacije. Celokupna lokacija je ograđena, i pristup kontroliše kontrolni punkt sa ljudskom posadom na ulazu.

Otpad se isporučuje putem kamiona, koji se mere na ulazu i izlazu. Kamionske vage omogućavaju kontrolu tokova otpada - i otpada koji dolazi u kompleks deponije i otpada koji napušta kompleks. Konzole kamionskih vaga su elektronski povezane sa računarskim sistemom za kontrolu vozila, čime se omogućava rad kamionske vage i kada nisu prisutna lica. Pored težine i vrste otpada na ulazu i izlazu iz postojećeg kompleksa deponije, konzola treba da evidentira i memoriše broj vage, datum i vreme transakcije, brojeve tablica na vozilima, naziv preduzeća koje snabdeva otpad. Brisanje ili ispravka podataka koji su uneti u sistem neće biti omogućeni. Sistem za otkrivanje radioaktivnosti sa alarmom i odgovarajućim softverom biće instaliran na ulazu, na vagama za kamione koji dolaze. Sistem će biti opremljen sa nekoliko nivoa alarma, koji se određuju za svaki detektor, u skladu sa nivoom zračenja. U pitanju je najsavremenije infrastrukturno postrojenje za tretman otpada, koje omogućava dostizanje maksimuma u pogledu recikliranja i ponovnog iskorišćenja otpada.

Bunker je dimenzioniran imajući u vidu količinu otpada koja se istovari u toku jednog dana. Zapremina bunkera obezbeđuje trodnevno skladištenje uz dodatna dva dana odlaganja otpada pri maksimalnom kapacitetu postrojenja.

5.4.5 Analiza situacije

Analiza situacije se odnosi na skup metoda koje menadžeri koriste za analizu internog i eksternog okruženja organizacije kako bi razumeli sposobnosti organizacije, kupce i poslovno okruženje[40]. Obuhvata 3 grupe analiza: analizu stanja, analizu zainteresovanih strana (stejkholdera) i analizu problema.

5.4.6 Analiza stanja

Analiza stanja najefikasnije se vrši pomoću SWOT i PEST analize. Ova analiza ima najmanje dva cilja. Prvo, da se sagleda kontekst u kome se obavlja poslovna aktivnost u smislu ,,povoljan" naspram ,,nepovoljan" ili u smislu ,,poboljšanja" naspram ,,pogoršanja". Drugo, da se identifikuju rani signali o relevantnim pojavama koje su ključne za poslovanje preduzeća.

5.4.7 SWOT analiza

SWOT analiza je tehnika strategijskog menadžmenta putem koje se uočavaju strategijski izbori dovođenjem u vezu snaga i slabosti preduzeća sa šansama i pretnjama okruženja. Kroz ovu analizu tačno utvrđujemo koje su vrline projekta, koje su mu mane, koji potencijali, a koje opasnosti dolaze iz okruženja.



Slika 5.1 SWOT analiza

[40] „Dictionary of marketing terms". American Marketing Association. Arhivirano iz originala na datum 29.1.2014. Pristupljeno 14.01.2008. godine

Snage	Slabosti
• Uništavanje otpada ekološki i energetski efikasno uz pomoć inovativne tehnologije će dovesti do poboljšanja kvaliteta vazduha, smanjenja neprijatnog mirisa; • Uvođenje plazma postrojenja u okviru Instituta Vinča neće imati negativan uticaj na pejzaž, takođe nema ni uticaj na kulturne i istorijske objekte i lokacije; uticaj može biti direktan (fizičko uništenje objekata/lokacija u projektnom području) i indirektan (kršenje integriteta povezane oblasti kulturnih dobara)[41]; • U okviru Instituta Vinča već postoji izgrađena infrastruktura (transportne površine, vodovodna mreža i objekti, kanalizaciona mreža i objekti, energetska mreža i objekti, telekomunikaciona mreža i objekti, mreža tople vode i objekti, gasovod i objekti), što značajno olakšava izgradnju plazma postrojenja[42]; • Upravljanje opasnim otpadom, sakupljanje, tretman i odlaganje otpadnog materijala poboljšaće celokupnu životnu sredinu; • Korišćenje plazma reaktora u specijalnim namenama i specijalnim konfiguracijama, kao što su: uništavanje hemijskih, bioloških i bakterioloških komponenti, uništavanje otpada iz proizvodnje hemikalija, uključujući organohalogeni otpad, pesticide kojima je	• Da bi otpad uopšte mogao da se dalje prerađuje potrebno je da ima određene karakteristike i da bude skladišten na određeni način; • Problem buke od transportnih vozila koja dopremanju otpad do postrojenja, kao i od postrojenja za tretman otpada koji će tokom svog rada predstavljati dodatni izvor buke uzrokovan radom tehnološke opreme: buster ventilatora, ventilatora dimnog gasa, različitih pumpi i motora.(taj problem je prisutan nezavisno od mašine)[43]; • Neprijatan mirisu u vazduhu, jer se plazma postrojenje instalira u okviru Instituta Vinča; • Obuka radnika za rad na inovativnom plazma postrojenju; • Potencijalni uticaji na zdravlje i sigurnost radnika bi bili povezani sa različitim aktivnostima kao što su upotreba teških mašina i opreme, transport otpada i drugih materijala;

[41] *„Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 405-419*

[42] *„Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 420*

[43] *Idejno rešenje „Izgradnja Eko Park Trayal Kruševac", korporacija TRAYAL*

Snage	Slabosti
prošao rok upotrebe, polihlorovane bifenile (PCB) i ostale najopasnije organske zagađivače, za uništavanje medicinskog otpada, raznovrsnog toksičnog otpada, kao i značajno smanjenje zapremine potrebnog za skladištenje radioaktivnog otpada, značajno proširuje mogućnosti primene ove vrste specifične procene opreme i sistema baziranih na njima; • Aktivnosti tokom same izgradnje, ali i nakon nje omogućiće dodatne mogućnosti za zapošljavanje uz adekvatnu protivpožarnu zaštitu, zaštitu i bezbednost na radu i životnu sredinu. Po potrebi će se obezbediti osnovni program stručnog usavršavanja i specijalne kurseve kako bi se osiguralo da se radnici orijentišu na specifične opasnosti po pojedinačnim radnim zadacima; • Plazma postrojenje predstavlja najviše tehnološko rešenje u upravljanju otpadom uz najnižu cenu za tretman po toni otpada;	

Mogućnosti	Pretnje
• Na tržištu još nema direktne konkurencije, ovo je prvi projekat ovakve vrste u Republici Srbiji, jer niko ne obrađuje otpad putem plazma postrojenje za pirolizu, gasifikaciju, uništavanje i topljenje otpadnih materija; • U Srbiji ne postoji centralno skladište opasnog	• Tehnološki rizik, usled zone uticaja toksičnih oblaka amonijaka – scenario nesreće je nesreća na nivou IV - regionalni nivo nesreće, a verovatnoća pojave se procenjuje kao niska[46]; • Neadekvatno skladištenje otpada od strane

[46] *„Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 419*

Mogućnosti	Pretnje
otpada. U takvim okolnostima, proizvođači opasnog otpada u Srbiji trenutno čuvaju opasni otpad kod sebe, u svojim skladištima. Zbog nedostatka alternativa, dešava se da proizvođači opasni otpad čuvaju na svojim lokacijama i po 20 godina. U većini slučajeva, privremena skladišta opasnog otpada ne ispunjavaju propisane uslove. Zbog svega toga potrebe za izvozom opasnog otpada rastu[44]; • Beogradski region kao daleko najrazvijeniji i najnaseljeniji region u Republici Srbiji, pruža mogućnost postavljanja ovakvog postrojenja; • Plazma postrojenje će doprineti da Srbija ispuni ciljeve iz oblasti upravljanja otpadom i zaštite životne sredine u okviru pregovora o pristupanju EU; • Srbija sa ovim projektom može postati dobra ,,meta” za velike strane investicije u tom sektoru utirući put za buduće ambiciozne ekološke projekte u zemlji; • Potpuno ispunjenje okvira koje zahteva Zakon o upravljanju otpadom; • U okviru pregovora za pristupanje EU potrebno je da Srbija ispuni ciljeve koji se tiču upravljanja otpadom; • Potreba za smanjenjem nivo kontaminiranog vazduha u gradu Beogradu, koji je sada treće kategorije, što dovodi do porasta mortaliteta i morbiditeta;	firmi koje taj otpad proizvode, dovodi do nemogućnosti prerade tog otpada; • Ne postoji obučen radni kadar na tržištu rada za rad na inovativnom plazma postrojenju; • Pronalaženje radne snage, jer je Srbija tradicionalno zemlja emigracije. OECD procenjuje da je Srbiju u period od 2012. do 2016. godine napustilo oko 245.000 lica. Ovo znači da je prema procenama ove organizacije iz Srbije u zemlje članice OECD u proseku godišnje emigriralo 49.000 ljudi.[47] Prema podacima EU u 2018. godini iz Srbije se iselilo oko 36.800 ljudi od čega oko 15 600 čine stalne migracije. Pozitivna strana je to što se u Republici Srbiji najveći broj migracionih kretanja ostvaruje na teritoriji beogradske regije, i to 52.964 (41,6%) doseljenih lica i 45.240 odseljenih lica (35,5%)[48];

[44] *Publikacija ,,Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan“, projekat ,,Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS“, April 2017, str. 79:* https://www.hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/HWM_Plan_draft_2017-04-28.pdf

[47] *Institutt za razvoj i inovacije, Analiza, Troškovi emigracije mladih* https://drive.google.com/file/d/1_DUnI-RNims0ZMdmON5G0VEVNI-B-62y/view

[48] *Republički zavod za statistiku, Unutrašnjenje migracije, 2019,* https://publikacije.stat.gov.rs/G2020/Pdf/G20201191.pdf

Mogućnosti	Pretnje
• Potreba adekvatnijeg skladištenja ili odlaganja opasnog otpada – kako bi se smanjio nivo zagađenosti zemljišta, podzemnih i površinskih voda, a kroz to se smanjio i negativan uticaj na ljudski organizam; • Zapadna Evropa je u međuvremenu „zarobljena" primenom tehnologije mehaničko-biološke obrade ili tehnologije spaljivanja, kao i ugovorima koji su na snazi.[45] U isto vreme evropski jugoistok i istok su slobodni, a problem je otvoren tako da zahvaljujući ovom projektu Republika Srbija ima šansu da postane lider u upravljanju opasnim otpadom za početak u jugoistočnoj Evropi, sa dugoročnim ciljem da osvoji evropsko tržište u ovom domenu;	

5.4.8 PEST analiza

PEST analiza služi za sagledavanje konteksta u kome posluje jedno preduzeće i pruža uvid u odnose koji postoje između elemenata okruženja kao i relevantnost i uticaj potencijalnih promena koje nastaju u jednom sloju okruženja na druge slojeve okruženja. PEST analiza podrazumeva analizu **P- političkih faktora, E- ekonomskih faktora, S- socio-kulturnih faktora, T- tehnoloških faktora.**

[45] *Miličić i Vego, 2007*

Politički faktori	Ekonomski faktori
• Uredba o utvrđivanju zona i aglomeracija („Službeni glasnik RS“, br. 58/2011 i 98/2012) definiše zone i aglomeracije na teritoriji Republike Srbije, a cilj je kontrola, održavanje i poboljšanje kvaliteta vazduha. Jedna od osam uspostavljenih aglomeracija na teritoriji Republike Srbije je aglomeracija „Beograd“, koja obuhvata teritoriju grada Beograda; • Zahtev u vezi podataka i metode za pružanje podataka o oceni kvaliteta vazduha, kao i obim i sadržaj informacija o proceni kvaliteta vazduha utvrđena su Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha („Službeni glasnik RS“, broj 11/2010, 75/2010 i 63/13); • Zakonom o zaštiti vazduha; • Uredba o utvrđivanju Programa kontrole kvaliteta vazduha u državnoj mreži („Službeni glasnik RS“, broj 58/2011); • Lokalnu mrežu mernih stanica određuje Program kontrole kvaliteta vazduha na teritoriji grada Beograda, definisan u skladu sa Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha („Službeni glasnik RS“, broj 11/2010 i 75/10); • Propisana ciljna godišnja vrednost benzo(a)pirena od 1 ng/m^3; • Praćenje nivoa buke u okruženju vrši se na osnovu vrednosti propisanih Uredbom o	• Srbija je zemlja u ekspanziji koja poslednjih godina beleži niske, ali stabilne stope inflacije i stabilan devizni kurs; • Lokalne samouprave su veoma važne zainteresovane strane i glavne podsticajne institucije tokom izgradnje plazma postrojenja. Oni će biti posrednici između stanovništva i projekta. Stoga je neophodno uključiti ih u projekat i u proces donošenja odluka u pitanjima koja se odnose na lokalne politike i građane; • Pretpostavka je da će građevinski i tehnološki projekat iznositi najmanje 35.000 evra za ceo niz dokumentacije. Iznos investicije je 3 miliona evra. Polovina sredstava će biti obezbeđena iz sopstvenih sredstava, dok će ostatak biti finansiran iz kredita; • Prema najnovijim podacima Nacionalnog statističkog zavoda prosečne bruto zarade i plate u Republici Srbiji, izračunate za maj 2020. godine, iznosile su RSD 81.464[49], dok su prosečne neto zarade i plate iznosile RSD 58.898; • Istraživanje o prihodima i životnim uslovima sprovedeno je u Republici Srbiji u 2018. godini. Cilj Ankete je prikupljanje podataka kako bi se izračunali pokazatelji siromaštva, socijalne isključenosti i uslova života. Prema rezultatima, na nacionalnom nivou stopa rizika od siromaštva je 24,3%50 (ove osobe nisu nužno

[49] *Republički zavod za statistiku https://www.stat.gov.rs/sr-Latn/oblasti/trziste-rada/zarade*

[50] *Republički zavod za statistiku https://www.stat.gov.rs/sr-latn/vesti/20191015-siromastvo-i-socijalna-nejednakost-2018/?s=0102*

Politički faktori	Ekonomski faktori
indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini („Službeni glasnik RS“, br. 75/2010) – Zakon o zapštiti od buke u životnoj sredini; • Upravljanje otpadom koji sadrži azbest regulisano je članom 54 Zakona o upravljanju otpadom („Sl. glasnik RS“, 36/2009, 88/2010 i 14/2016) i pratećim podzakonskim aktom – Pravilnikom o postupanju sa otpadom koji sadrži azbest („Sl. glasnik RS“, 75/2010); • Regulativa EU;	siromašne, ali su u većem riziku od siromaštva od drugih). Pored toga, rizik od siromaštva ili socijalne isključenosti iznosi 34,3% u 2018. godini (ove osobe su izložene riziku od siromaštva ili su materijalno uskraćene ili žive u domaćinstvima sa malim radnim intenzitetom); • Instrument za pretpristupnu pomoć (IPA) je finansijski instrument EU, čija nemena je da pruži pomoć zemljama kandidatima i potencijalnim kandidatima u procesu pristupanja EU; • Prema budžetu Republike Srbije za zaštitu životne sredine za 2020. godinu planiran je budžet od RSD 14,4 milijarde[51], dok je za nauku, tehnološki razvoj i inovacije budžetirano RSD 21,1 milijarda;

[51] *Parlamentarna budžetska kancelarija, Analize, Vodič kroz budžet* http://pbk.rs/wp-content/uploads/2020/01/Vodic_kroz_budzet_2020.pdf

Socio-kulturni faktori	Tehnološki faktori
• Prema popisu stanovništva u 2011. godini 1.659.440 stanovnika živi u gradu Beogradu, kao najrazvijenijem gradu u Republici Srbiji. Prosečna gustina naseljenosti Grada Beograda iznosi 514 stanovnika/km^2 i veća je od prosečne gustine naseljenosti u Srbiji koja iznosi 106 stanovnika po km^2 [52]; • Stanovništvo u beogradskim opštinama karakteriše nepovoljna starosna struktura. Prema Popisu iz 2011. godine, 14,02% stanovništva je starosne dobi od 0-14 godina i 16,38% starijih preko 65 godina starosti. Koeficijent starosti, koji prikazuje procenat starog stanovništva (preko 65 godina) u ukupnoj populaciji, je visoko u svim opštinama u gradu Beogradu[53]; • Srbija je tradicionalno zemlja emigracije. Motivacija za migraciju je povezana sa nalaženjem bolje plaćenog posla, obezbeđivanjem višeg životnog standarda i postizanja boljih obrazovnih i profesionalnih uspeha. OECD procenjuje da je Srbiju u period od 2012. do 2016. godine napustilo oko 245.000 lica. Ovo znači da je prema procenama ove organizacije iz Srbije u zemlje članice OECD u proseku godišnje emigriralo 49.000 ljudi.[54] Prema podacima EU u 2018. godini iz Srbije se iselilo oko 36.800 ljudi od čega oko 15 600 čine stalne migracije. • U Republici Srbiji najveći broj migratornih kretanja	• Na mestu gde će biti izgrađeno plazma postrojenje postoje transportne površine, Vodovodna mreža i objekti, kanalizaciona mreža i objekti, energetska mreža i objekti, telekomunikaciona mreža i objekti, mreža tople vode i objekti[57]; • Plazma tretman otpada je jedan kompleksan postupak, pa mu proces zastarevanja usled visokog nivo inovativnosti ne preti u tolikoj meri. On podrazumeva da se opasni otpad može tretirati: hemijskim (Hemijske metode uključuju jonsku razmenu, precipitaciju (taloženje), oksidaciju i redukciju i neutralizaciju), termičkim (Termičkim metodama je spaljivanje na visokim temperaturama, koje ne samo da može detoksikovati određene organske otpade, već ih može i uništiti), biološkim (Biološki tretman određenih organskih materija, poput onih iz naftne industrije, takođe predstavlja zanimljivu opciju) i fizičkim (Fizički tretman, učvršćuje ili smanjuje zapreminu otpadnih materija) metodama; • Transfer tehnologije (process od nastanka pronalaska pa do njegove komercijalizacije) je jako složen, baš zbog izuzetne složenosti i inovativnosti plazma postrojenja; • Srbija je zemlja koja se nalazi u ekspanziji u oblasti informacione i komunikacione

[52] *Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, 2011, https://publikacije.stat.gov.rs/G2014/Pdf/G20144012.pdf*

[53] *Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, 2011, https://publikacije.stat.gov.rs/G2014/Pdf/G20144012.pdf*

[54] *Institutt za razvoj i inovacije, Analiza, Troškovi emigracije mladih https://drive.google.com/file/d/1_DUnI-RNims0ZMdmON5G0VEVNI-B-62y/view*

[57] *„Ljudsko i socijalno okruženje: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije“, Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 420*

Socio-kulturni faktori	Tehnološki faktori
ostvaren je na teritoriji beogradske regije, a na to područje se preselilo 50.971 (40,6%) i iselilo se 44.467 osoba (35,4%); • Grad Beograd je homogeni region - prema Popisu 2011. većina stanovništva po maternjem jeziku su Srbi (94,89%), dok su svi ostali etnički pripadnici pojedinačno ispod 1% (osim Roma - 1,14%). Većina stanovništva u opštinama u gradu Beograda su pravoslavni hrišćani, značajno prisutni u svih 17 opština, sa oko 90% stanovništva. Međutim, u svakoj opštini postoje male islamske, katoličke i protestantske zajednice [55]; • Osnovne karakteristike u obrazovnoj strukturi su pismenost i nivo obrazovanja. Prema popisu stanovništva (2011), oko 53% stanovništva starosti 15 i više godina u gradu Beogradu ima srednju školu, 8% više obrazovanje, 20% visoko obrazovanje, 14% osnovno obrazovanje i manji deo stanovništva je nepotpunog osnovnog obrazovanja 4% ili bez školovanja 1% [56];	tehnologije, nova informaciona i komunikaciona rešenja mogu bitno poboljšati razvoj zemlje; • Plazma postrojenje je inovativno rešenje za upravljanje opasnim otpadom brzina zastarevanja svakako u velikoj meri zavisi od budućih inovacija u ovoj oblasti; • Otvaranje Naučno-tehnoloških parkova pokazuje sve veće zalaganje države za podsticanje razvoja i inovacija u Republici Srbiji;

5.4.9 Analiza stejkholdera

Analiza stejkholdera je jako bitna analiza na osnovu koje se sagledavaju sve zainteresovane strane projekta. Svi stejkholderi mogu se podeliti u dve velike grupe: **interni stejkholderi** i **eksterni stejkholderi**.

- **Interni stejkholderi** su svi zaposleni koji će raditi u Plazma postojenju, ali i zaposleni koji će biti angažovani prilikom same izgradnje postrojenja. S

[55] *Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, 2011, https://publikacije.stat.gov.rs/G2011/Pdf/G20115540.pdf*

[56] *Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, 2011, https://publikacije.stat.gov.rs/G2013/Pdf/G20134001.pdf*

obzirom da je ovakav vid postrojenja potpuno inovativan na ovim prostorima, potrebno je radnicima obezbediti adekvatnu obuku[58]:

1. Poznavanje materijala, opreme i alata (npr. teške mašine);
2. Svest o opasnosti (poznata opasnost za specifične lokacije);
3. Potencijalni rizici po zdravlje;
4. Bezbedne radne prakse (mere predostrožnosti da se spreči izlaganje, higijenski zahtevi (odgovarajuća sredstva za dezinfekciju i sredstva za održavanje lične higijene radnika), nošenje i upotreba lične zaštitne opreme (LZO) i odeće – rad na ekstremnim temperaturama, rad sa hemikalijama, rad u uslovima povećanih nivoa buke itd.);
5. Odgovarajući odgovor na ekstremne operacije, incidente i nesreće;
6. Hitne procedure za požar, evakuaciju i prirodne katastrofe;

Pored obuke potrebno je da poslodavac obezbedi pružaocima usluga, kao i izvođačima i podizvođačima, da budu adekvatno obučeni pre početka rada na svojim zadacima. Potrebno je obezbediti edukativni materijal, odgovarajuću opremu za rad i povećanje svesti kako bi se izbegla ili smanjila mogućnost povrede na radu, prenosa različitih vrsta bolesti, a sve ovo je povezano sa prilivom privremenih i / ili stalnih radnika.

- **Eksterni stejholderi** su: Država – Ministarstvo zaštite životne sredine, grad Beograd, lokalna zajednica, kupci (velika državna i privatna preduzeća koja padaju pod teret Zakona o upravljanju otpadom (oni koji ga prave ili su proizvod njihovog procesa rada):

[58]. *„Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 586*

1) **Država** – ovaj projekat će omogućiti da Srbija ispuni ciljeve u okviru pregovora o pristupanju EU, a koji se tiču upravljanja otpadom.
   Takođe, kao opsežan projekat o tretmanu otpada u regionu, on će ukazati na atraktivnost Srbije kao destinacije za velike strane investicije u tom sektoru utirući put za buduće ambiciozne ekološke projekte u zemlji.
   Ovim projektom Beograd i Srbija će demonstrirati da su u celini u samom vrhu najbolje prakse u zaštiti životne sredine u regionu, sa modernim infrastrukturnim postrojenjima za tretman otpada, uz dostizanje maksimuma u pogledu reciklaže.[59]
2) **Grad Beograd i lokalna zajednica** – ovaj projekat će omogućiti Beogradu i lokalnoj zajednici da reše probleme upravljanja opasnim otpadom, a kroz to reše i izazove koji su vezani za poboljšanje životne sredine, kroz poboljšanje kvaliteta vazduha, površinskih i podzemnih voda, zemljišta itd.
3) **Kupci (tj. korisnici usluge)** su velika državna i privatna preduzeća koja padaju pod udar Zakona o brizi o opasnom otpadu (oni koji ga prave ili su proizvod njihovog procesa rada). Sistem za tretman opasnog otpada termalnom plazmom kao proizvode generiše **Toplotnu i Električnu energiju**, kao i **Metanol (CH_3OH)**.
   Institut Vinča će biti primarni korisnik toplotne energije generisane u procesu razgradnje otpada (zbog toga će se proces razgradnje organizovati tako da rad postrojenja bude u grejnoj sezoni, a tokom cele godine će se vršiti prikupljanje opasnog otpada za razgradnju), pri čemu će se Toplotna energija koristiti i plasirati tokom grejne sezone (polovina oktobra-polovina aprila).
   Imajući u vidu da je korišćenje Električne energije za interne potrebe i dalje regulatorno nedefinisano, generisana Električna energija u procesu proizvodnje će se davati direktno u distributivnu mrežu preduzeća

[59] *„Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 82*

Elektromreža Srbije, pri čemu se u budućnosti stiče mogućnost sticanja dozvole za povlašćenog proizvođača električne energije kod Ministarstva rudarstva i energetike.

Metanol, kao jedan od proizvoda sistema za tretman opasnog otpada, predstavlja značajan proizvod u hemijskoj industriji (rastvarač organskih supstanci) i drugim pratećim industrijama. Potencijalni kupci Metanola, su preduzeća iz hemijske industrije, pre svega ona koja se bave proizvodnjom boja i lakova na području Srbije i Jugoistočne Evrope.

Sve industrije generišu neku količinu opasnog otpada, a primarni generatori su:

- hemijska i farmaceutska proizvodnja,
- rafinacija metala,
- prerada nafte i uglja,
- prerada metala i
- proizvodnja gume i plastike.

Učešće industrije u produkciji opasnog otpada može se prestaviti i na sledeći način:

58

- prerađivačka industrija 75,18%,
- proizvodnja i distribucija električne energije, gasa i vode 19,69% i
- eksploatacija rude i kamena 5,13%.[60]

5.4.10 Analiza problema

Analiza problema podrazumeva detaljnu analizi trenutnog stanja i predočavanja kako postojeće stanje može da se poboljša.

Problemi koji su prisutni na celokupnoj teritoriji Republike Srbije, prisutni su i na teritoriji grada Beograda, a u direktnoj su vezi sa neadekvatnim upravljanjem otpadom, lošim kvalitetom vazduha, zagađenim zemljištem,

[60] *Sovrlić i Milosavljević, 2009*

zagađenim površinskim i podzemnim vodama, a sve ovo dovodi do ne tako dobrih sveukupnih uslova za život stanovništva, pa se kao posledica javlja negativan uticaj na respiratorni, kardiovaskularni, nervni, reproduktivni sistem i zdravlje dece.

Svrha projekta je da bar delimično reši sve ove probleme, a njegov cilj je poboljšanje kvaliteta života stanovnika Republike Srbije.

Uzrok zbog kog su nastali svi ovi problemi u velikoj meri se može vezati za neadekvatno odlaganje i obradu otpada. Plazma postrojenje kao ulazne sirovine koristi:

- Pepeo iz postrojenja INCINER8;
- Disperzni opasni otpadi iz termičkih procesa sa sadržajem opasnih materija i organske faze;
- Tečni opasni otpadi;
- Muljevi.

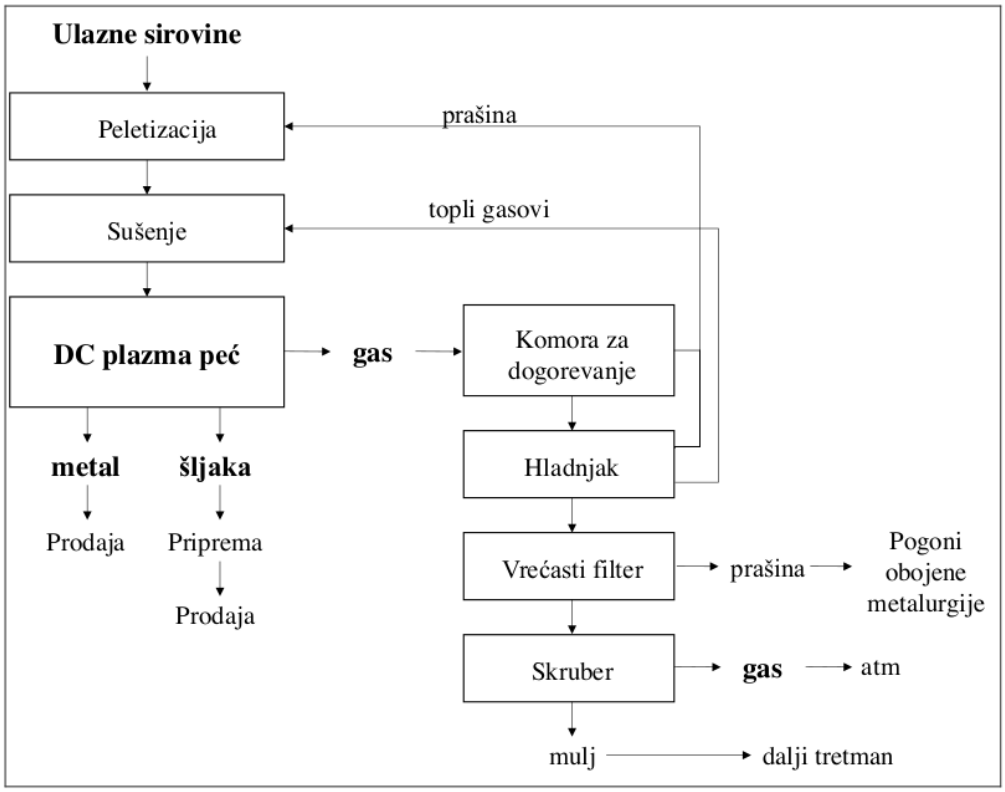
Priprema otpada je osnovni preduslov da se ulazne materije mogu uspešno tretirati. Adekvatna šarža po hemijskom i granulometriskom sastavu predstavlja jedinu tehnološku mogućnost u cilju pravilnog doziranja u visokotemperaturnu zonu plazma reaktora. Čvrsti otpadi moraju biti usitnjeni na veličinu manju od 30mm, dok tečni otpadi moraju imati određenu viskoznost potrebnu za raspršivanje sistemom dizni. Muljevi se mogu koristiti uz adaptacije uređaja za doziranje.

Svaka vrsta otpada se mora razmatrati kao poseban ulazni tok, naročito sa stanovišta kvalitetnog snabdevanja sistema za plazmahemijski tretman, tako i sa stanovišta koncentracije zagađujućih elemenata i eventualnih proizvoda plazmahemijske razgradnje. Optimizacija procesa tretmana se vrlo pažljivo

planira, modelovanjem i simulacijom, po potrebi eksperimentalno proverava, pa tek onda odobrava i praktikuje u reaktoru sa termalnom plazmom[61].

5.5 Građevinski i tehnološki projekat

Plazma tretman otpada predstavlja kompleksan tehnološki postupak koji uključuje i termičke i hemijske postupke u cilju razgradnje ulaznog otpada. Na sledećim slikama prikazane su šeme postrojenja za plazma razgradnju opasnog otpada.



5.2 Blok tehnološka šema procesa zastakljivanja opasnog otpada u DC lučnoj peći

[61] *Idejno rešenje „Izgradnja Eko Park Trayal Kruševac“, korporacija TRAYAL*

5.5.1 Opis tehnološkog procesa

Postrojenje za tretman opasnog otpada činiće dva odvojena tehnološke jedinice: Pogon za gasifikaciju i Pogon za zastakljivanje.

Jedinica za pripremu ulaznog materijala će biti zajednička.

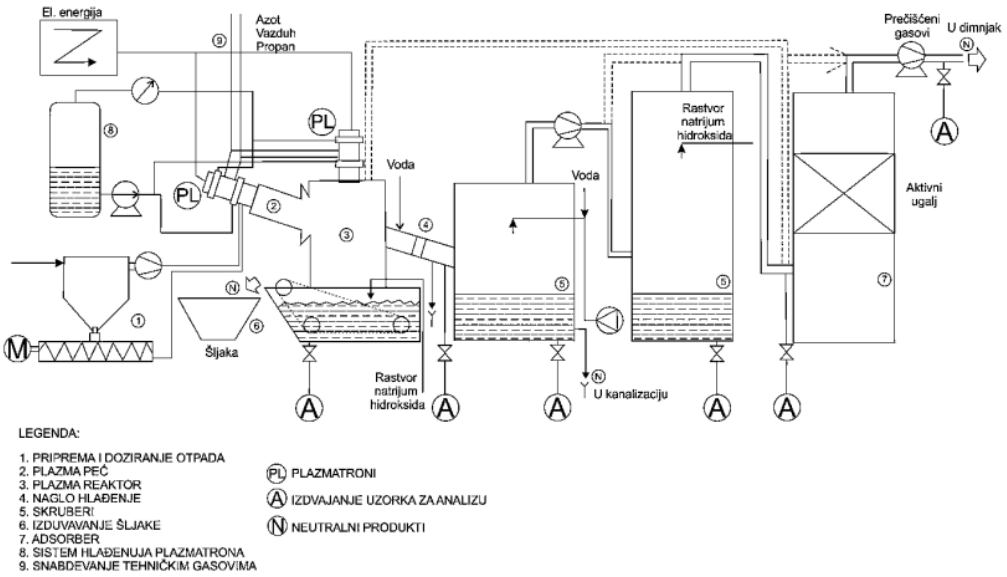
5.5.2 Jedinica za pripremu otpadnog materijala

U jedinici za pripremu otpadnog materijala vrši se pregled i kontrola ulaznih tokova. Primarno razdvajanje otpada i selekcija otpada pogodnog za dalji tretman (metal, staklo).

U ovom delu postrojenja vršiće se mehaničke operacije neophodne za dalji tretman otpada, kao i sušenje otpada (uklanjanje prekomerne fizičke vlage iz otpada) do potrebnog nivoa vlage od 25-30% (ako termodinamički proračuni pokažu da je potrebno) koristeći sopstvenu toplotnu energiju postrojenja za plazmenu pirolizu ili gasifikaciju.

5.5.3 Gasifikacija

Plazma reaktori za tretman otpadnih materija su kompleksne procesne jedinice/sklopovi u kojima se kontrolisano odvijaju reakcije uz primenu nisko-temperaturne plazme kao izvora energije. Jedinice za tretman korišćenjem termalne plazme se osim izvora termalne plazme sastoje i od nekoliko podsistema. Te komponente su: sistem za dopremanje otpada do reaktora, komora za tretman otpada, sistem za uklanjanje i rukovanje čvrstim ostacima, sistem za prečišćavanje otpadnih gasovitih produkata, operativne kontrole i prikupljanje i praćenje podataka. Na slici je prikazana šema postrojenja za plazmenu razgradnju čvrstog opasnog otpada.



5.3 Šema postrojenja za plazmenu razgradnju čvrstog opasnog otpada

Plazma moduli za pirolizu ili gasifikaciju otpada se sastoji od plazmatrona za proizvodnju plazma mlaza željene snage i njegovo uvođenje u plazma reaktor, sistema za snabdevanje pripremljenog otpada iz među-akumulacije u ulazni modul plazma reaktora.

Plazma reaktor za plazmenu gasifikaciju će biti projektovan tako da obezbedi kontrolisan tretman određene vrste otpada. Otpad će biti klasifikovan u grupe koje po karakteristikama odgovaraju da se zajedno tretiraju, a plazma reaktori će biti koncipirani prema određenim grupama otpada.

Postrojenje će biti opremljeno i sistemom za sprovođenje visoko-temperaturna gasne smeše iz reaktora (sintetički gas), sistemom za kondicioniranje viskotemperaturnih gasova (brzo hlađenje - zamrzavanje) i jedinicom za temperaturnu kontrolu modula.

Postrojenje za proizvodnju toplotne i električne energije u samom procesu razgradnje otpada sastoji se iz podsistema za generisanje toplotne i električne energije. Biće opremljeno i među-skladištem za sintetički gas i uređaje za

komprimovanje sintetičkog gasa, dimnjakom za oslobađanje otpadnih dimnih gasova (proizvod sagorevanja sintetičkog gasa) i sistemom za analizu otpadnih dimnih gasova.

Plazma jedinice (moduli) za tretman opasnog otpada namenjene su za ekološki i energetski efikasniji tretman raznih materija (a među njima i hlororganske materije) koji sadrže ugljenik, a pod uticajem izuzetno visokih temperatura lokalno u plazma mlazu (5 000 °C), omogućuju uništavanje svih komponenata sadržanih u otpadu, do njihove potpune razgradnje u sintetički gas - mešavinu ugljen-monoksida (CO) i vodonika (H_2). Druga hemijska jedinjenja nastala procesom plazma tretmana opasnog otpadnog materijala (nusprodukti razgradnje) se pogodnim putem izdvajaju u delovima postrojenja za prečišćavanje gasovitih produkata plazma razgradnje iz sintetičkog gasa koji predstavlja proizvod ovog procesa.

Iz kompleksne termodinamičke analize sistema otpada koji se tretira u reaktoru proističe nekoliko najznačajnijih procesnih parametara plazmene razgradnje – i sa ekološke (daje optimalnu temperaturu zamrzavanja hemijskog sastava za konkretni opasni otpad) i sa energetske strane (ukazuje na potrebnu energiju – snagu plazmatrona, koju je potrebno dovesti u sistem da bi se ostvario proces razgradnje opasnog otpada).

Važno je napomenuti da se mogućnost plazma hemijskog tretmana svake pojedinačne vrste otpada mora veoma podrobno analizirati, pre nego se uspostavi pravilan tehnološki postupak koji će dovesti do bezopasnog proizvoda sa stanovišta zaštite čovekove okoline – dimnog gasa na ulasku u dimnjak potpuno bezopasnog za čoveku okolinu (tj. u skladu sa ekološkim propisima za ovu vrstu postrojenja).

Osnovne prednosti inovativnog postupka korišćenja elektrolučne plazme na vodenu paru u razgradnji opasnih otpadnih materija, i razlozi zbog kojih je ovaj tehnološki postupak izabran su sledeći:

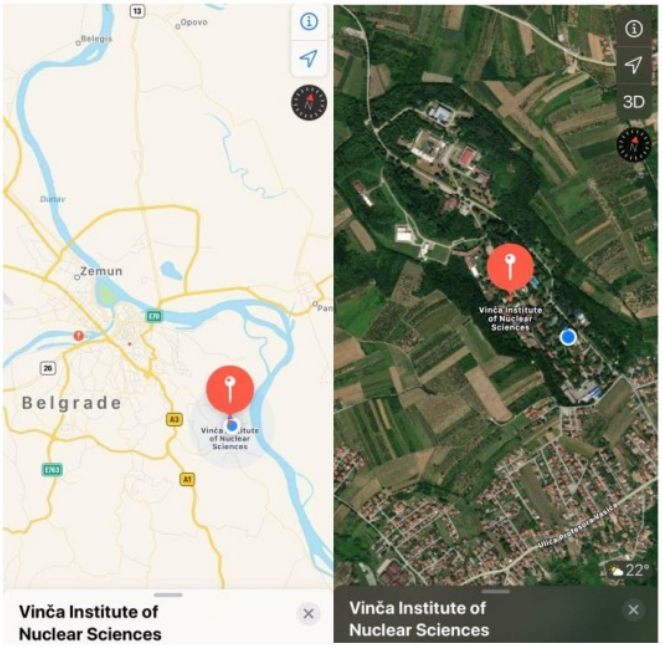
1) Hemijski sastav plazme. Plazma vodene pare se sastoji isključivo od vodonika i kiseonika; oba sastojka su aktivni reagensi koji učestvuju u reakcijama oksidacije i redukcije .
2) Nema balasta, kao što je azot u slučaju vazdušne plazme gde je procenat azota 78%.
3) Izuzetno visoke temperature. Temperatura plazme je sposobna da uništi (ili prevede iz opasnog u bezopasan oblik) bilo koji organski ili biološki materijal, bezbedno uništi najotrovnije materije, istopi i isparava vatrostalna neorganska jedinjenja i značajno smanjuje zapreminu otpada.
4) Visoka specifična entalpija. Plazma vodene pare ima entalpiju koja je za red veličine veća od azotne, kiseonične i mnogih drugih gasova i gasnih smeša, uporediva sa onom od čistog vodonika.
5) Superiorne transportne osobine pare - uniformno polje temperature i koncentracije se javlja u celom prostoru gde se odvija proces pirolize na visokim temperaturama.
6) Na proces gasifikacije parnom plazmom ne utiče sadržaj vlage u otpadu koji se tretira.
7) Nema opasnosti od eksplozije. Za razliku od vodonične plazme, plazma vodene pare nije eksplozivna.
8) Repromaterijal koji se koristi u procesu je lako dostupan. Za proces je potrebna obična voda, što čini plazmu vodene pare jeftinijim od drugih vrsta plazme.
9) Ekološke prednosti:
   a) u hemijskim reakcijama sa materijalima koji sadrže hlor, plazma vodene pare ne stvara dioksin, jednu od najopasnijih supstanci.
   b) plazma vodene pare obezbeđuje potpunu ekstrakciju ugljenika iz otpadnih materija (sa temperaturom konverzije u parnu fazu većom od 900 °C, u sistemu nema ravnotežnog ugljenika), dok čvrsti ostatak koji se proizvodi tokom procesa sagorevanja sadrži i do 30% ugljenika (zavisi od vođenja procesa).

c) gasoviti produkti gasifikacije plazmom vodene pare ne sadrže azotne okside. Visok sadržaj vodonika u reaktoru usporava reakcije nastajanja gasovitog sumpora, fosfora i slobodnog hlora, tj. onih gasova koje je teško ukloniti u jedinici za prečišćavanje gasa. S obzirom na mali sadržaj kiseonika i prisustvo metala kao što su Ca, Mg, Na, moguće je osigurati fiksiranje sumpora i fosfora u vatrostalna jedinjenja i njihovu transformaciju u kondenzovanu fazu, dok se hlor može fiksirati kao HCl i jednostavno ukloniti iz gasne faze u sistemu za prečišćavanje (absorberu).

10) Visokokvalitetni proizvod pirolize/gasifikacije plazmom vodene pare - sintetički gas (CO+H2) i čvrsti ostatak (kod razgradnje hlororganskih jedinjenja čak nema čvrstog ostatka u postupku plazma razgradnje).
11) Potrošnja energije u procesu pirolize/gasifikacije plazmom vodene pare je mnogo manja u poređenju sa kiseoničnom ili vazdušnom plazmom.
12) Plazmatroni su nezavisni izvori toplote, što omogućava konfigurisanje reaktora tako da omogući kontrolu procesa gasifikacije i prilikom promene sastava otpada u reaktoru.
13) Mogućnost smanjenja/racionalizacije potrošnje energije.
14) Kombinovana parna i gasna turbina mogu se koristiti za proizvodnju električne energije koja je potrebna za proces parne gasifikacije otpada i toplotne energije koja se može koristiti odvojeno.

5.6 Analiza lokacije

Vinča se nalazi zapadno od Beograda, približno 12 km od centra grada i blizu Dunava. Obuhvata približno 70ha. Novi objekat će dodati dopunskih 60ha oblikujući krug oko postojeće lokacije. Celokupna lokacija je ograđena, i pristup kontroliše kontrolni punkt sa ljudskom posadom na ulazu.



5.7 Plan organizacije i menadžmenta

5.7.1 Specifikacija potrebne radne snage na nivou fabričkog kompleksa

Radna snaga neophodna za planiranu preradu železonosnih sirovina u predmetnom postrojenju i ostvarivanje proizvodnog programa data je u tabeli

5.2 Tabela Normativi radne snage

Naziv	Kvalifikacija	Broj izvršilaca	
		Po smeni	Ukupno
Proizvodni proces			
Rukovodilac postrojenja	VŠS	1	1
Šef smene	VK	1	3
Pogonski radnik	KV	3	9
Administracija	SSS	2	2
	UKUPNO		**15**

5.7.2 Specifikacija osnovne tehnološke opreme sa tehničkim karakteristikama uređaja

B	Naziv opreme	Količina kom	Inst. snaga, kW
A1. Priprema otpada			
1	Mlin čekićar	1	15
2	Rotaciono sito	2	5
3	Homogenizator, mešalica	1	2
4	Lokalno otprašivanje, filter	2	3
5	Pumpe za pretakanje i mikser	1	5

1	Sistem za doziranje otpada		5
3	Plazmatroni		350
4	Sistem za naglo hlađenje gasova		5
5	Skruber	2	10

6	Adsorber		5
7	Sistem za hlađenje plazmatrona		5

A3. Pogon zastakljivanja			
1	Sistem za doziranje otpada		3
2	Tanjir za peletizaciju	1	10
3	DC lučna peć	1	270
4	Komora za dogorevanje	1	1
5	Hladnjak/Utilizator	1	-
6	Vrećasti filter	1	10
7	Lonac za transport šljake	2	-
8	Rashladna kula 20 kW	1	2
9	Sistem za fugitivne gasove	1	4

A3.1. Priprema granulata			
1	Drobilica	1	10
2	Vibraciono sito	1	5
3	Sistem za otprašivanje	1	5

Pomoćna oprema			
1	Utovarivač	1	
2	Viljuškar	1	
3	Gorionici LPG vazduh	3	
4	Kompresorska stanica	1	
5	Ručni alati	1	

Ukupno instalisana snaga	**730**

5.7.3 Organizaciona shema i odgovornosti

Tabela 5.3 Organizaciona shema

ISTRAŽIVAČKO-RAZVOJNI CENTAR INSTITUTA ZA NUKLEARNE NAUKE „VINČA"	**CENTAR ZA UNIŠTAVANJE I NEUTRALIZACIJU OTPADA**
Oblast odgovornosti	
- Razvoj tehnološkog procesa	- Prikupljanje otpada
- Optimizacija tehnološkog procesa	- Skladištenje otpada
- Tehnološke probe	- Uništavanje otpada
- Obuka tehničkog osoblja za rad u EKO-parku	- Karakterizacija (hemijska) otpada
- Nauka	- Ekologija
- Edukacija	- Edukacija
	- Celokupan biznis koncept
Kadrovski potencijal:	
- mašinsko - tehnološki eksperti	- organizacija procesa rada
- hemijsko - tehnološki eksperti	- tehnički saradnici i eksperti
- eksperti za automatizaciju procesa	- komercijalisti
- mladi naučni kadar	- magacioneri
	- hemijski tehničari
	- elektrotehničari
	- ekološki tehničari
Oprema:	
- Pilot plazma postrojenje	- Industrijsko plazma postrojenje
- Akreditovana hemijska laboratorija	- Akreditovana hemijska laboratorija
- Ekološka kontrola u skladu sa propisima	- Ekološka kontrola u skladu sa propisima

Rukovođenje obe celine će biti nezavisno, dok će njihov rad biti koordinisan telom (nadzorno-upravljačke funkcije) koje će se sastojati od rukovodilaca oba centra i predstavnika državne i lokalne uprave.

Rukovodioci su odgovorni za vremensku realizaciju plana aktivnosti koji treba definisati na samom početku potpisivanjem odgovarajućih ugovora/sporazuma/memoranduma čiji će sastavni deo biti i ovaj plan.

5.8 Finansijski plan

5.8.1 Ukupna investiciona ulaganja

Ukupna predviđena investiciona ulaganja u Sistem za plazma tretman otpada iznosi EUR 3.168 hiljada, pri čemu se 51% investicije odnosi na Plazma modul za pirolizu, 37,5% na Postrojenje za rekuperaciju toplotne i električne energije, dok ostatak od 11,5% predstavlja ulaganje u jedinicu za pripremu otpadnog materijala za plazma tretman.

Tabela 5.4 Ukupna investiciona ulaganja

EUR	
Ukupna investicija	**3.168.000**
Plazma modul za pirolizu	1.617.000
Jedinica za pripremu otpadnog materijala za plazma tretman	363.000
Postrojenje za rekuperaciju toplotne i električne energije	1.188.000

Predviđeno ulaganje u **Plazma modul za pirolizu** iznosi EUR 1.617 hiljada i obuhvata ukupan kapacitet od 3 tone na dan, pri čemu je moguće obraditi 125 kg po času. Cena po času rada iznosi EUR 9,8 hiljada, što predstavlja investiciju od EUR 1.225 hiljada. Na prethodno obračunatu vrednost investicije, potrebno je uključiti troškove servisnih usluga (32% od vrednosti investicije) u iznosu od EUR 392 hiljade.

Tabela 5.5 Plazma modul za pirolizu

EUR	Cena	kg/h	%	Ukupno
Plazma moduli za tretiranje otpada (obuhvata kapacitet od 3 tone na dan)	9.800	125		1.225.000
Troškovi servisnih usluga			*32,0%*	392.000
Ukupno				**1.617.000**

Vrednost investicije u **Postrojenje za rekuperaciju toplotne i električne energije** iznosi EUR 900 hiljada za 250 kW, pri čemu je jedinična cena EUR 3,6 hiljada za kW. Na vrednost investicije od EUR 900 hiljada, obračunati su i troškovi servisnih usluga od 32% koji iznose EUR 288 hiljada, što u krajnjem zbiru daje vrednost investiciju u Postrojenje za rekuperaciju toplotne i električne energije u iznosu od EUR 1.188 hiljada.

Tabela 5.6 Postrojenje za rekuperaciju toplotne i električne energije

EUR	Cena	kW	%	Ukupno
Uređaji za rekuperaciju toplotne i električne	3.600	250		900.000
Troškovi servisnih usluga			*32,0%*	288.000
Ukupno				**1.188.000**

Vrednost investicije za **Jedinicu za pripremu otpadnog materijala za plazma tretman** iznosi EUR 363 hiljada, pri čemu se od tog iznosa EUR 88 hiljada odnosi na troškove servisnih usluga.

Tabela 5.7 Jedinica za pripremu otpadnog materijala za plazma tretman

EUR	Cena	kg/h	%	Ukupno
Jedinica za pripremu otpadnog materijala za plazma tretman				275.000
Troškovi servisnih usluga			*32,0%*	88.000
Ukupno				**363.000**

Za potrebe redovnog funkcionisanja celokupnog Sistema za plazma tretman otpada potrebno je uzeti u obzir i troškove održavanja sistema i troškove operativnog rada postrojenja, koji iznose 3-5% od vrednosti investicije na godišnjem nivou (detaljnije objašnjeno u delu Bilans Uspeha).

Vrednost investicija je data u okvirnom iznosu, pri čemu se ista može kretati u rasponu od ±10%.

5.8.2 Izvori finansijskih sredstava

Ukupan iznos investicije iznosi EUR 3.168 hiljada, pri čemu je planirano da Institut Vinča finansira polovinu investicije u iznosu od EUR 1.584 hiljade iz sopstvenih izvora finansiranja, dok bi se ostatak investicionog ulaganja finansirao putem kreditnog zaduženje kod domaće bankarske institucije.

Tabela 5.8 Izvori finansijskih sredstava

EUR	%	Iznos
Sopstveni kapital	*50,0%*	1.584.000
Pozajmljeni kapital	*50,0%*	1.584.000

5.8.3 Plan otplate anuiteta

Investiciono ulaganje finansirano iz pozajmljenih izvora finansiranja iznosi EUR 1.584 hiljade, pri čemu su za potrebe izrade plana otplate anuiteta, odnosno otplate kreditnog zaduženja korišćene sledeće pretpostavke:

- Ukupan iznos kreditnog zaduženja iznosi EUR 1.584 hiljade;
- Period otplate kredita iznosi 15 godina, bez grejs perioda, pri čemu otplata počinje od 2021. godine;
- Kamatna stopa se plaća na godišnjem nivou i iznosi 2,87%, pri čemu je korišćena kamatna stopa na investicione kredite preko 5 godina za srednja preduzeća, za kredite indeksirane u stranoj valuti, pri čemu su korišćeni poslednje raspoloživi zvanični podaci Narodne banke Srbije iz juna meseca 2020. godine;
- Jednokratni troškovi odobravanja kredita iznose 2% od ukupnog iznos kreditnog zaduženja (EUR 31,68 hiljada), pri čemu je njihova jednokratna otplata predviđena u 2021. godini;

U narednoj tabeli prikazan je Plan otplate anuiteta.

Tabela 5.9 Plan otplate anuiteta

EUR	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Odobrenje kredita	1.584.000							
Anuitet		(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)
Otplata glavnice		(85.981)	(88.449)	(90.987)	(93.598)	(96.285)	(99.048)	(101.891)
Troškovi kamate		(45.461)	(42.993)	(40.455)	(37.843)	(35.157)	(32.394)	(29.551)
Troškovi odobravanja kredita		(31.680)						
Amortizacija duga	**1.584.000**	**1.498.019**	**1.409.570**	**1.318.583**	**1.224.985**	**1.128.700**	**1.029.652**	**927.762**

EUR	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Odobrenje kredita								
Anuitet	(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)	(131.442)
Otplata glavnice	(104.815)	(107.823)	(110.918)	(114.101)	(117.376)	(120.744)	(124.210)	(127.775)
Troškovi kamate	(26.627)	(23.619)	(20.524)	(17.341)	(14.066)	(10.697)	(7.232)	(3.667)
Troškovi odobravanja kredita								
Amortizacija duga	**822.947**	**715.123**	**604.206**	**490.105**	**372.729**	**251.984**	**127.775**	**-**

5.8.4 Utrošak materijala

Planirani kapacitet Sistema za tretman opasnog otpada termalnom plazmom iznosi 1000 tona godišnje. Neophodni inputi za plazma tretman opasnog otpada su **sirovine** i **energija**. Neophodne sirovine za funkcionisanje Sistema za plazma tretman opasnog otpada čine:

- Opasan otpad (čvrst, tečni, disperzni i gasoviti opasan otpad);
- POPs jedinjenja i jedinjenja koja sadrže fluor;
- Jedinjenja koja sadrže teške metale;
- Pepeo iz procesa insineracije ili drugih procesa;
- Natrijum hidroksid koji se koristi u absorberu.

U procesu plazma tretmana opasnog otpada kapaciteta 1000 tona godišnje, neophodna su navedeni energenti:

- Električna energija za potrebe plazma tretmana - 2 hiljade kW/t;
- Električna energija drugih potrošača - 500 kW/t;
- Komprimovani vazduh – 2,2 hiljade m^3/t;
- Voda za tretman – 1 m^3/t.

Za potrebe obračuna troškova potrošnje električne energije u procesu proizvodnje, korišćeni su javno dostupni podaci sa sajta Elektroprivrede Srbije, pri čemu je korišćen tarifnik za korisnike široke potrošnje (niža dnevna tarifa-crvena zona-upravljana potrošnja sa posebnim merenjem) električne energije u iznosu od RSD 4,4472 po kWh, odnosno EUR 0,038[62] po kWh. Za potrebe obračuna troškova vode za potrebe plazma tretmana otpada, korišćena je cena dostupna sa sajta Beogradskog vodovoda i kanalizacije[63], za kategoriju korisnika ostali potrošači, koja iznosi RSD 93,71 po m^3, odnosno EUR 0,797 po m^3[64].

Prilikom tretmana opasnog otpada termalnom plazmom mogu se javiti nusproizvodi kao što su: čvrsti ostatak, praškaste čestice i dimni gasovi.

5.8.5 Planirani obim proizvodnje i prodaje

Osnovni proizvodi generisani u Sistemu za plazma tretman opasnog otpada su:

- Električna energija sa fiksnom proizvodnjom od 2,8 hiljada kWh/t godišnje;
- Toplotna energija sa fiksnom proizvodnjom od 2,8 hiljada kWh/t godišnje;
- Metanol (CH_3OH) sa fiksnom proizvodnjom od 700 MT godišnje;

Pored prethodno navedenih proizvoda, Sistem najveći deo prihoda bi generisao uslugom tretmana opasnog otpada, pri čemu je kapacitet prerade 1000 tona otpada godišnje. Cena za uništavanje opasnih otpada na kojima se bazira razvoj sistema za plazma razgradnju (samo iz grupe najopasnijih tj. najskupljih za tretman) je od EUR 800 do EUR 3 hiljade po toni što podrazumeva isporuku na mestu spalionice/postrojenja za tretman (Austrija, Nemačka, Francuska i Portugal).

---

[62] *Srednji kurs NBS na dan 31.07.2020. godine;*

[63] https://www.bvk.rs/%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B5/

[64] *Srednji kurs NBS na dan 31.07.2020. godine*

Predviđena cena po kojoj će biti tretiran opasni otpad u Sistemu Instituta Vinča kreće se u rasponu od EUR 800 do EUR 2 hiljade po toni sa isporukom u skladište. Za potrebe izrade Finansijskog plana, kao početna cena u 2021. godini korišćena je srednja vrednost raspona u iznosu od EUR 1400 po toni, pri čemu je nakon 2021. godine cena svake godine uvećavana za stopu inflacije od 2%[65], što implicira da predviđena cena tretmana opasnog otpada za 2040. godinu iznosi EUR 2045,24 po toni.

Kapacitet tretmana opasnog otpada iznosi 1000 tona godišnje i ne menja se tokom projektovanog perioda. Period projekcija je sačinjen za period od 2021-2040. godine, imajući u vidu da je period od 20 godina procenjen kao korisni vek trajanja čitavog postrojenja, pod uslovom redovnog održavanja postrojenja.

U pogledu proizvodnje Električne energije, kapacitet proizvodnje iznosi 2,8 hiljada kWh/t godišnje i neće se menjati tokom period projekcije. Za potrebe obračuna prihoda po osnovu prodaje električne energije eksternim korisnicima korišćena je cena dostupna na sajtu Elektroprivrede Srbije za široku potrošnju (viša dnevna tarifa-zelena zona) u iznosu od RSD 5,962 po kWh, odnosno EUR 0,0507 po kWh[66]. U projektovanom periodu, odnosno nakon 2021. godine, cena pomenute električne energije korigovana je za stopu inflacije od 2%[67], pri čemu cena električne energije u 2040. godini iznosi EUR 0,0741 po kWh.

U pogledu proizvodnje Toplotne energije, kapacitet proizvodnje iznosi 2,8 hiljada kWh/t godišnje i neće se menjati tokom period projekcije. Za potrebe obračuna prihoda po osnovu prodaje toplotne energije korisnicima korišćena je

---

[65] Stopa inflacije u budućem periodu je određena kao prosek stope inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016-2019. godine.

[66] Srednji kurs NBS na dan 31.07.2020. godine;

[67] Stopa inflacije u budućem periodu je određena kao prosek stope inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016-2019. godine;

cena dostupna na sajtu Novosadskih toplana[68] za utrošenu energiju grejanja poslovnog prostora u iznosu od RSD 5,23 po kWh, odnosno EUR 0,0445 po kWh[69]. U projektovanom periodu, odnosno nakon 2021. godine, cena pomenute toplotne energije korigovana je za stopu inflacije od 2%[70], pri čemu cena toplotne energije u 2040. godini iznosi EUR 0,0650 po kWh.

Za potrebe obračuna prihoda po osnovu prodaje Metanola, korišćena je pretpostavka da se tretmanom opasnog otpada kapaciteta 1000 tona godišnje, može generisati 700 MT Metanola godišnje i da se navedeni kapacitet neće menjati tokom perioda projekcije. Cena Metanola preuzeta je sa internet portala[71] i iznosi EUR 235 po MT. U projektovanom periodu, odnosno nakon 2021. godine, cena Metanola korigovana je za stopu inflacije od 2%[72], pri čemu cena Metanola u 2040. godini iznosi EUR 343,31 po MT.

5.8.6 Obračun amortizacije

Imajući u vidu da je period od 20 godina procenjen kao korisni vek trajanja čitavog postrojenja, pod uslovom redovnog održavanja postrojenja, obračun amortizacije sa celokupno postrojenje iz tačke 10.1. u vrednosti od EUR 3.168 hiljada amortizovano je korišćenjem metode vremenske (proporcionalne) amortizacije, odnosno primenom amortizacione stope od 5%.

Tabela 5.10 Obračun amortizacije u projektovanom periodu

EUR	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Amortizacija	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400
Kumulativna amortizacija	158.400	316.800	475.200	633.600	792.000	950.400	1.108.800	1.267.200	1.425.600	1.584.000

EUR	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Amortizacija	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400	158.400
Kumulativna amortizacija	1.742.400	1.900.800	2.059.200	2.217.600	2.376.000	2.534.400	2.692.800	2.851.200	3.009.600	3.168.000

[68] http://nstoplana.rs/korisnici/cena-toplotne-energije/

[69] *Srednji kurs NBS na dan 31.07.2020. godine;*

[70] *Stopa inflacije u budućem periodu je određena kao prosek stope inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016-2019. godine;*

[71] https://www.methanex.com/our-business/pricing

[72] *Stopa inflacije u budućem periodu je određena kao prosek stope inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016-2019. godine;*

5.8.7 Bilans uspeha

Bilans uspeha predstavlja jedan od osnovnih finansijskih izveštaja, koji odslikava kratkoročnu uspešnost poslovanja preduzeća (uspešnost na godišnjem nivou). Njegova suština je relativno jednostavna i svodi se na zbirno prikazivanje svih prihoda i svih rashoda, tj. utvrđivanju njihovog salda: dobiti (profita) ili gubitka - kao sintetičkog pokazatelja uspešnosti poslovanja preduzeća.

Za potrebe izrade Bilansa uspeha korišćene su sledeće pretpostavke:

- Period projekcije je sačinjen za period od 20 godine (od 2021-2040. godine), u skladu sa korisnim vekom trajanja celokupnog Sistema za plazma tretman opasnog otpada;
- Korišćeni srednji devizni kurs iznosi RSD/EUR 117,5886 na dan 31.07.2020. godine, na dan izrade Finansijske analize;
- Indeksiranje određenih pozicija stopom inflacije, vršeno je u skladu sa prosečnom stopom inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016 do 2019. godine, koja iznosi 2%;
- Troškovi amortizacije su obračunati u skladu sa metodom vremenske (proporcionalne) amortizacije, pri čemu stopa amortizacije iznosi 5% godišnje;
- Cena i obim proizvodnje Električne energije, Toplotne energije, Metanola i tretman opasnog otpada bliže su dati u odeljku 10.5.;
- Troškovi zaposlenih su obračunati za 15 zaposlenih lica, pri čemu je njihova struktura sledeća: 1 rukovodilac (visoka stručna sprema), 3 šefa smene (visokokvalifikovani radnici), 9 pogonskih radnika (kvalifikovani radnici) i 2 radnika u administraciji (srednja stručna sprema). U narednoj tabeli prikazana je predložena struktura zaposlenih sa predlogom njihovih mesečnih bruto zarada, kao i mesečni trošak zaposlenih. U periodu projekcije troškovi bruto zarada indeksirani su za kretanje stope inflacije.

Tabela 5.11 Troškovi zaposlenih u 2021. godini

EUR	Broj zaposlenih	Mesečna bruto zarada	Ukupan mesečni trošak zaposlenih
Rukovodilac postrojenja	*1*	1.400	1.400
Šef smene	*3*	1.000	3.000
Pogonski radnik	*9*	700	6.300
Administracija	*2*	800	1.600
Ukupno	**15**		**12.300**

- Troškovi potrošnje električne energije u procesu proizvodnje detaljno su opisani u odeljku 10.4.;
- Obračunati su troškovi održavanja sistema i troškovi operativnog rada sistema, pri čemu se isti kreću na godišnjem nivou između 3% i 5% od iznosa ulaganja (EUR 3.168 hiljada). Za potrebe finansijske analize korišćenja je srednja vrednost od 4% od iznosa ukupnih ulaganja;
- Za potrebe funkcionisanja celokupnog Sistema, odnosno funkcionisanja celog poslovnog subjekta, potrebno je obračunati troškove rentiranja poslovnog prostora i troškove održavanja istog. Troškovi rentiranja poslovnog prostora preuzeti sa internet portala, koji se bavi prodajom i izdavanjem nekretnina [73], pri čemu prosečna cena izdavanja poslovnog prostora iznosi EUR 11,5 za m^2. Troškovi održavanja poslovnog prostora preuzeti su sa internet portala preduzeća Singmont [74], pri čemu cena održavanja poslovnog prostora iznosi RSD 70 po m^2, odnosno EUR 0,595. Ukupno troškovi rentiranja i održavanja obračunati su pod pretpostavkom da veličina poslovnog prostora iznosi 900 m^2, odnosno da će cena održavanja i rentiranja rasti u skladu sa stopom inflacije.
- Obračunati su i administrativni troškovi u iznosu od EUR 6 hiljada godišnje, pri čemu su indeksirani za stopu inflacije u projektovanom periodu;
- Troškovi skladištenja obračunati su kao 1% od prihoda od tretmana opasnog otpada;

[73] https://www.halooglasi.com/clanci/nekretnine/poslovni-prostor/cene-poslovnog-prostora-u-beogradu-od-5-do-30/562875
[74] https://singmont.com/cenovnik/

- Porez na dobit pravnih lica u Republici Srbiji iznosi 15%;
- U prvoj godini poslovanja (2021. godini), uključeni su i troškovi izrade tehničke dokumentacije u iznosu od EUR 35 hiljada.

U narednoj tabeli dat je Bilans uspeha u periodu projekcije.

Tabela 5.12 Bilans Uspeha u Periodu projekcije (od 2021 do 2040.)

EBITDA = Dobitak pre kamate, amortizacije i poreza
EBIT = Dobitak pre kamate i poreza
EBT=Dobitak pre poreza

000 EUR	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	19y CAGR*
Prihodi od električne energije	142	145	148	151	154	157	160	163	167	170	173	177	180	184	188	191	195	199	203	207	2,0%
Prihodi od toplotne energije	125	127	130	132	135	138	140	143	146	149	152	155	158	161	165	168	171	175	178	182	2,0%
Prihodi od metanola	165	168	171	175	178	182	185	189	193	197	201	205	209	213	218	222	226	231	236	240	2,0%
Prihodi od prerade otpada	1.400	1.428	1.457	1.486	1.516	1.547	1.578	1.610	1.642	1.675	1.709	1.744	1.779	1.815	1.851	1.888	1.926	1.965	2.005	2.045	2,0%
Prihodi od prodaje	1.831	1.868	1.906	1.944	1.983	2.023	2.064	2.105	2.148	2.191	2.235	2.280	2.326	2.373	2.421	2.470	2.519	2.570	2.622	2.675	2,0%
Ukupni prihodi	**1.831**	**1.868**	**1.906**	**1.944**	**1.983**	**2.023**	**2.064**	**2.105**	**2.148**	**2.191**	**2.235**	**2.280**	**2.326**	**2.373**	**2.421**	**2.470**	**2.519**	**2.570**	**2.622**	**2.675**	2,0%
Troškovi skladištenja i transporta	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	19	19	19	20	20	20	2,0%
Troškovi zarada	148	151	154	157	160	163	166	170	173	177	180	184	188	191	195	199	203	207	211	216	2,0%
Administrativni troškovi	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	2,0%
Troškovi električne energije	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	-
Troškovi vode	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Cena koštanja održavanja i sistema	127	129	132	135	137	140	143	146	149	152	155	158	161	164	168	171	174	178	181	185	2,0%
Cena koštanja operativnog rada	127	129	132	135	137	140	143	146	149	152	155	158	161	164	168	171	174	178	181	185	2,0%
Troškovi rentiranje/održavanja prostora	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	16	16	2,0%
Ukupni operativni troškovi	**527**	**536**	**545**	**554**	**563**	**573**	**582**	**592**	**602**	**612**	**623**	**633**	**644**	**655**	**666**	**678**	**690**	**702**	**714**	**726**	1,7%
EBITDA	1.304	1.332	1.361	1.390	1.420	1.450	1.482	1.513	1.546	1.579	1.613	1.647	1.682	1.718	1.755	1.792	1.830	1.869	1.908	1.949	2,1%
Troškovi amortizacije	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	-
EBIT	1.145	1.174	1.202	1.232	1.262	1.292	1.323	1.355	1.387	1.420	1.454	1.489	1.524	1.560	1.596	1.633	1.671	1.710	1.750	1.790	2,4%
Finansijski prihodi																					/n0
Finansijski rashodi	45	43	40	38	35	32	30	27	24	21	17	14	11	7	4	0	0	0	0	0	/n0
Ostali prihodi																					/n0
Ostali rashodi	35																				/n0
EBT	1.065	1.131	1.162	1.194	1.226	1.260	1.294	1.328	1.364	1.400	1.437	1.475	1.513	1.552	1.592	1.633	1.671	1.710	1.750	1.790	2,8%
Porez na dobit	160	170	174	179	184	189	194	199	205	210	216	221	227	233	239	245	251	257	262	269	2,8%
Neto dobit	905	961	988	1.015	1.042	1.071	1.100	1.129	1.159	1.190	1.221	1.253	1.286	1.319	1.354	1.388	1.421	1.464	1.487	1.522	2,8%
EBITDA marža	71,2%	71,3%	71,4%	71,5%	71,6%	71,7%	71,8%	71,9%	72,0%	72,1%	72,1%	72,2%	72,3%	72,4%	72,5%	72,5%	72,6%	72,7%	72,8%	72,8%	
EBIT marža	62,6%	62,8%	63,1%	63,4%	63,6%	63,9%	64,1%	64,4%	64,6%	64,8%	65,1%	65,3%	65,5%	65,7%	65,9%	66,1%	66,3%	66,5%	66,7%	66,9%	
Neto marža	49,4%	51,4%	51,8%	52,2%	52,6%	52,9%	53,3%	53,6%	54,0%	54,3%	54,6%	55,0%	55,3%	55,6%	55,9%	56,2%	56,4%	56,6%	56,7%	56,9%	

5.8.8 Početni Bilans stanja

Bilans stanja je finansijski izveštaj o stanju imovine preduzeća na određeni dan. Za potrebe finansijskog plana sačinjen je početni Bilans stanja. Na aktivnoj strani bilansa, stalna imovina iznosi EUR 3.168 hiljade, pri čemu se celokupan iznos odnosi na izvršena kapitalna ulaganja u sistema za plazma tretman otpada. Imajući u vidu da će se ulaganja finansirati 50% iz sopstvenih izvora, sopstveni kapital iznosi EUR 1.584 hiljada, dok preostali iznos čine dugoročne finansijske obaveze (kredit podignut kod bankarske institucije).

U narednoj tabeli prikazan je Pro-forma početni Bilans stanja.

Tabela 5.13 Pro-forma početni Bilans stanja

000 EUR	
Nematerijalna imovina	-
Nekretnine, postrojenja i oprema	**3.168**
Plazma modul za pirolizu	1.617
Jedinica za pripremu otpadnog materijala za plazma tretman	363
Postrojenje za rekuperaciju toplotne i električne energije	1.188
Stalna imovina	**3.168**
Zalihe	-
Potraživanja	-
Gotovina i gotovinski ekvivalenti	-
Plaćeni avansi	-
Obrtna imovina	-
Ukupna aktiva	**3.168**
Sopstevni kapital	1.584
Ukupan kapital	**1.584**
Dugoročne finansijske obaveze	1.584
Obaveze iz poslovanja	
Ostale kratkoročne obaveze	-
Ukupna pasiva	**3.168**

5.8.9 Novčani tokovi

Na osnovu urađenog u prethodnim tačkama: definisane visine ulaganja, izvora finansiranja, troškova poslovanja i konačno, ukupnog prihoda – pripremaju se projekcije novčanih tokova – ekonomski tok i finansijski tok.

5.8.10 Finansijski tok

Da bi se mogla izvesti ocena likvidnosti projekta u toku njegove realizacije i eksploatacije radi se finansijski tok. Finansijski tok je specifičan novčani tok čija je svrha da pokaže stepen likvidnosti preduzeća. Kao što bilans uspeha zbirno prikazuje sve prihode i sve rashode, finansijski tok zbirno prikazuje sve prilive i sve odlive novca. U tom smislu finansijski tok je pravi “cash flow”, tj. predstavlja tok novca u užem smislu. Nekoliko je važnih razlika između finansijskog toka i bilansa uspeha:

Izvori finansiranja i investiciona ulaganja – na strani priliva, kod finansijskog toka se pored ukupnog prihoda nalaze i izvori finansiranja; u isto vreme na strani odlivi nalaze se ukupna investiciona ulaganja. Bilans uspeha ne sadrži ove stavke.

Ostatak vrednosti - Na strani priliva, finansijski tok sadrži i stavku ostatka vrednosti i to na kraju životnog veka projekta. Za potrebe ove analize, ostatak vrednosti na kraju projektovanog perioda iznosi nula.

Amortizacija – kako predstavlja materijalni trošak, a ne i tekući odliv, amortizaciju se pojavljuje u bilansu uspeha, ali ne i u finansijskom toku.

Finansijski troškovi - u bilansu uspeha na strani odliva se unosi kamata jer je ona “trošak” ili “cena” koja se plaća za pozajmljena sredstva. U finansijskom toku na strani odliva unosi se i kamata i otplata glavnice (jer predstavljaju odliv gotovine).

Tabela 5.14 Finansijski tok

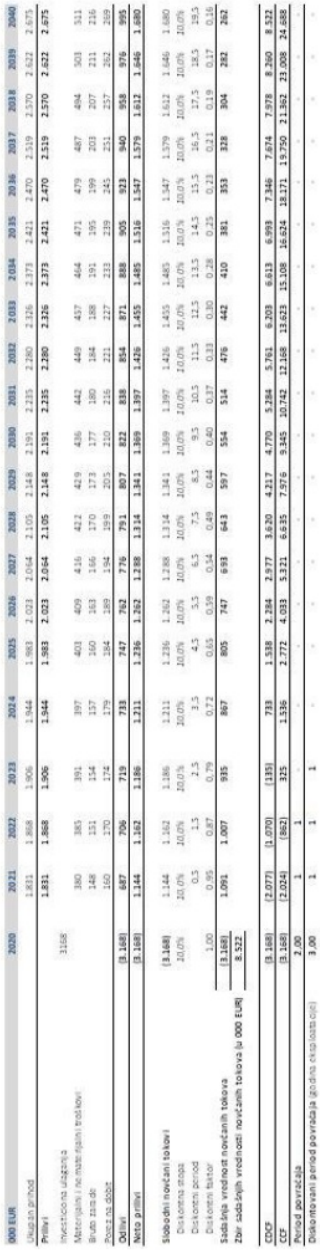
000 EUR	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Neto dobitak		905	961	988	1.015	1.042	1.071	1.100	1.129	1.159	1.190	1.221	1.253	1.286	1.319	1.354	1.388	1.421	1.454	1.487	1.522
Troškovi amortizacije		158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
Novčani tokovi iz poslovanja	-	1.064	1.119	1.146	1.173	1.201	1.229	1.258	1.288	1.318	1.348	1.380	1.412	1.444	1.478	1.512	1.547	1.579	1.612	1.646	1.680
Investicije u opremu i ostala sredstva	- 3.168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novčani tokovi iz investicione aktivnosti	(3.168)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otplata kreditnog zaduženja		(118)	(88)	(91)	(94)	(96)	(99)	(102)	(105)	(108)	(111)	(114)	(117)	(121)	(124)	(128)	-	-	-	-	-
Novo zaduženje	1.584																				
Novčani tokovi iz aktivnosti finansiranja	1.584	(118)	(88)	(91)	(94)	(96)	(99)	(102)	(105)	(108)	(111)	(114)	(117)	(121)	(124)	(128)	-	-	-	-	-
Neto povećanje (smanjenje) novčanih tokova	(1.584)	946	1.031	1.055	1.080	1.105	1.130	1.156	1.183	1.210	1.237	1.266	1.294	1.324	1.354	1.384	1.547	1.579	1.612	1.646	1.680
Početni iznos gotovine	1.584	-	946	1.977	3.032	4.111	5.216	6.346	7.502	8.685	9.895	11.132	12.398	13.692	15.016	16.370	17.754	19.300	20.880	22.492	24.137
Kranji iznos gotovine	-	946	1.977	3.032	4.111	5.216	6.346	7.502	8.685	9.895	11.132	12.398	13.692	15.016	16.370	17.754	19.300	20.880	22.492	24.137	25.817

5.8.11 Ekonomski tok

Ekonomski tok je novčani tok projektovan tako da omogući ocenu rentabilnosti (profitabilnosti) projekta, ali posmatrano u njegovom celokupnom životnom veku. Ekonomski tok u svojim prilivima uključuje ukupan prihod, a ne uključuje izvore finansiranja. Oni su izostavljeni jer je u obračunu rentabiliteta upravo potrebno pokazati u kojoj meri i u kom periodu projekat sam po sebi može da otplati ulaganja. S druge strane, u odlivima su prisutna ukupna investiciona ulaganja. Iz ovog razloga u okviru poslovnih rashoda nije uključena amortizacija – ukoliko bi se to učinilo, “trošak” koji se odnosi na osnovna sredstva bi, kao što je rečeno, bio dvostruko obračunat.

U narednoj tabeli prikazani su ekonomski tokovi u projektovanom periodu, bez uključivanja troškova amortizacije, kamata i otplate glavnice duga.

Tabela 5.15 0Ekonomski tok sa obračunom statičkih i dinamičkih pokazatelja



000 EUR	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Ukupan prihod		1.831	1.868	1.906	1.944	1.983	2.023	2.064	2.105	2.148	2.191	2.235	2.280	2.326	2.373	2.421	2.470	2.519	2.570	2.622	2.675
Prilivi		1.831	1.868	1.906	1.944	1.983	2.023	2.064	2.105	2.148	2.191	2.235	2.280	2.326	2.373	2.421	2.470	2.519	2.570	2.622	2.675
Investiciona ulaganja	3168																				
Materijalni i nematerijalni troškovi		380	385	391	397	403	409	416	422	429	436	442	449	457	464	471	479	487	494	503	511
Bruto zarade		148	151	154	157	160	163	166	170	173	177	180	184	188	191	195	199	203	207	211	216
Poreska davanja		160	170	174	179	184	189	194	199	205	210	216	221	227	233	239	245	251	257	262	268
Odlivi	(3.168)	687	706	719	733	747	762	776	791	807	822	838	854	871	888	905	923	940	958	976	995
Neto priliv	(3.168)	1.144	1.162	1.186	1.211	1.236	1.262	1.288	1.314	1.341	1.369	1.397	1.426	1.455	1.485	1.516	1.547	1.579	1.612	1.646	1.680
Slobodni novčani tokovi	**(3.168)**	1.144	1.162	1.186	1.211	1.236	1.262	1.288	1.314	1.341	1.369	1.397	1.426	1.455	1.485	1.516	1.547	1.579	1.612	1.646	1.680
Diskontna stopa	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
Diskontni period		0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Diskontni faktor	1,00	0,95	0,87	0,79	0,72	0,65	0,59	0,54	0,49	0,44	0,40	0,37	0,33	0,30	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16
Sadašnja vrednost novčanih tokova	**(3.168)**	**1.091**	**1.007**	**935**	**867**	**805**	**747**	**693**	**643**	**597**	**554**	**514**	**476**	**442**	**410**	**381**	**353**	**328**	**304**	**282**	**262**
Zbir sadašnjih vrednosti novčanih tokova (u 000 EUR)	**8.522**																				

CDCF	(3.168)	(2.077)	(1.070)	(135)	733	1.538	2.284	2.977	3.620	4.217	4.770	5.284	5.761	6.203	6.613	6.993	7.346	7.674	7.978	8.260	8.522
CCF	(3.168)	(2.034)	(862)	325	1.536	2.772	4.033	5.321	6.635	7.976	9.345	10.742	12.168	13.623	15.108	16.624	18.171	19.750	21.362	23.008	24.688
Period povraćaja	2,00	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diskontovani period povraćaja (godina kroz kojih dolazi)	3,00	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IRR	38%																				
PVI	3.168																				
PI	3,69																				

CDCF = Cumulative Discounted Cash Flow = Kumulativna vrednost diskontovanih novčanih tokova
CCF=Cumulative Cash Flow = Kumulativna vrednost novčanih tokova
PVI=Present Value Invested=Sadašnja vrednost ulaganja
PI=Profitability index= Indeks Rentabilnosti

5.8.12 Finansijska ocena projekta

Pokazatelji finansijske ocene projekta mogu biti statički i dinamički. Podela je izvršena u zavisnosti od toga da li pokazatelji uvažavaju vremensku dimenziju novca. Vremenska vrednost novca uslovljena je propuštenim prinosom (oportunitetni trošak) koji bi se mogao ostvariti ulaganjem raspoloživog novca u najbolju mogućnost u koju je mogao biti uložen kapital da nije uložen u izabrani projekat.

5.8.13 Statička ocena projekta

Statički pokazatelji efikasnosti projekta zanemaruju vremensku vrednost novca, pri čemu najznačajniji pokazatelj iz ove grupe jeste **Period povraćaja**.

Za potrebe ove finansijske analize detaljan obračun Period povraćaja prikazan je u tabeli 12, pri čemu Period povraćaja iznosi **2 godine**, što implicira da se nakon 2 godine izjednačava vrednost neto priliva sa visinom ukupnih ulaganja, bez uzimanja u obzir vremenske vrednosti novca (Diskontovani period povraćaja uzima u obzir vremensku vrednost novca, što je i prikazano u nastavku).

5.8.14 Dinamička ocena projekta

Dinamički pokazatelji projekta uvažavaju koncept vremenske vrednosti novca i tu spadaju:

- Neto sadašnja vrednost;
- Indeks rentabilnosti;
- IRR - interna stopa rentabilnosti;
- Diskontovani period povraćaja.

Za razliku od statičke ocene, čiji pokazatelji daju presek po zadatim dimenzijama na određeni dan i korisno služe za upoređivanje sa drugim projektima u istoj grani, pokazatelji dinamičke ocene projekta imaju karakter

celovitosti i sveobuhvatnosti svih vrednosti iz projekta, sa jedne strane, naspram uloženih sredstava, sa druge strane. Dinamičke metode ocene projekta pripadaju savremenoj ekonometrijskoj investicionoj analizi i kao takve u vrednovanju imaju karakter eliminacionih kriterijuma.

Neto sadašnja vrednost (NSV) pokazuje sposobnost projekta da vrati sredstva uložena u njega: kada je predznak pozitivan onda odgovarajući iznos pokazuje za koliko projekat vraća sredstva više od uloženog. Kada je negativan, koliki je faktički gubitak. Zbog ovoga NSV se smatra ključnim – eliminacionim kriterijumom za ocenu projekta: Ukoliko projekat ima pozitivnu neto sadašnju vrednost može se smatrati kvalifikovanim za realizaciju; ako, međutim, ona ima negativni predznak, onda se projekat smatra neprihvatljivim.

Neto sadašnja vrednost u tehničkom smislu predstavlja sumu diskontovanog neto novčanog toka. Diskontovani novčani tok, unosi u ocenu dinamički aspekt posmatranja time što u analizu uključuje faktor vremena i pri tome uvažava činjenicu da vreme ima svoju finansijsku dimenziju. To čini na taj način što na nejednak način tretira vrednost novca u različitim periodima. Konkretno u ovom slučaju: vrednost novčanog priliva u npr. prvoj godini vrednuje kao veću, u odnosu na vrednost novčanog priliva u bilo kojoj sledećoj godini. Razlika njihove vrednosti je određena diskontnim faktorima za koji se prilivi iz sledećih godina koriguju.

Za potrebe ove analize, novčani tokovi su diskontovani na sadašnju vrednosti korišćenjem Prosečne ponderisane cene kapitala (PPCK)[75], koja predstavlja simbiozu cene sopstvenog kapitala i cene pozajmljenog kapitala. Cena sopstvenog kapitala je utvrđena na osnovu CAPM modela (Capital Asset Pricing Modela), pri čemu isti predstavlja najrelevantniji model u finansijskoj literaturu. CAPM modelom utvrđuje se cena sopstvenog kapitala na način da se na bezrizičnu stopu ulaganja, dodaju premija za tržišni rizik (prethodno

[75] *WACC = Weighted average cost of capital;*

korigovana za beta koeficijent, koji predstavlja pokazatelj volatilnosti akcija u datoj industriji) i premija za rizik zemlje.

Cena sopstvenog kapitala=Bezrizična stopa+beta*Premija za tržišni rizik+Rizik zemlje

Cena pozajmljenog kapitala se utvrđuje na osnovu relevantne kamatne stope na finansijskom tržištu.

PPCK=Cena pozajmljenog kapitala nakon poreza*(Dug/Ukupan kapital)+Cena sopstvenog kapitala*(Sopstveni Kapital/Ukupan Kapital)

Za potrebe obračuna dinamičkih pokazatelja korišćena diskontna stopa od **10%**. U narednoj tabeli prikazan je obračun diskontne stope.

Tabela 5.16 Obračun diskontne stope

Beta koeficijent	**2,2**
Neleverovatni beta koeficijent	1,17
D/E - Sopstveni Kapital/Dug	1,00
Stopa poreza na dobit	15%
Cena kapitala	***16,9%***
Stopa ulaganja bez rizika	0,0%
Premija za rizik zemlje	5,3%
Beta koeficijent	2,16
Premija za tržišni rizik	5,4%
Cena duga	***2,4%***
Kamatna stopa	*2,9%*
Stopa poreza na dobit	15%
Željena struktura kapitala	
Sopstveni kapital	50,0%
Dug	50,0%
Diskontna stopa	***10,0%***

Osnovne pretpostavke obračuna diskontne stope su:

- Beta koeficijent je obračunat na osnovu neleverovane bete i D/E racija (Dug/Sopstveni kapital) za industriju Chemical diversified, pri čemu su preuzeta poslednji raspoloživi podaci za neleverovanu betu sa sajta

profesora Damodarana, najpoznatijeg stručnjaka iz oblasti Korporativnih finansija. Beta koeficijent iznosi **2,2**;

- D/E racio iznosi 1, jer je pretpostavka da se projekat finansira 50% iz pozajmljenog kapitala, a 50% iz sopstvenih izvora;
- Stopa poreza na dobit u Republici Srbiji iznosi 15%;
- Premija za rizik zemlje (Republike Srbije) preuzeta je sa sajta profesora Damodarana, i iznosi 5,3% za Republiku Srbiju;
- Premija za tržišni rizik, preuzeta je sajta profesora Damodarana i iznosi 5,4%;
- Kamatna stopa, kao cena pozajmljenog kapitala iznosi 2,87% i preuzeta je sa sajta Narodne banke Srbije, kao kamatna stopa na investicione kredite preko 5 godina za srednja preduzeća iz jula 2020. godine;
- Diskontna stopa je nominalnog karaktera (uključen efekat inflacije), imajući u vidu i da su novčani tokovi indeksirani stopom inflacije.

Diskontovanje novčanih tokova utvrđena je Neto sadašnja vrednost projekta u iznosu od EUR 8.522 hiljade.

6

Interna stopa rentabilnosti (IRR) – izjednačava pozitivne i negativne efekte svedene na sadašnju vrednost. Drugačije rečeno, to je ona stopa pod kojom bi se mogla zadužiti i plasirati sredstva koja angažuje projekat, a da rezultat bude neutralan u ukupnom veku projekta.

Interna stopa rentabilnosti za ovaj projekat iznosi 38%.

18

Indeks rentabilnosti IR pokazuje koliki procenat od investicionog ulaganja u razmatrani projekat bi mogao da se uloži u finansiranje drugog projekta korišćenjem sredstava ostvarenim na kraju veka trajanja projekta.

18

Indeks rentabilnosti predstavlja odnos neto sadašnje vrednosti projekta i sadašnje vrednosti ulaganja u projekat.

Indeks rentabilnosti projekta je visok i iznosi 3,69.

18

Diskontovani period povraćaja pokazuje vreme neophodno da sadašnja vrednost neto priliva iz ekonomskog toka nadoknadi sadašnju vrednost investicionog ulaganja.

Diskontovani period povraćaja projekta iznosi 3. godine.

Tabela 5.17 Sumarni pregled pokazatelja rentabilnosti

Pokazatelji rentabilnosti	
Metod neto sadašnje vrednosti (u 000 EUR)	8.522
Indeks rentabilnosti	3,69
Metod interne stope rentabilnosti (%)	38%
	Godina
Diskontovani period povrata finansijskih ulaganja	3,00
Period povraćaja	2,00

5.8.15 Analiza senzitivnosti

Analiza senzitivnosti pokazuje na koji način se menjaju vrednosti određenih parametara u odnosu na promenu drugih. Za potrebe analize, izvršena je analiza senzitivnosti za Neto sadašnju vrednosti i Indeks rentabilnosti u zavisnosti od promene diskontne stope.

U narednoj tabeli su prikazane vrednosti Neto sadašnje vrednosti i Indeksa Rentabilnosti u zavisnosti od visine diskontne stope.

Analiza senzitivnosti Neto sadašnje vrednosti				
9,00%	9,500%	10%	10,500%	11,00%
9.378	8.938	**8.522**	8.130	7.759
Analiza senzitivnosti Indeksa profitabilnosti				
9,00%	9,500%	10%	10,500%	11,00%
3,96	3,82	**3,69**	3,57	3,45

5.8.16 Društvena ocena projekta

Sa finansijskog aspekta, pre svega posmatrajući statičke i dinamičke pokazatelje performansi projekta, može se konstatovati da Projekat odbacuje

visoke stope prinosa, visok indeks rentabilnosti i neto sadašnju vrednosti, što implicira na visoku profitabilnost izgradnje Sistema za plazma tretman opasnog otpada. Pored toga, Diskontovani period povraćaja, koji iznosi svega 3 godine, pokazuje da se uložena sredstva vraćaju posle svega tri godine, dok će se u preostalom periodu rada postrojenja (17. godina) ostvaruje čista dobit u poslovanju.

Takođe, niti jednog trenutka finansijska pozicija projekta nije ugrožena, imajući u vidu visoko pokriće rashoda kamata EBITDA-om (Dobitkom pre oporezivanja, kamata i amortizacije), kao i visoko pokriće finansijskih obaveza (kamata i glavnica) EBITDA-om, što se može videti i u prilogu 1.

Projekat ima veoma visoku vrednost, ne samo posmatrajući široki uticaj koji ostvaruje na zaštitu životne sredine i visoke vrednosti povraćaja uloženih sredstava, već i sa aspekta zapošljavanja novih ljudi. U slučaju realizacije projekta, biće angažovano 15 novih zaposlenih, pri čemu na plate, poreze i doprinose je predviđen rashod koji se kreće od EUR 147 hiljada u 2021. godini do EUR 215 hiljada u 2040. godini, pri čemu kumulativni rashod za troškove zaposlenih u periodu projekcije iznosi EUR 3,6 miliona. Na taj način, povećava se zaposlenost, povećavaju se budžetski prihodi države po osnovu poreza, doprinosa i ostalih dažbina, pri čemu ne treba zanemariti ni indirektni efekat uvećavanja vrednost ljudskog kapitala, kroz učenje, rad i sticanja novih veština. Dodatno, u Sistemu za plazma tretman opasnog otpada biće angažovani i zaposleni sa visokim kvalifikacijama, kao i naučni radnici, čime se podiže kompetitivnost domaće privrede sa aspekta ljudskog kapitala.

Pored pomenutih direktnih efekata, realizacija projekta svakako će uticati i na dalje zapošljavanje i razvoj drugih poslovnih ideja, imajući u vidu da je predviđena saradnja i sa ostalim stejkholderima, koji će prilagoditi svoj način poslovanja (skladištenje otpada, tretman otpada, prevoz otpada) novonastalim okolnostima.

Takođe, realizacija projekta ne podrazumeva korišćenje poreskih olakšica, oslobađanje od carina, poreza, akciza, čime se ne stavlja teret na budžet države.

Ostali pokazatelji poslovanja

U narednim tabelama prikazani su ostali pokazatelji rentabilnosti projekta i finansijske održivosti.

Tabela 5.18 Formule ostalih pokazatelja

Rentabilnost rada	=	neto dobit	/	broj radnika
Investicije prema broju radnika	=	ukupne investicije	/	broj radnika
Debt service coverage ratio	=	EBITDA	/	ukupne finansijske obaveze
Ekonomičnost	=	Ukupni prihodi	/	ukupni rashodi
Reproduktivna sposobnost	=	amortizacija+neto dobit	/	ukupna aktiva
Dugoročna zaduženost	=	krediti	/	ukupna aktiva
Pokriće kamate EBITDA-om	=	EBITDA	/	kamata

Ostali pokazatelji	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Rentabilnost rada (u 000 EUR)	60,3	64,1	65,8	67,6	69,5	71,4	73,3	75,3	77,3	79,3	81,4	83,6	85,7	88,0	90,2	92,6	94,7	96,9	99,2	101,4
Investicije prema broju radnika (u 000 EUR)	211																			
Debt service coverage ratio	8,0	10,1	10,4	10,6	10,8	11,0	11,3	11,5	11,8	12,0	12,3	12,5	12,8	13,1	13,3					
Ekonomičnost	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7
Reproduktivna sposobnost	*33,6%*																			
Dugoročna zaduženost	*50,0%*																			
Pokriće kamate EBITDA-om	28,7	31,0	33,6	36,7	40,4	44,8	50,1	56,8	65,4	76,9	93,0	117,1	157,3	237,6	478,4					

6. ZAKLJUČAK

Neadekvatno upravljanje otpadom dovodi do zagađenog zemljišta, zagađenih površinskih i podzemnih voda, i posledično do negativnog uticaja na respiratorni, kardiovaskularni, nervni, reproduktivni sistem i zdravlje dece. Svrha ovog projekta je da bar delimično reši ove probleme, a njegov cilj je da unapredi kvalitet života stanovnika Republike Srbije.

Na teritoriji Republike Srbije trenutno ne postoje kapaciteti za tretman opasnog industrijskog otpada širokog spektra, kao ni ovlašćeni objekti za termički niti za fizičko-hemijski tretman opasnog otpada. Postoje jedino ograničeni kapaciteti za odlaganje opasnog otpada na deponijama. Takođe, u Srbiji ne postoji centralno skladište opasnog otpada. Zbog nedostatka alternativa, dešava se da proizvođači opasni otpad čuvaju na svojim lokacijama i po dvadeset godina.

Marketing strategija podrazumeva odabir ciljnog tržišta i razvoj efektivnog marketing miksa. Marketing miks je odgovarajuća kombinacija instrumenata marketinga koja je neophodna za postizanje željene reakcije ciljnog tržišta u odnosu na postavljene marketinške ciljeve i podrazumeva definisanje proizvoda, cene, distribucije i promocije.

Kada je reč o ciljnom tržištu, očekuje se da će na teritoriji Republike Srbije u 2020. godini biti generisano 278,635 tona opasnog otpada. Ako pretpostavimo da je cena tretmana opasnog otpada u proseku 2,000 evra po toni, očekivana veličina tržišta opasnog otpada iznosi 557 miliona evra.

Proizvod znatno utiče na formiranje marketing miksa kroz dizajn, brend, dodatnu vrednost, kvalitet, korišćenu tehnologiju, garancije i upozorenja. Kako tretman opasnog otpada termalnom plazmom predstavlja trenutno najsavršenije tehnološko rešenje u upravljanju otpadom Institut Vinča planira da se na tržištu pre svega diferencira korišćenjem sofisticirane plazma tehnologije koja doprinosi očuvanju i zaštiti životne sredine. Ono što je bitno

naglasiti da bi glavna uloga inžinjera u Institutu bila radu Naučno-istraživačkom centru. Ovaj centar bi bio zadužen za razvoj i optimizaciju tehnološkog procesa, tehnološke probe, obuku tehničkog osoblja za rad.

Cena je od ključnog značaja za uspeh proizvoda tj. usluge na tržištu. Imajući u vidu da odabir prave strategije cena bitno utiče na plasman proizvoda ili usluga na ciljnom tržištu, Institut Vinča je svoju cenu kreirao korišćenjem strategije „troškovi plus" tj. na bazi planiranih direktnih i indirektnih troškova uzimajući u obzir i stopu dobiti. Direktni troškovi koji se uzimaju u obzir podrazumevaju troškove materijala i rada, a indirektni troškovi su troškovi amortizacije, uprave, prodaje, kao i drugi opšti troškovi.

Promocija je bitna da bi prvo kupac postao svestan prisustva proizvoda ili usluge na tržištu, a zatim da bi se kod njega razvio povoljan stav o proizvodima ili uslugama. S tim u vezi, promotivna strategija Instituta Vinča povodom sistema za tretman opasnog otpada termalnom plazmom podrazumeva targetiranu promociju. Osnovni vid promocije je direktna komunikacija sa kupcima tj. velikim državnim i privatnim preduzećima koja padaju pod udar Zakona o brizi o opasnom otpadu, dok se odnosi sa javnošću zasnivaju na daljem građenju i zadržavanju pozitivnog imidža projekta.

Strategija distribucije obuhvata planiranje i upravljanje procesima koji treba da omoguće proizvođaču da što kraćim, efikasnijim i rentabilnijim putem dođe u kontakt sa odabranim ciljnim tržištem – ciljnim korisnicima usluge.[76] Imajući to u vidu, Institut Vinča plasman usluge tretmana opasnog otpada termalnom plazmom obezbeđuje putem direktnog, tj. „kratkog" kanala distribucije, tj. prodaja se obavlja direktno između Instituta Vinča i kupaca (tj. korisnika usluge). Fizičku distribuciju vrši korisnik usluge isporukom opasnog otpada na lokaciju postrojenja.

---

76 Vodič za preduzeća: „Put ka kupcima: definisanje strategije i poslovnih partnera", Program integrisane podrške inovacijama (IISP), str. 10: http://www.rra-bp.rs/uploads/5.%20Vodic%20za%20preduzeca_Put%20ka%20kupcima-definisanje%20strategije%20i%20poslovnih%20partnera.pdf

U sledećoj fazi Institut Vinča planira da se pozicionira na tržištu zemalja Zapadnog Balkana kao pionir sa plazma tehnologijom razgradnje opasnog otpada. Na ovom tržištu ne postoji niko ko primenjuje sličnu tehnologiju. Time što prvi ulazi na ovo tržište sa novom tehnologijom koja je u skladu sa najvišim ekološkim standardima, Institut Vinča želi da u ovoj fazi stekne značajnu konkurentsku poziciju i većinsko tržišno učešće, a sam projekat će ukazati na atraktivnost Srbije kao destinacije za velike strane investicije u tom sektoru, utirući put za buduće ambiciozne ekološke projekte u zemlji.

Zaključak investicionog projekta

Na osnovu prethodno sprovedene ekonomsko-finansijske analize, mogu se izvući konačni zaključci u vezi isplativosti pomenutog projekta:

- Ukupna predviđena investiciona ulaganja u Sistem za plazma tretman otpada iznosi EUR 3.168 hiljada, pri čemu je planirano da Institut Vinča finansira polovinu investicije u iznosu od EUR 1.584 hiljade iz sopstvenih izvora finansiranja, dok bi se ostatak investicionog ulaganja finansirao putem kreditnog zaduženje kod domaće bankarske institucije;
- Osnovni proizvodi generisani u Sistemu za plazma tretman opasnog otpada su Električna energija i Toplotna energija sa fiksnom proizvodnjom od 2,8 hiljada kWh/t godišnje, kao i Metanol (CH_3OH) sa fiksnom proizvodnjom od 700 MT godišnje. Na osnovu tih parametara sačinjena je analiza rentabilnosti Projekta;
- Rentabilnost projekta je ocenjena na osnovu statičkih i dinamičkih pokazatelja. Svi posmatrani pokazatelji pokazuju izuzetnu isplativost projekta, pre svega period povraćaja, kao statički pokazatelj koji iznosi **2 godine,** i koji implicira da se celokupna investicija u iznosu od EUR 3.168 hiljada vraća nakon samo 2 godine poslovanja. Uključivanjem vremenske vrednosti novca, odnosno razmatranjem dinamičkih pokazatelja, uzeta je u obzir i diskontna stopa (zahtevana stopa prinosa), na osnovu koje je

obračunata Neto sadašnja vrednost projekta, Interna stopa povraćaja, Indeks rentabilnosti i Diskontovani period povraćaja. Svi pomenuti pokazatelji daju visoke vrednosti, što ukazuje na visoku rentabilnost projekta.

- Izvršena je i analiza promenljivosti pomenutih pokazatelja u odnosu na promenu diskontne stope, pri čemu varijacija nije velika na promenu diskontne stope, što ukazuje da projekat nije naročito senzitivan na promenu strukture izvora finansiranja i zahtevane stope prinosa na kapital, odnosno da je projekat rentabilan i pri većim promenama diskontne stope.
- Neto sadašnja vrednost projekta iznosi EUR 8,522 miliona za projektovani period od 20. godina, pri čemu se rentabilnim ocenjuje svaki projekat čija je vrednost veća od nule. Korišćena diskontna stopa iznosi 10% za industriju Chemical diversified;
- Dodatno, Diskontovani period povraćaja, koji iznosi svega 3 godine, pokazuje da se uložena sredstva vraćaju posle svega tri godine, dok će se u preostalom periodu rada postrojenja (17. godina) ostvaruje čista dobit u poslovanju;
- Kreditna sposobnost Projekta, odnosno mogućnost pokrića rashoda kamata i glavnice (po osnovu bankarskog kredita) iz operativnog poslovanja je izuzetno visoka tokom celokupnog perioda otplate kredita, prevashodno posmatrajući Debt service coverage ratio (pokriće kamatne stope i glavnice EBITDA-om) i pokriće kamate EBITDA-om;
- Direktne ekonomski benefiti ostvaruje i šira društvena zajednica angažovanjem 15 novih zaposlenih, pri čemu na plate, poreze i doprinose je predv đen rashod koji se kreće od EUR 147 hiljada u 2021. godini do EUR 215 hiljada u 2040. godini, pri čemu kumulativni rashod za troškove zaposlenih u periodu projekcije iznosi EUR 3,6 miliona. Takođe, pokazatelj rentabilnosti rada je izuzetno visoka, što ukazuje da svaki radnik značajno doprinosi ostvarenju pozitivnog neto rezultata poslovanja;
- Realizacija projekta nije uslovljena podrškom države, tj. ne očekuje se korišćenje poreskih olakšica, oslobađanje od carina, poreza, akciza, čime se

ne stavlja teret na budžet države, već se daje doprinos realizaciji budžeta države;

7. REFERENCE

[1] Strategija upravljanja otpadom za period od 2010. do 2019. godine http://www. ekoplan.gov.rs/src/upload-centar/dokumenti/zakoni-i-nacrt-zakona/propisi/ strategija_upravljanja_otpadom_konacno.pdf

[2] Ibid., str.37

[3] Ova privremena skladišta treba da služe izvozniku opasnog otpada isključivo za sakupljanje i prepakivanje opasnog otpada koji je namenjen izvozu. Poželjno je iskoristiti kapacitete cementne industrije i termoelektrana za spaljivanje određenih vrsta opasnog otpada, uz potpunu kontrolu emisije. Strategija upravljanja otpadom, str.50

[4] Ibid, str.68

[5] Ibid, str.49. Takođe, konstatuje se da je „kao jedna od prioriteta za rešavanje problema opasnog otpada, potrebno razmotriti mogućnost i uslove za korišćenje postojećih postrojenja i insalacija (cementare, termoelektrane, toplane, železara) u svrhu tretmana opasnog otpada." Osim toga, potrebno je uspostaviti sistem upravljanja posebnim tokovima otpada (otpadnim gumama, istrošenim baterijama i akumulatorima, otpadnim uljima, otpadnim vozilima, otpadom od električnih i elektronskih proizvoda); uspostaviti sistem upravljanja medicinskim i farmaceutskim otpadom.

[6] Za širi spisak videti Prilog 3 u: Todić, D., Lokalni regionalni planovi upravljanja otpadom (opšti normativni okvir i pitanja za raspravu), Nacionalni konvent o RU, 26. 10. 2011. http://www.eukovent.org/downloads2/111026-Rad_Dragoljub_Todic.pdr.

[7] Zaključno sa 15. Novembrom 2011. Godine (http://eur-lex.europa.eu/en/legis/latest/ chap151030.htm)

[8] O. Auciello, D.L. Flamm, Plasma Diagnostics, Plasma-materials Interactions, vol.1, Academic Press, Boston, [Mass.], 1989.

[9] M.I. Boulos, Thermal plasma processing, IEEE Trans. Plasma Sci. 19 (1991)1078–1089.

[10] Fiedler, E. Lietz, D. Bendix, D. Hebecker, Experimental and numerical investigations of a plasma reactor for the thermal destruction of medical waste using a model substance, J. Phys. D: Appl. Phys. 37 (2004) 1031–1040.

[11] M.I. Boulos, New frontiers in thermal plasma processing, Pure Appl. Chem. 68 (1996) 1007–1010.

[12] A. Gleizes, J.J. Gonzalez, P. Freton, Thermal plasma modelling, J. Phys. D: Appl. Phys. 38 (2005) R153–R183.

[13] P. Fauchais, A. Vardelle, Pending problems in thermal plasmas and actual development, Plasma Phys. Controlled Fusion 42 (2000) B365–B383.

[14] G. Bonizzoni, E. Vassallo, Plasma physics and technology; industrial applications, Vacuum 64 (2002) 327–336.

[15] O. Auciello, D.L. Flamm, Plasma Diagnostics, Plasma-materials Interactions, vol. 1, Academic Press, Boston, [Mass.], 1989.

[16] O. Auciello, D.L. Flamm, Plasma Diagnostics, Plasma-materials Interactions, vol. 1, Academic Press, Boston, [Mass.], 1989.

[17] M.I. Boulos, New frontiers in thermal plasma processing, Pure Appl. Chem. 68 (1996) 1007–1010.

[18] G. Bonizzoni, E. Vassallo, Plasma physics and technology; industrial applications, Vacuum 64 (2002) 327–336.

[19] K. Moustakas, D. Fatta, S. Malamis, K. Haralambous, M. Loizidou, Demonstration plasma gasification/vitrification system for effective hazardous waste treatment, J. Hazard. Mater. 123 (2005) 120–126.

[20] http://www.pcbsserbia.rs/sr/pops-hemikalije

[21] http://www.pcbsserbia.rs/sr/stokholmska-konvencija-u-srbiji

[22] Zakonska akta koja obuhvataju ovaj tretman:

1. Zakon o hemikalijama („Službeni glasnik RS", br. 36/09, 88/10, 92/11 , 93/12 i 25/15)
2. Pravilnik o ograničenjima i zabranama proizvodnje, stavljanja u promet i korišćenju hemikalija („Službeni glasnik RS", broj 90/13 i 25/15)
3. Zakon o potvrđivanju Stokholmske konvencije o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama („Službeni glasnik RS-Međunarodni ugovori", broj 42/09)

4. Zakon o upravljanju otpadom („Službeni glasnik RS", br. 36/09 i 88/10)

5. Zakon o potvrđivanju Protokola o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama uz Konvenciju o prekograničnom zagađivanju vazduha na velikim udaljenostima iz 1979. („Službeni glasnik RS-Međunarodni ugovori", broj 1/12)

[23] W. B. White, S. M. Johnson & G. B. Dantzig, Chemical Equilibrium in Complex Mixture, The Journal of Chem. Phys., Vol. 28 (1958) No 5, 751-755

[24] Ž. G. Kostić, S. Đ. Šikmanović, P. B. Pavlović, P. Lj. Stefanović, D. B. Cvetinović, V.H. Pišlar, Plazmena razgradnja i uništavanje polihloriranih bifenila i drugih otrovnih i genetski opasnih materija, TEHNOLOGIJE I OPREME SMANJENJA TOKSIČNE EMISIJE IZ STACIONARNIH I MOBILNIH IZVORA, (Zbornik preglednih radova, ured. Prof. Dr. M. Radovanović i Mr A. Jovović), Univ. u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Nov. 1997, str. 145-169.

[25] V. P. Glushko, L. V. Gurevich: Termodinamicheskie svoistva individualnyikh veshshestv, "Nauka", Moskva, T.I, 1978, T.II, 1979, T. III, 1981, T. IV, 1982

[26] D.R. Stull, & H. Prophet, (Pr. Dir.) JANAF Thermochemical Tables (Sec. Edition), NSRDS NBS 37 (USA) June 1971

[27] G. Belov, V. Iorish, V. Yungman, IVTANTHERMO for Windows - Database on Thermodynamic Properties and Related Software, Calphad Vol. 23, No. 2, pp. 173-180, 1999

[28] G. Belov, V. Iorish, V. Yungman, Simulation of Equilibrium States of Thermodynamic Systems Using IVTANTERMO for Windows, TVT, 2000, Volume 38, Issue 2, 209-214

[29] Z. Kostic, P. Stefanovic, P. Pavlovic, Comparative analysis of polychlorinated biphenyl decomposition processes in air or argon (+oxygen) thermal plasma, Journal of Hazardous Materials B75, (2000), 75-88

[30] J. Radic-Peric, A. Dasic, Thermodynamic Study of Decomposition of Dichlorodifluoromethane in Thermal Plasma, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol. 79 (2005) 59–64

[31] Z. Kostic, P. Stefanovic, P. Pavlovic, S. Sikmanovic, Thermodynamic Consideration of Polychlorinated Biphenil Decomposition in Air Thermal Plasma, J.Serb. Chem Soc. 59(10), (1994), 767-773

[32] Živković, 2014

[33] Miličić i Vego, 2007

[34] „Procena uticaja na životnu sredinu i socijalna pitanja: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 82

[35] „Support to Member States in improving hazardous waste management based on assessment of Member States' performance", European Commission Brussels, 2015. godine, str. 11: https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/hazardous%20waste%20management/SR%203%20Final%20Report%20HW%20management_FIN%20REV%204.pdf

[36] Tabela preuzeta iz publikacije „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS", April 2017, str. 90: https://www.hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/HWM_Plan_draft_2017-04-28.pdf

[37] Živković, 2014

[38] Publikacija „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS", April 2017, str. 90: https://www.hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/HWM_Plan_draft_2017-04-28.pdf

[39] Publikacija „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS", April 2017, str. 79: https://www.hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/HWM_Plan_draft_2017-04-28.pdf

[40] „Dictionary of marketing terms". American Marketing Association. Arhivirano iz originala na datum 29.1.2014. Pristupljeno 14.01.2008. godine

[41] „Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 405-419

[42] „Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 420

[43] Idejno rešenje ,,Izgradnja Eko Park Trayal Kruševac", korporacija TRAYAL

[44] Publikacija „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia –

IHWMS", April 2017, str. 79: https://www.hazardouswaste-serbia.info/fileadmin/inhalte/haz_waste/pdf/HWM_Plan_draft_2017-04-28.pdf

[45] Miličić i Vego, 2007

[46] „Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 419

[47] Institutt za razvoj i inovacije, Analiza, Troškovi emigracije mladih https://drive.google.com/file/d/1_DUnI-RNims0ZMdmON5G0VEVNI-B-62y/view

[48] Republički zavod za statistiku, Unutrašnjenje migracije, 2019, https://publikacije.stat.gov.rs/G2020/Pdf/G20201191.pdf

[49] Republički zavod za statistiku https://www.stat.gov.rs/sr-Latn/oblasti/trziste-rada/zarade

[50] Republički zavod za statistiku https://www.stat.gov.rs/sr-latn/vesti/20191015-siromastvo-i-socijalna-nejednakost-2018/?s=0102

[51] Parlamentarna budžetska kancelarija, Analize, Vodič kroz budžet http://pbk.rs/wp-content/uploads/2020/01/Vodic_kroz_budzet_2020.pdf

[52] Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, 2011, https://publikacije.stat.gov.rs/G2014/Pdf/G20144012.pdf

[53] Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, 2011, https://publikacije.stat.gov.rs/G2014/Pdf/G20144012.pdf

[54] Institutt za razvoj i inovacije, Analiza, Troškovi emigracije mladih https://drive.google.com/file/d/1_DUnI-RNims0ZMdmON5G0VEVNI-B-62y/view

[55] Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, 2011, https://publikacije.stat.gov.rs/G2011/Pdf/G20115540.pdf

[56] Republički zavod za statistiku, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, 2011, https://publikacije.stat.gov.rs/G2013/Pdf/G20134001.pdf

[57] „Ljudsko i socijalno okruženje: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 420

[58] „Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 586

[59] „Zajednica, zdravlja i bezbednost: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 82

[60] Sovrlić i Milosavljević, 2009

[61] Idejno rešenje ,,Izgradnja Eko Park Trayal Kruševac", korporacija TRAYAL

[62] Srednji kurs NBS na dan 31.07.2020. godine;

[63] https://www.bvk.rs/%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%B5/

[64] Srednji kurs NBS na dan 31.07.2020. godine

[65] Stopa inflacije u budućem periodu je određena kao prosek stope inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016-2019. godine.

[66] Srednji kurs NBS na dan 31.07.2020. godine;

[67] Stopa inflacije u budućem periodu je određena kao prosek stope inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016-2019. godine;

[68] http://nstoplana.rs/korisnici/cena-toplotne-energije/

[69] Srednji kurs NBS na dan 31.07.2020. godine;

[70] Stopa inflacije u budućem periodu je određena kao prosek stope inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016-2019. godine;

[71] https://www.methanex.com/our-business/pricing

[72] Stopa inflacije u budućem periodu je određena kao prosek stope inflacije u Republici Srbiji u periodu od 2016-2019. godine;

[73] https://www.halooglasi.com/clanci/nekretnine/poslovni-prostor/cene-poslovnog-prostora-u-beogradu-od-5-do-30/562875

[74] https://singmont.com/cenovnik/

[75] WACC = Weighted average cost of capital;

[76] Vodič za preduzeća: „Put ka kupcima: definisanje strategije i poslovnih partnera", Program integrisane podrške inovacijama (IISP), str. 10: http://www.rra-bp.rs/uploads/5.%20Vodic%20za%20preduzeca_Put%20ka%20kupcima-definisanje%20strategije%20i%20poslovnih%20partnera.pdf

Zakoni i podzakonska akta

1. Zakon o opštoj bezbednosti proizvoda („Sl. Glasnik RS", br. 41/09)
2. Zakona o opštem upravnom postupku („Službeni list SRJ", br. 33/97 i 31/01 i „Službeni glasnik RS", broj 30/10)
3. Zakon o tehničkim zahtevima za proizvode i ocenjivanje usaglašenosti („Sl. Glasnik RS", br. 36/2009)
4. Uredba o načinu imenovanja i ovlašćivanja tela za ocenjivanje usaglašenosti („Službeni glasnik RS", broj 98/09)
5. Zakon o tržišnom nadzoru („Službeni glasnik RS", broj 92/11)
6. Uredba o načinu imenovanja i ovlašćivanja tela za ocenjivanje usaglašenosti („Službeni glasnik RS", broj 98/09)
7. Uredba o načinu sprovođenja ocenjivanja usaglašenosti, sadržaju isprave o usaglašenosti, kao i obliku, izgledu i sadržaju znaka usaglašenosti („Službeni glasnik RS", broj 98/09)
8. Uredba o načinu priznavanja inostranih isprava i znakova usaglašenosti („Službeni glasnik RS", broj 98/09)
9. „Procena uticaja na životnu sredinu i socijalna pitanja: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 82, 405-419,420;
10. „Dictionary of marketing terms". American Marketing Association. Arhivirano iz originala na datum 29.1.2014. Pristupljeno 14. 1. 2008;
11. Idejno rešenje ,,Izgradnja Eko Park Trayal Kruševac", korporacija TRAYAL;
12. Institut za razvoj i inovacije, Analiza, Troškovi emigracije mladih;
13. Republički zavod za statistiku;
14. „Tehnologija rasplinjavanja na osnovi plazme pri rješavanju problema otpada", Jakša Miličić, Goran Vego, 2007, UDK 628.49.001.8, str. 608;
15. „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS", April 2017, str. 90;
16. „Tretman otpada plazma tehnologijom", kratki naučni rad, Bojana Živković, 2014, UDK: 628.4.043, str. 77, 84 i 86;

17. „Tehnologija rasplinjavanja na osnovi plazme pri rješavanju problema otpada", Jakša Miličić, Goran Vego, 2007, UDK 628.49.001.8, str. 608;
18. „Procena uticaja na životnu sredinu i socijalna pitanja: postrojenje Vinča za proizvodnju energije iz otpada, izgradnja nove deponije i remedijacija postojeće deponije", Verzija 4, Egis, Beo Čista Energija d.o.o, str. 82;
19. „Support to Member States in improving hazardous waste management based on assessment of Member States' performance", European Commission Brussels, 2015.
20. „Serbian Integrated Hazardous Waste Management Plan", projekat „Improvement of hazardous waste management in the Republic of Serbia – IHWMS", April 2017, str. 90;
21. „Opasan otpad – karakteristike, zakonski i tehnički okvir", Mr. Milica Sovrlić, Dr Milutin Milosavljević, 2009. godina, str. 3;
22. Vodič za preduzeća: „Put ka kupcima: definisanje strategije i poslovnih partnera", Program integrisane podrške inovacijama (IISP), str. 10;
23. „Priručnik za izradu investicionih projekata malih i srednjih preduzeća", Investiciono-razvojni fond Crne Gore;

Internet izvori

http://www.iss.rs/

http://webrzs.stat.gov.rs/

http://mtt.gov.rs/

http://www.newapproach.org/

http://europa.eu/european-union/

http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:321:0021:0054:EN:PDF

http://ec.europa.eu/consumers/consumers_safety/safety_products/rapex/alerts/repository/content/pages/rapex/reports/index_en.htm

www.nepro.gov.rs/

www.paragraf.rs/

https://nbs.rs/internet/cirilica/index.html;

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/;

https://www.mfin.gov.rs/;

8. PRILOG 1

H lista Osobine otpada koje ga čine opasnim	**Granične vrednosti i metode ispitivanja** (član 4 i druge reference)
H1 "Eksplozivan": supstance i preparati koji mogu eksplodirati pod dejstvom plamena ili koji su više osetljivi na udare ili trenje od dinitrobenzena.	Ispitivanje: UN-T&C I (klasa 1 ADR) klasifikacija[4] R1, R2, R3
H2 "Oksidirajući": supstance i preparati koji izazivaju visoko egzotermne reakcije u kontaktu sa drugim supstancama, posebno sa zapaljivim supstancama.	Ispitivanje: UN-T&C III/34 (klasa 5.1 ADR) UN-T&C II (klasa 5.2 ADR)
H3-A "Visoko zapaljiv" - tečne supstance i preparati koji imaju tačku paljenja ispod 21°C uključujući veoma zapaljive tečnosti, ili - supstance i preparati koji se mogu zagrevati i konačno zapaliti u kontaktu sa vazduhom na temperaturi okoline bez bilo kakvog izvora energije, ili - čvrste supstance i preparati koji se mogu lako zapaliti posle kratkog kontakta sa izvorom paljenja i koji nastavljaju da gore ili budu istrošeni nakon uklanjanja izvora paljenja, ili - gasovite supstance i preparati koji su zapaljivi na vazduhu pri normalnom pritisku, ili - supstance i preparati koji u kontaktu sa vodom ili vlažnim vazduhom, razvijaju visoko zapaljive gasove u opasnim količinama	Član 4: tačka paljenja ≤ 55 ° C Ispitivanje: UN-T&C III/32 (klasa 3 ADR) klasifikacija R11, R12 Ispitivanje: UN-T&C III/33.3 (klasa 4.2 ADR) Ispitivanje: UN-T&C III/33.2 (klasa 4.1 ADR) Klalsifikacija R11 Klasa 2 ADR, F, TF, TFC Ispitivanje: UN-T&C III/33.4 (klasifikacija 4.3 ADR) klasifikacija R14/15

H lista Osobine otpada koje ga čine opasnim	**Granične vrednosti i metode ispitivanja** (član 4 i druge reference)
H3-B "Zapaljiv": tečne supstance i preparati koji imaju tačku paljenja jednaku ili veću od 21°C i manju ili jednaku 55°C	Član 4: tačka paljenja ≤ 55 ° C ispitivanje: UN-T&C III/32 (class 3 ADR) klasifikacija R10
H4 "Nadražujući (iritantan)": supstance i preparati koji nisu korozivni i koji kroz neposredan, odložen ili ponovljen kontakt sa kožom ili sluzokožom, mogu prouzrokovati zapaljenje	Član 4: otpad sadrži jednu ili više iritantnih supstanci klasifikovanih kao R41 (rizik od ozbiljnog oštećenja očiju) pri ukupnoj koncentraciji ≥10%, ili otpad sadrži jednu ili više iritantnih supstanci klasifikovanih kao R36, R37, R38 (nadražuje oči, respiratorni sistem i kožu) pri ukupnoj koncentraciji ≥20%
H5 "Štetan (opasan)": supstance i preparati koji, ako se udišu ili gutaju ili ako prodiru kroz kožu, mogu uključiti ograničene rizike po zdravlje	Član 4: otpad sadrži jednu ili više supstanci klasifikovanih kao štetne pri ukupnoj koncentraciji ≥ 25%
H6 "Otrovan": supstance i preparati (uključujući veoma toksične supstance i preparate) koji, ako se udišu ili gutaju ili ako prodiru kroz kožu, mogu uključiti ozbiljne, akutne ili hronične rizike po zdravlje, i čak smrt	Član 4: Otpad sadrži jednu ili više supstanci klasifikovanih kao veoma toksične pri ukupnoj koncentraciji ≥ 0,1% ili otpad sadrži jednu ili više supstanci klasifikovanih kao toksične pri ukupnoj koncentraciji ≥ 3%
H7 "Karcinogen": supstance i preparati koji, ako se udišu ili gutaju ili ako prodiru kroz kožu, mogu izazvati rak ili njegov porast	Član 4: otpad sadrži jednu supstancu za koju se zna da je karcinogena kategorija 1 ili 2 pri koncentraciji ≥0.1% ili otpad sadrži jednu supstancu je karcinogena

H lista Osobine otpada koje ga čine opasnim	**Granične vrednosti i metode ispitivanja** (član 4 i druge reference)
	kategorija 3 pri koncentraciji ≥1%
H8 "Korozivan": supstance i preparati koji mogu uništiti živo tkivo pri kontaktu	Član 4: otpad sadrži jednu ili više korozivnih supstanci klasifikovanih kao R35 (izaziva ozbiljne opekotine) pri ukupnoj koncentraciji ≥ 1% ili otpad sadrži jednu ili više korozivnih supstanci klasifikovanih kao R34 (izaziva opekotine) pri ukupnoj koncentraciji ≥ 5%
H9 "Infektivan": supstance i preparati koje sadrže mikroorganizme ili njihove toksine, koji su poznati ili se sumnja da izazivaju oboljenje kod čoveka ili drugih živih organizama	ADR klasa 6.2
H10 "Toksičan za reprodukciju (teratogen)": supstance i preparati koji, ako se udišu ili gutaju ili ako prodiru kroz kožu, mogu izazvati nenasledne urođene nepravilnosti ili njihov porast	Član 4:5 otpad sadrži jednu supstancu toksičnu za reprodukciju kategorije 1 ili 2 klasifikovanu kao R60, R61 (može smanjiti plodnost, može prouzrokovati oštećenje fetusa) pri koncentraciji ≥5% ili otpad sadrži jednu supstancu toksičnu za reprodukciju kategorije 3 klasifikovanu kao R62, R63 (rizik od smanjenja plodnosti, mogući rizik od oštećenja fetusa) pri koncentraciji ≥5%

H lista Osobine otpada koje ga čine opasnim	**Granične vrednosti i metode ispitivanja** (član 4 i druge reference)
H11 "Mutagen": supstance i preparati koji, ako se udišu ili gutaju ili ako prodiru kroz kožu, mogu izazvati nasledne genetske nedostatke ili njihov porast	Član 4: otpad sadrži jednu ili više mutagenih supstanci kategorije 1 ili 2 klasifikovanih kao R46 (može prouzrokovati nasledno genetsko oštećenje) pri koncentraciji ≥0.1% ili otpad sadrži jednu ili više mutagenih supstanci kategorije 3 klasifikovanih kao R40 (ograničeno prisustvo karcinogenog efekta) pri koncentraciji ≥1%
H12 Otpad koji oslobađa toksične ili veoma toksične gasove u kontaktu sa vodom, vazduhom ili kiselinom	Proizvodnja gasa može se ispitivati na način sličan UN-T&C III/33.4 – mora se izvršiti identifikacija gasa koji se oslobađa (As3H, PH3, Cl2, CO, H2S, HCN, NH3, itd.)
H13 "Izaziva preosetljivost":6 supstance i preparati koji, ako se udišu ili ako prodiru kroz kožu, imaju sposobnost izazivanja reakcije preosetljivosti, tako da se daljim izlaganjem proizvode karakteristični negativni efekti (Upotreba zavisi od dostupnih metoda ispitivanja)	
H14 "Ekotoksičan": otpad koji predstavlja ili može predstavljati neposredne ili odložene rizike za jedan ili više sektora životne sredine	Klasifikovan R50, R51/53 ADR klasa 9 UN 3082, 3077
H15 Otpad koji ima svojstvo da na bilo koji način, nakon odlaganja, proizvodi druge supstance, npr. izluževine, koje poseduju bilo koju navedenu karakteristiku (H1-H14)	Referentne vrednosti za opasan otpad mogu se izvesti iz Priloga 8 pravilnika (granične vrednosti za deponije za opasni otpad) (izluževine l:s is 10:1 Sb: 5 mg/kg, As: 25 mg/kg, Cu: 100

H lista Osobine otpada koje ga čine opasnim	**Granične vrednosti i metode ispitivanja** (član 4 i druge reference)
	mg/kg, Ba: 300 mg/kg, Hg: 2 mg/kg, Cd: 5 mg/kg, Mo: 30 mg/kg, Ni: 40 mg/kg, Pb: 50 mg/kg, Se: 7 mg/kg, Cr: 70 mg/kg, Zn: 200 mg/kg, Sulfate (SO4-2): 50.000 mg/kg, F: 500 mg/kg, Cl: 25.000 mg/kg)

Tabela 2.3 Referemce H-liste

9. PRILOG 2

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
02 02 08*	agrohemijski otpad koji sadrži opasne supstance	đubriva (amonijum nitrat)	T5.1		2067 (2071)
		pesticidi	T6.1	22 specifične stavke	3021[7]
		herbicidi	T6.1 T9	videti SDS[8]	3082, 3077
		dezinficijensi	T8, 3	videti SDS	
08 01 11*	otpadna boja i lak koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance		T3 T4.1		1263, 1993, 3175
08 01 13*	muljevi od boje ili laka koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance		T3 T4.1		1263,1993, 3175
08 01 17*	otpadi od uklanjanja boje ili laka koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance	može da sadrži rastvarače ili lužinu	T8 T3 T4.1	videti i ostale stavke	1759, 1760, 2801, 2920, 2921
08 01 21*	otpad od tečnosti za uklanjanje boje ili laka	rastvarači ili lužina	T8 T6.1 T3		1719, 1760, 1992, 1993
08 03 12*	otpadno mastilo koje sadrži opasne supstance	može da sadrži rastvarače	T3 T4.1 T8	za klasifikaciju koristiti SDS	
08 03 14*	muljevi od mastila koje sadrži opasne supstance	može da sadrži rastvarače	T4.1 T8		
08 03 16*	otpadni rastvori za ecovanje		8	videti i stavke za kiseline	1760, 2922
08 03 17*	otpadni toner za štampanje koje sadrži opasne supstance		N		

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
08 03 19*	dispergovana ulja		N		
08 04 09*	otpadni lepkovi i zaptivači koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance		T3 T4.1		1133, 3175
08 04 11*	muljevi od lepkova i zaptivača koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance		T3 T4.1		1133, 3175
08 04 13*	muljevi od lepkova i zaptivača koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance		T4.1		3175
08 04 15*	tečni otpad na bazi vode koji sadrži lepkove ili zaptivače koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance		T3		1133
08 04 17*	ulje od destilacije smola		T3		1286
09 01 01*	rastvori razvijača i aktivatora na bazi vode		T8 T9	videti SDS	1719, 1760, 3082
09 01 02*	rastvori razvijača za offset ploče na bazi vode	mogu da sadrže metalne jone	T8 T9		1719, 1760, 3082
09 01 03*	rastvori razvijača na bazi rastvarača		T3	videti SDS	1992, 1993
09 01 04*	rastvori sredstava za fiksiranje		T8 T9	u zavisnosti od sadržaja Ag	1760, 3082
09 01 05*	rastvori za izbeljivanje i rastvori sredstava za fiksiranje izbeljenosti		T	videti SDS	
09 01 06*	otpadi koji sadrže srebro od tretmana fotografskog otpada na mestu nastajanja		N		

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
13 02 04*	otpadi koji sadrže srebro od tretmana fotografskog otpada na mestu nastajanja		T9	videti SDS	3082
13 02 05*	mineralna nehlorovana motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje		T9	videti SDS	3082
13 02 06*	sintetička motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje		T9	videti SDS	3082
13 02 07*	odmah biorazgradiva motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje		T9	videti SDS	3082
13 02 08*	ostala motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje		T9	videti SDS	3082
13 05 01*	čvrste materije iz peskolova i separatora ulje/voda		T4.1		3175
13 05 02*	muljevi iz separatora ulje/voda		T3		1993
13 05 03*	muljevi od hvatača ulja		T3		1993
13 05 06*	ulja iz separatora ulje/voda		T3 9		1993, 3082
13 05 07*	zauljena voda iz separatora ulje/voda		T3 9		1993, 3082
13 05 08*	mešavine otpada iz komore za otpad i separatora ulje/voda		T3 9		1993, 3081
13 07 01*	pogonsko gorivo i dizel		3		1202
13 07 02*	benzin		3		1203
13 07 03*	ostala goriva (uključujući mešavine)		T3 9		1993, 3082

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
14 06 01*	Hlorofluorougljovodonici, HCFC, HFC		T2 T3	gasovi	1078,3161, 1993
14 06 02* ostali halogenovani rastvarači i smeše rastvarača		tačka ključanja <40°C	T2 T3 3	1,2-dihloroetan	2810, 1992, 1184
14 06 02* ostali halogenovani rastvarači i smeše rastvarača			6.1 6.1 6.1 6.1	tetrahloroetan trihlorometan dihlorometan tetrahloroetilen	1702 1888 1593 1897
			6.1 6.1 6.1	tetrahloroetan 1,1,1 trihloroetan trihloroetilen	1846 2831 1710
14 06 03*	ostali rastvarači i smeše rastvarača	Fp< 55°: 3 krezol: 6.1 amin: 8	T3 T6.1 T8		1992, 1993, 2810, 2929, 2429
14 06 04*	muljevi ili čvrsti otpadi koje sadrže halogenovane rastvarače		T4.1 T6.1 T8		
14 06 05*	muljevi ili čvrsti otpadi koje sadrže ostale rastvarače				
15 01 10*	ambalaža koja sadrži ostatke opasnih supstanci ili je kontaminirana opasnim supstancama		P 2	videti SDS aerosoli	1950
15 01 11*	metalna ambalaža koja sadrži opasan čvrst porozni matriks (npr. azbest), uključujući i prazne boce pod pritiskom		2		1001

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
15 02 02*	apsorbenti, filterski materijali (uključujući filtere za ulje koji nisu drugačije specificirani), krpe za brisanje, zaštitna odeća, koji su kontaminirani opasnim supstancama	kao i mešani otpad iz radionica	T4.1		3175
16 01 04*	otpadna vozila		N		
16 01 07*	filteri za ulje		N9		
16 01 10*	eksplozivne komponente (npr. vazdušni jastuci)		9 1.4		3268, 0432,0431
16 01 11*	kočione obloge koje sadrže azbest	vlakna	9		2590, 2212
16 01 13*	kočione tečnosti	izbegavati mešanje sa benzinom	N		
16 01 14*	antifriz koji sadrži opasne supstance		T3		1170, 1993
16 01 21*	opasne komponente dru- gačije od onih navedenih u 16 01 07 do 16 01 11 I 16 01 13 i 16 01 14		N		
16 02 09*	transformatori i kondenzatori koji sadrže PCB		9		3151, 2315
16 02 10*	odbačena oprema koja sadrži ili je kontaminirana sa PCB, drugačija od one navedene u 16 02 09		9		3151, 2315
16 02 11*	odbačena oprema koja sadrži hlorofluorougljovodonike, HCFC, HFC		N		

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
16 02 12*	Discarded equipment containing free asbestos	fibers	9		2212, 2590
16 02 13*	odbačena oprema koja sadrži opasne komponente drugačija od one navedene u 16 02 09 do 16 02 12	Li-baterije, fluo cevi sa prekidačima sa živom, rendgen monitori	9 8 N N		3090, 3091, 2809
16 02 15*	opasne komponente uklonjene iz odbačene opreme	Li-baterije, fluo cevi sa prekidačima sa živom, rendgen monitori	9 8 N N		3090, 3091, 2809
16 04 01*	otpadna municija		1		
16 04 02*	otpadi od vatrometa		1.4		
16 04 03*	ostali otpadni eksplozivi		1		
16 05 04*	gasovi u bocama pod pritiskom (uključujući halone) koji sadrže opasne supstance		2	T, TF, TFC	
16 05 05	gasovi u bocama pod pritiskom drugačiji od onih navedenih u 16 05 04		2		
16 05 06*	laboratorijske hemikalije koje se sastoje ili sadrže opasne supstance, uključujući smeše laboratorijskih hemikalija		T	see SDS	
16 05 07*	odbačene neorganske hemikalije koje se sastoje ili sadrže opasne supstance		T	see SDS	

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
16 05 08*	odbačene organske hemikalije koje se sastoje ili sadrže opasne supstance		T	see SDS	
16 06 01*	olovne baterije		8		2794
16 06 02*	Baterije od nikl-kadmijuma		8		3028
16 06 03*	Baterije koje sadrže živu	osim ako nisu zaštićene od kratkog spoja	8		3028
16 06 04	alkalne baterije (izuzev 16 06 03)	osim ako nisu zaštićene od kratkog spoja	8		3028
16 06 05	druge baterije i akumulatori	Li-baterije	9		3090, 3091
16 06 06*	posebno sakupljen elektrolit iz baterija i akumulatora		8		2796, 2797
16 07 08*	otpadi koji sadrže ulje		T9		3082, 3077
16 07 09*	Otpadi koji sadrže ostale opasne supstance		T		
17 01 06*	mešavine ili pojedine frakcije betona, cigle, pločice i keramika koji sadrže opasne supstance		(N)	azbest klasa 9	
17 02 04*	staklo, plastika i drvo koji sadrže opasne supstance ili su kontaminirani opasnim supstancama		N		
17 03 01*	bituminozne mešavine koje sadrže katran od uglja		N		
17 03 03*	katran od uglja i katranski proizvodi		N		

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
17 04 09*	otpad od metala kontaminiran opasnim supstancama		(N)10		
17 04 10*	kablovi koji sadrže ulje, katran od uglja i druge opasne supstance		N		
17 05 03*	Zemlja i kamen koji sadrže opasne supstance		N (T4.1)	zemljište veoma kontaminirano benzinom 4.1 ?	
17 06 01*	izolacioni materijali koji sadrže azbest		9		2212,2590
17 06 03*	ostali izolacioni materijali koji se sastoje od ili sadrže opasne supstance		N		
17 06 05*	građevinski materijali koji sadrže azbest	azbestni cement	T9	zavisi od uslova	2212, 2590
17 08 01*	građevinski materijal na bazi gipsa kontaminirani opasnim supstancama		N		
17 09 01*	Otpadi od građenja i rušenja koji sadrže živu	odvojeno sakupljena slobodna živa UN 2809, klasa 8	N		
17 09 02*	Otpadi od građenja i rušenja koji sadrže PCB		T9		2315, 3151
17 09 03*	ostali otpadi od građenja i rušenja (uključujući mešane otpade) koji sadrže opasne supstance		T		

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
18 01 03*	otpadi čije sakupljanje i odlaganje podleže posebnim zahtevima zbog sprečavanja infekcije		6.2		3291, 2814, (3373)
18 01 06*	hemikalije koje se sastoje od ili sadrže opasne supstance		T	videti SDS	
18 01 08*	citotoksični i citostatični lekovi		(N)	(koncentracija 6.1)	(2810)
18 01 09	lekovi drugačiji od onih navedenih u 18 01 08	videti ADR SP 601	T		(3248)
18 02 02*	otpadi čije sakupljanje i odlaganje podleže posebnim zahtevima zbog sprečavanja infekcije		6.2		3291, 2900, (3373)
18 02 06*	hemikalije koje se sastoje od ili sadrže opasne supstance		T	videti SDS	
18 02 07*	citotoksični i citostatični lekovi		(N)	(koncentracija 6.1)	(2810)
18 02 08	lekovi drugačiji od onih navedenih u 18 02 07	videti ADR SP 601	T		(3248)
19 02 04*	prethodno izmešani otpadi koji se sastoje od najmanje jednog opasnog otpada		T		
19 02 05*	muljevi iz fizičko/ hemijskog tretmana koji sadrže opasne supstance		T4.1 T9		3175, 3077
19 02 07	ulja i koncentrati od separacije		9		3082
19 02 08*	tečni sagorljivi otpadi koji sadrže opasne supstance		T3 T6.1		1993, 1992

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
19 02 09*	čvrsti sagorljivi otpadi koji sadrže opasne supstance		T4.1		3175
19 02 11*	ostali otpadi koji sadrže opasne supstance		T		
19 03 04	otpadi označeni kao opasni, delimično stabilizovani		N		
19 03 06*	Otpadi označeni kao opasni, solidifikovani		N		
19 07 02*	procedne vode iz sanitarnih deponija koje sadrže opasne supstance		N		
19 10 03*	laka frakcija i prašina koje sadrže opasne supstance		T4.2		3088
19 10 05*	ostale frakcije koje sadrže opasne supstance		T		
19 12 06*	drvo koje sadrži opasne supstance		N		
19 12 11*	drugi otpadi (uključujući mešavine materijala) od mehaničkog tretmana otpada koji sadrže opasne supstance		T4.1 T4.2		
20 01 13*	rastvarači		3		1992
20 01 14*11	kiseline		8		3264 ili posebna stavka
20 01 15*12	baze		8		3266 ili posebna stavka
20 01 17*	foto-hemikalije13		8	razvijač za sredstvo za fiksiranje	1760, 1760

Indeksni broj	Opis otpada	Primeri	Opasnost (T)		UN-broj
20 01 19*	pesticidi		3, 6.1 6.1		3021, 2903, 2588
20 01 21*	fluorescentne cevi i drugi otpad koji sadrži živu	fluorescentne cevi	N		
20 01 21*	fluorescentne cevi i drugi otpad koji sadrži živu	termometri, manometri, itd.	8		3506
20 01 23*14	odbačena oprema koja sadrži hlorofluorougljovodonike		(2)	ADR 1.1.3.1 b	
20 01 26*	ulja i masti drugačiji od onih navedenih u 20 01 25		9 (T3)15		3082 (3295)
20 01 27	paint, inks, adhesives and resins containing dangerous substances		3 (4.1)		1263, (1325)
20 01 29*	deterdženti koji sadrže opasne supstance	klasifikovati prema etiketi	T3, T8		1993, 2920, 1760
20 01 31*	citotoksični i citostatični lekovi	samo koncentrati	6.1		2811
20 01 32	lekovi drugačiji od onih navedenih u 20 01 31	videti ADR SP 601	(3)16		(3248)
20 01 33*	baterije i akumulatori uključeni u 16 06 01, 16 06 02 ili 16 06 03 I nesortirane baterije i akumulatori koji sadrže ove baterije		8	olovo-kiselinske baterije nikl-kadmijumske baterije baterije sa živom	2794 3028 3028
20 01 34	baterije i akumulatori drugačiji od onih navedenih u 20 01 33	osim ako nisu zaštićene od kratkog spoja litijumske baterije	8 9		3028, 3090, 3480

Indeksni broj	**Opis otpada**	**Primeri**	**Opasnost (T)**		**UN-broj**
20 01 35*17	odbačena električna i elektronska oprema drugačija od one navedene u 20 01 21 i 20 01 23 koja sadrži opasne komponen te		(N)	ADR 1.1.3.1 b	
20 10 37*	drvo koje sadrži opasne supstance		N		

10. PRILOG 3

01	**OTPADI KOJI NASTAJU U ISTRAŽIVANJIMA, ISKOPAVANJIMA IZ RUDNIKA ILI KAMENOLOMA, I FIZIČKOM I HEMIJSKOM TRETMANU MINERALA**
01 03	**otpadi od fizičke i hemijske obrade minerala za crnu metalurgiju**
01 03 04*	jalovine iz prerade sulfidne rude koje stvaraju kiselinu
01 03 05*	druge jalovine koje sadrže opasne supstance
01 03 07*	ostali otpadi iz fizičkog i hemijskog tretmana minerala za crnu metalurgiju koji sadrže opasne supstance
01 04	**otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu metalurgiju**
01 04 07*	otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu metalurgiju koji sadrže opasne supstance
01 05	**muljevi nastali bušenjem i drugi otpadi od bušenja**
01 05 05*	muljevi i otpadi od bušenja koji sadrže naftu
01 05 06*	muljevi od bušenja i drugi otpadi od bušenja koji sadrže opasne supstance
02	**OTPADI IZ POLJOPRIVREDE, HORTIKULTURE, AKVAKULTURE, ŠUMARSTVA, LOVA I RIBOLOVA, PRIPREME I PRERADE HRANE**
02 01	**Otpadi iz poljoprivrede, hortikulture, akvakulture, šumarstva, lova i ribolova**
02 01 08*	agrohemijski otpad koji sadrži opasne supstance
03	**OTPADI OD PRERADE DRVETA I PROIZVODNJE PAPIRA, KARTONA, PULPE, PANELA I NAMEŠTAJA**
03 01	**otpadi od prerade drveta i proizvodnje panela i nameštaja**
03 01 04*	piljevine, iverje, strugotine, drvo, iverica i furnir koji sadrže opasne supstance
03 02	**otpadi od zaštite drveta**
03 02 01*	nehalogenovana organska zaštitna sredstva za drvo
03 02 02*	organohlorna zaštitna sredstva za drvo
03 02 03*	organometalna zaštitna sredstva za drvo
03 02 04*	neorganska zaštitna sredstva za drvo
03 02 05*	druga zaštitna sredstva koji sadrže opasne supstance
04	**OTPADI IZ TEKSTILNE, KRZNARSKE I KOŽARSKE INDUSTRIJE**
04 01	**otpadi iz industrije kože i krzna**
04 01 03*	otpadi od odmašćivanja koji sadrže rastvarače, bez tečne faze
04 02	**otpadi iz tekstilne industrije**
04 02 14*	otpadi iz završne obrade koji sadrže organske rastvarače
04 02 16*	boje i pigmenti koji sadrže opasne supstance
04 02 19*	muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance

05	**OTPADI OD RAFINISANJA NAFTE, PREČIŠĆAVANJA PRIRODNOG GASA I PIROLITIČKOG TRETMANA UGLJA**
05 01	**otpadi od rafinacije nafte**
05 01 02*	muljevi od desalinacije
05 01 03*	muljevi sa dna rezervoara
05 01 04*	kiselo-bazni muljevi
05 01 05*	mrlje istekle nafte
05 01 06*	zauljeni muljevi od postupaka održavanja pogona i opreme
05 01 07*	kiseli katran
05 01 08*	ostali katran
05 01 09*	muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
05 01 11*	otpadi od prečišćavanja goriva bazama
05 01 12*	ulja koja sadrže kiseline
05 01 15*	utrošene filterske gline
05 06	**otpadi od pirolitičkog tretmana uglja**
05 06 01*	kiseli katran
05 06 03*	ostali katran
05 07	**otpadi od prečišćavanja prirodnog gasa i transporta**
05 07 01*	otpadi koji sadrže živu
06	**OTPADI OD NEORGANSKIH HEMIJSKIH PROCESA**
06 01	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe kiselina**
06 01 01*	sumporna i sumporasta kiselina
06 01 02*	hlorovodonična kiselina
06 01 03*	fluorovodonična kiselina
06 01 04*	fosforna i fosforasta kiselina
06 01 05*	azotna i azotasta kiselina
06 01 06*	ostale kiseline
06 02	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe baza**
06 02 01*	kalcijum hidroksid
06 02 03*	amonijum hidroksid
06 02 04*	natrijum hidroksid i kalijum hidroksid
06 02 05*	ostale baze
06 03	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe soli i rastvora soli i oksida metala**
06 03 11*	čvrste soli i rastvori koji sadrže cijanide
06 03 13*	čvrste soli i rastvori koji sadrže teške metale
06 03 15*	oksidi metala koji sadrže teške metale
06 04	**otpadi koji sadrže metale koji nisu navedeni u 06 03**

06 04 03*	otpadi koji sadrže arsen
06 04 04*	otpadi koji sadrže živu
06 04 05*	otpadi koji sadrže ostale teške metale
06 05	**muljevi od tretmana otpadnih voda** na mestu nastajanja
06 05 02*	muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
06 06	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe hemikalija koje sadrže sumpor, hemijskih procesa sa sumporom i procesa odsumporavanja**
06 06 02*	otpadi koji sadrže opasne sulfide
06 07	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe halogena i hemijskih procesa sa halogenima**
06 07 01*	otpadi koji sadrže azbest od elektrolize
06 07 02*	aktivni ugalj od proizvodnje hlora
06 07 03*	mulj barijum sulfata koji sadrži živu
06 07 04*	rastvori i kiseline, na primer kiseline iz kontaktnog procesa
06 08	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe silicijuma i derivata silicijuma**
06 08 02*	otpadi od opasnih materija koje sadrže silicijum
06 09	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe hemikalija koje sadrže fosfor i hemijskih procesa sa primenom fosfora**
06 09 03*	otpadi od reakcija sa kalcijumom koji sadrže ili su kontaminirani opasnim supstancama
06 10	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe hemikalija koje sadrže azot, hemijskih procesa sa azotom i proizvodnje đubriva**
06 10 02*	otpadi koji sadrže opasne supstance
06 13	**otpadi od neorganskih hemijskih procesa koji nisu drugačije specificirani**
06 13 01*	neorganski pesticidi, sredstva za zaštitu drveta i drugi biocidi
06 13 02*	potrošeni aktivni ugalj (osim 06 07 02)
06 13 04*	otpadi od obrade azbesta
06 13 05*	čađ
07	**OTPADI OD ORGANSKIH HEMIJSKIH PROCESA**
07 01	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe osnovnih organskih hemikalija**
07 01 01*	tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 01 03*	organski halogenovani rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 01 04*	ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti

07 01 07*	halogenovani talozi i ostaci od reakcija
07 01 08*	ostali talozi i ostaci od reakcija
07 01 09*	halogenovani filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 01 10*	ostali filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 01 11*	muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
07 02	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe plastike, sintetičke gume i sintetičkih vlakana**
07 02 01*	tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 02 03*	organski halogenovani rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 02 04*	ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 02 07*	halogenovani talozi i ostaci od reakcija
07 02 08*	ostali talozi i ostaci od reakcija
07 02 09*	halogenovani filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 02 10*	ostali filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 02 11*	muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
07 02 14*	otpadi od aditiva koji sadrže opasne supstance
07 02 16*	otpadi od opasnih materija koji sadrže silikone
07 03	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe organskih boja i pigmenata (osim 06 11)**
07 03 01*	tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 03 03*	organski halogenovani rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 03 04*	ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 03 07*	halogenovani talozi i ostaci od reakcija
07 03 08*	ostali talozi i ostaci od reakcija
07 03 09*	halogenovani filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 03 10*	ostali filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 03 11*	muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
07 04	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe organskih pesticida (osim 02 01 08 i 02 01 09), sredstava za zaštitu drveta (osim 03 02) i drugih biocida**
07 04 01*	tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 04 03*	organski halogenovani rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 04 04*	ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 04 07*	halogenovani talozi i ostaci od reakcija
07 04 08*	ostali talozi i ostaci od reakcija
07 04 09*	halogenovani filter – kolači, potrošeni apsorbenti__
07 04 10*	ostali filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 04 11*	muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance

07 04 13*	čvrsti otpadi koji sadrže opasne supstance
07 05	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe farmaceutskih preparata**
07 05 01*	tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 05 03*	organski halogenovani rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 05 04*	ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 05 07*	halogenovani talozi i ostaci od reakcija
07 05 08*	ostali talozi i ostaci od reakcija
07 05 09*	halogenovani filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 05 10*	ostali filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 05 11*	muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
07 05 13*	čvrsti otpadi koji sadrže opasne supstance
07 06	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe masti, masnoća, sapuna, deterdženata, dezinfekcionih i kozmetičkih sredstava**
07 06 01*	tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 06 03*	organski halogenovani rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 06 04*	ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 06 07*	halogenovani talozi i ostaci od reakcija
07 06 08*	ostali talozi i ostaci od reakcija
07 06 09*	halogenovani filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 06 10*	ostali filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 06 11*	muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
07 07	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe finih hemikalija i hemijskih proizvoda koji nisu drugačije specificirani**
07 07 01*	tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 07 03*	organski halogenovani rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 07 04*	ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 07 07*	halogenovani talozi i ostaci od reakcija
07 07 08*	ostali talozi i ostaci od reakcija
07 07 09*	halogenovani filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 07 10*	ostali filter – kolači, potrošeni apsorbenti
07 07 11*	muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
08	**OTPADI OD PROIZVODNjE, FORMULACIJE, SNABDEVANjA I UPOTREBE PREMAZA (BOJE, LAKOVI I STAKLENE GLAZURE), LEPKOVI, ZAPTIVAČI I ŠTAMPARSKE BOJE**
08 01	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe i uklanjanja boja i lakova**
08 01 11*	otpadna boja i lak koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 01 13*	muljevi od boje ili laka koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne

	supstance
08 01 15*	muljevi na bazi vode koje sadrže boju ili lak na bazi organskih rastvarača ili drugih opasnih supstanci
08 01 17*	otpadi od uklanjanja boje ili laka koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 01 19*	vodene suspenzije koje sadrže boju ili lak na bazi organskih rastvarača ili drugih opasnih supstanci
08 01 21*	otpad od tečnosti za uklanjanje boje ili laka
08 03	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe štamparskog mastila**
08 03 12*	otpadno mastilo koje sadrži opasne supstance
08 03 14*	muljevi od mastila koje sadrži opasne supstance
08 03 16*	otpadni rastvori za ecovanje
08 03 17*	otpadni toner za štampanje koje sadrži opasne supstance
08 03 19*	dispergovana ulja
08 04	**otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe lepkova i zaptivača (uključujući i vodootporne proizvode)**
08 04 09*	otpadni lepkovi i zaptivači koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 04 11*	muljevi od lepkova i zaptivača koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 04 13*	muljevi na bazi vode koji sadrže lepkove ili zaptivače koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 04 15*	tečni otpad na bazi vode koji sadrži lepkove ili zaptivače koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 04 17*	ulje od destilacije smola
08 05	**otpadi koji nisu drugačije specificirani u 08**
08 05 01*	otpadni izocijanati
09	**OTPADI IZ FOTOGRAFSKE INDUSTRIJE**
09 01	**otpadi iz fotografske industrije**
09 01 01*	rastvori razvijača i aktivatora na bazi vode
09 01 02*	rastvori razvijača za offset ploče na bazi vode
09 01 03*	rastvori razvijača na bazi rastvarača
09 01 04*	rastvori sredstava za fiksiranje
09 01 05*	rastvori za izbeljivanje i rastvori sredstava za fiksiranje izbeljenosti
09 01 06*	otpadi koji sadrže srebro od tretmana fotografskog otpada na mestu nastajanja
09 01 11*	kamere za jednokratnu upotrebu koje sadrže baterije navedene u 16 06 01, 16 06 02 ili 16 06 03
09 01 13*	tečni otpad na bazi vode od obnavljanja srebra na mestu nastajanja drugačiji od onog navedenog u 09 01 06
10	**OTPADI IZ TERMIČKIH PROCESA**
10 01	**otpadi iz energana i drugih postrojenja za sagorevanje (osim 19)**
10 01 04*	leteći pepeo od sagorevanja nafte i prašina iz kotla
10 01 09*	sumporna kiselina

10 01 13*	leteći pepeo od emulgovanih ugljovodonika upotrebljenih kao gorivo
10 01 14*	šljaka i prašina iz kotla iz procesa ko-spaljivanja, koja sadrži opasne supstance
10 01 16*	leteći pepeo iz procesa ko-spaljivanja koji sadrži opasne supstance
10 01 18*	otpadi iz prečišćavanja gasa koji sadrže opasne supstance
10 01 20*	muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
10 01 22*	muljevi na bazi vode od čišćenja kotla koji sadrže opasne supstance
10 02	**otpadi iz industrije gvožđa i čelika**
10 02 07*	čvrsti otpadi iz procesa tretmana gasa koji sadrže opasne supstance
10 02 11*	zauljeni otpadi iz tretmana rashladne vode
10 02 13*	muljevi i filter – kolači iz procesa tretmana gasa koji sadrže opasne supstance
10 03	**otpadi iz termičke metalurgije aluminijuma**
10 03 04*	šljake iz primarne proizvodnje
10 03 08*	slane šljake iz sekundarne proizvodnje
10 03 09*	crna zgura iz sekundarne proizvodnje
10 03 15*	plivajuća pena/šljaka koja je zapaljiva ili koja u dodiru sa vodom emituje zapaljive gasove u opasnim količinama
10 03 17*	otpadi koji sadrže katran iz anodnog procesa
10 03 19*	prašina dimnog gasa koja sadrži opasne supstance
10 03 21*	ostale čvrste čestice i prašina (uključujući prašinu iz mlina sa kuglama) koji sadrže opasne supstance
10 03 23*	čvrsti otpadi iz tretmana gasa koji sadrže opasne supstance
10 03 25*	muljevi i filter – kolači od tretmana gasa koji sadrže opasne supstance
10 03 27*	zauljeni otpadi iz tretmana rashladne vode
10 03 29*	otpadi od tretmana slanih šljaka i crne zgure koji sadrže opasne supstance
10 04	**otpadi iz termičke metalurgije olova**
10 04 01*	šljake iz primarne i sekundarne proizvodnje
10 04 02*	zgura i plivajuća pena/šljaka iz primarne i sekundarne proizvodnje
10 04 03*	kalcijum arsenat
10 04 04*	prašina dimnog gasa
10 04 05*	ostale čvrste čestice i prašina
10 04 06*	čvrsti otpadi iz tretmana gasa
10 04 07*	muljevi i filter – kolači iz tretmana gasa
10 04 09*	zauljeni otpadi iz tretmana rashladne vode
10 05	**otpadi iz termičke metalurgije cinka**
10 05 03*	prašina dimnog gasa
10 05 05*	čvrsti otpad iz tretmana gasa
10 05 06*	muljevi i filter – kolači iz tretmana gasa
10 05 08*	zauljeni otpadi iz tretmana rashladne vode
10 05 10*	zgura i plivajuća pena/šljaka koja je zapaljiva ili koja u dodiru sa vodom emituje zapaljive gasove u opasnim količinama

10 06	**otpad iz termičke metalurgije bakra**
10 06 03*	prašina dimnog gasa
10 06 06*	čvrsti otpadi iz tretmana gasa
10 06 07*	muljevi i filter – kolači iz tretmana gasa
10 06 09*	zauljeni otpadi iz tretmana rashladne vode
10 07	**otpadi iz termičke metalurgije srebra, zlata i platine**
10 07 07*	zauljeni otpadi iz tretmana rashladne vode
10 08	**otpadi iz termičke metalurgije ostalih obojenih metala**
10 08 08*	slana šljaka iz primarne i sekundarne proizvodnje
10 08 10*	zgura i plivajuća pena/šljaka koja je zapaljiva ili koja u dodiru sa vodom emituje zapaljive gasove u opasnim količinama
10 08 12*	otpadi koji sadrže katran iz anodnog procesa
10 08 15*	prašina dimnog gasa koja sadrži opasne supstance
10 08 17*	muljevi i filter – kolači iz tretmana dimnog gasa koji sadrže opasne supstance
10 08 19*	zauljeni otpadi iz tretmana rashladne vode
10 09	**otpadi od livenja gvozdenih odlivaka**
10 09 05*	jezgra i kalupi za livenje koji nisu prošli proces izlivanja i koji sadrže opasne supstance
10 09 07	jezgra i kalupi za livenje koji su prošli proces izlivanja i koji sadrže opasne supstance
10 09 09*	prašina dimnog gasa koja sadrži opasne supstance
10 09 11*	ostale čvrste čestice koje sadrže opasne supstance
10 09 13*	otpadna veziva koja sadrže opasne supstance
10 09 15*	otpadni indikator pukotina koji sadrži opasne supstance
10 10	**otpadi od livenja odlivaka obojenih metala**
10 10 05*	jezgra i kalupi za livenje koji nisu prošli proces izlivanja i koji sadrže opasne supstance
10 10 07*	jezgra i kalupi za livenje koji su prošli proces izlivanja i koji sadrže opasne supstance
10 10 09*	prašina dimnog gasa koja sadrži opasne supstance
10 10 11*	ostale čvrste čestice koje sadrže opasne supstance
10 10 13*	otpadna veziva koja sadrže opasne supstance
10 10 15*	otpadni indikator pukotina koji sadrži opasne supstance
10 11	**otpadi iz proizvodnje stakla i proizvoda od stakla**
10 11 09*	otpadna pripremna mešavina koja se koristi pre termičkog tretmana koja sadrži opasne supstance
10 11 11*	otpadno staklo u malim komadima i staklena prašina koji sadrže teške metale (na primer od katodnih cevi)
10 11 13*	mulj od poliranja i mlevenja stakla koji sadrži opasne supstance
10 11 15*	čvrsti otpadi iz tretmana dimnog gasa koji sadrže opasne supstance
10 11 17*	muljevi i filter – kolači iz tretmana dimnog gasa koji sadrže opasne supstance
10 11 18	muljevi i filter – kolači iz tretmana dimnog gasa drugačiji od onih navedenih u 10 11 17

10 11 19*	čvrsti otpadi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
10 12	**otpadi iz proizvodnje keramičkih proizvoda, cigli, pločica i proizvoda za građevinarstvo**
10 12 09*	čvrsti otpadi iz tretmana gasa koji sadrže opasne supstance
10 12 11*	otpadi iz procesa glaziranja koji sadrže teške metale
10 13	**otpadi iz proizvodnje cementa, kreča i gipsa i predmeta i proizvoda koji se od njih proizvode**
10 13 09*	otpadi iz proizvodnje azbest cementa koji sadrže azbest
10 13 12*	čvrsti otpadi iz tretmana gasa koji sadrže opasne supstance
10 14	**otpad iz krematorijuma**
10 14 01*	otpad iz prečišćavanja gasa koji sadrži živu
11	**OTPADI OD HEMIJSKOG TRETMANA POVRŠINE I ZAŠTITE METALA I DRUGIH MATERIJALA; HIDROMETALURGIJA OBOJENIH METALA**
11 01	**otpadi od hemijskog tretmana površine i zaštite metala i drugih materijala (npr. procesi galvanizacije, oblaganje cinkom, čišćenje kiselinom, radiranje, fosfatiranje, odmašćivanje bazama i anodizacija)**
11 01 05*	kiseline za čišćenje
11 01 06*	kiseline koje nisu drugačije specificirane
11 01 07*	baze za čišćenje
11 01 08*	muljevi od fosfatiranja
11 01 09*	muljevi i filter – kolači koji sadrže opasne supstance
11 01 11*	tečnosti za ispiranje na bazi vode koje sadrže opasne supstance
11 01 13*	otpadi od odmašćivanja koji sadrže opasne supstance
11 01 15*	eluati i muljevi iz membranskih ili jonoizmenjivačkih sistema koji sadrže opasne supstance
11 01 16*	zasićene ili potrošene jonoizmenjivačke smole
11 01 98*	ostali otpadi koji sadrže opasne supstance
11 02	**otpadi iz hidrometalurških procesa obojenih metala**
11 02 02*	muljevi iz hidrometalurgije cinka (uključujući jarosit i getit)
11 02 05*	otpadi iz hidrometalurških procesa bakra koji sadrže opasne supstance
11 01 07*	ostali otpadi koji sadrže opasne supstance
11 03	**muljevi i čvrsti otpadi iz procesa kaljenja**
11 03 01*	otpadi koji sadrže cijanide
11 03 02*	ostali otpadi
11 05	**otpadi iz procesa vrele galvanizacije**
11 05 03*	čvrsti otpadi iz tretmana gasa
11 05 04*	potrošena tečnost
12	**OTPADI OD OBLIKOVANjA I FIZIČKE I MEHANIČKE POVRŠINSKE OBRADE METALA I PLASTIKE**
12 01	**otpadi od oblikovanja i fizičke i mehaničke površinske obrade metala i plastike**
12 01 06*	mineralna mašinska ulja koja sadrže halogene (izuzev emulzija i rastvora)

12 01 07*	mineralna mašinska ulja koja ne sadrže halogene (izuzev emulzija i rastvora)
12 01 08*	mašinske emulzije i rastvori koje sadrže halogene
12 01 09*	mašinske emulzije i rastvori koje ne sadrže halogene
12 01 10*	sintetička mašinska ulja
12 01 12*	potrošeni vosak i masti
12 01 14*	mašinski muljevi koji sadrže opasne supstance
12 01 16*	otpadi od gorivih materijala koji sadrži opasne supstance
12 01 18*	metalni muljevi (od mlevenja, brušenja i oštrenja) koji sadrži ulje
12 01 19*	odmah biorazgradivo mašinsko ulje
12 01 20*	potrošena tela za mlevenje i materijali za mlevenje koji sadrže opasne supstance
12 03	**otpadi iz procesa odmašćivanja vodom i parom (izuzev 11)**
12 03 01*	tečnosti za pranje na bazi vode
12 02 02*	otpadi od odmašćivanja parom
13	**OTPADI OD ULjA I OSTATAKA TEČNIH GORIVA (OSIM JESTIVIH ULjA I ONIH U POGLAVLjIMA 05, 12 I 19)**
13 01	**otpadna hidraulična ulja**
13 01 01*	hidraulična ulja koja sadrže PCB
13 01 04*	hlorovane emulzije
13 01 05*	nehlorovane emulzije
13 01 09*	mineralna hlorovana hidraulična ulja
13 01 10*	mineralna nehlorovana hidraulična ulja
13 01 11*	sintetička hidraulična ulja
13 01 12*	odmah biorazgradiva hidraulična ulja
13 01 13*	ostala hidraulična ulja
13 02	**otpadna motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje**
13 02 04*	mineralna hlorovana motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 02 05*	mineralna nehlorovana motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 02 06*	sintetička motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 02 07*	odmah biorazgradiva motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 02 08*	ostala motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 03	**otpadna ulja za izolaciju i prenos toplote**
13 03 01*	ulja za izolaciju i prenos toplote koja sadrže PCB
13 03 06*	mineralna hlorovana ulja za izolaciju i prenos toplote drugačija od onih navedenih u 13 03 01
13 03 07*	mineralna nehlorovana ulja za izolaciju i prenos toplote
13 03 08*	sintetička ulja za izolaciju i prenos toplote
13 03 09*	odmah biorazgradiva ulja za izolaciju i prenos toplote
13 03 10*	ostala ulja za izolaciju i prenos toplote
13 04	**brodska ulja**

13 04 01*	ulja sa dna brodova iz rečne plovidbe
13 04 02*	ulja sa dna brodova iz kanalizacije na pristaništu
13 04 03*	ulja sa dna brodova iz ostale vrste plovidbe
13 05	**sadržaj separatora ulje/ voda**
13 05 01*	čvrste materije iz peskolova i separatora ulje/ voda
13 05 02*	muljevi iz separatora ulje/ voda
13 05 03*	muljevi od hvatača ulja
13 05 06*	ulja iz separatora ulje/ voda
13 05 07*	zauljena voda iz separatora ulje/ voda
13 05 08*	mešavine otpada iz komore za otpad i separatora ulje/ voda
13 07	**otpadi od tečnih goriva**
13 07 01*	pogonsko gorivo i dizel
13 07 02*	benzin
13 07 03*	ostala goriva (uključujući mešavine)
13 08	**otpadna ulja koja nisu drugačije specificirana**
13 08 01*	muljevi ili emulzije od desalinacije
13 08 02*	ostale emulzije
13 08 99*	otpadi koji nisu drugačije specificirani
14	**OTPADNI ORGANSKI RASTVARAČI, SREDSTVA ZA HLAĐENjE I POTISNI GASOVI (OSIM 07 I 08)**
14 06	**otpadni organski rastvarači, sredstva za hlađenje i potisni gasovi na bazi pene/aerosola**
14 06 01*	hlorofluorougljovodonici, HCFC, HFC
14 06 02*	ostali halogenovani rastvarači i smeše rastvarača
14 06 03*	ostali rastvarači i smeše rastvarača
14 06 04*	muljevi ili čvrsti otpadi koje sadrže halogenovane rastvarače
14 06 05*	muljevi ili čvrsti otpadi koje sadrže ostale rastvarače
15	**OTPAD OD AMBALAŽE, APSORBENTI, KRPE ZA BRISANjE, FILTERSKI MATERIJALI I ZAŠTITNE TKANINE, AKO NIJE DRUGAČIJE SPECIFICIRANO**
15 01	**ambalaža (uključujući posebno sakupljenu ambalažu u komunalnom otpadu)**
15 01 10*	ambalaža koja sadrži ostatke opasnih supstanci ili je kontaminirana opasnim supstancama
15 01 11*	metalna ambalaža koja sadrži opasan čvrst porozni matriks (npr. azbest), uključujući i prazne boce pod pritiskom
15 02	**apsorbenti, filterski materijali, krpe za brisanje i zaštitna odeća**
15 02 02*	apsorbenti, filterski materijali (uključujući filtere za ulje koji nisu drugačije specificirani), krpe za brisanje, zaštitna odeća, koji su kontaminirani opasnim supstancama
16	**OTPADI KOJI NISU DRUGAČIJE SPECIFICIRANI U KATALOGU**
16 01	**otpadna vozila iz različitih vidova transporta (uključujući mehanizaciju) i otpadi nastali demontažom otpadnih vozila i od**

	održavanja vozila (izuzev 13, 14, 16 06 i 16 08)
16 01 04*	otpadna vozila
16 01 07*	filteri za ulje
16 01 08*	komponente koje sadrže živu
16 01 09*	komponente koje sadrže PCB
16 01 10*	eksplozivne komponente (npr. vazdušni jastuci)
16 01 11*	kočione obloge koje sadrže azbest
16 01 13*	kočione tečnosti
16 01 14*	antifriz koji sadrži opasne supstance
16 01 21*	opasne komponente drugačije od onih navedenih u 16 01 07 do 16 01 11 i 16 01 13 i 16 01 14)
16 02	**otpadi od električne i elektronske opreme**
16 02 09*	transformatori i kondenzatori koji sadrže PCB
16 02 10*	odbačena oprema koja sadrži ili je kontaminirana sa PCB, drugačija od one navedene u 16 02 09
16 02 11*	odbačena oprema koja sadrži hlorofluorougljovodonike, HCFC, HFC
16 02 12*	odbačena oprema koja sadrži slobodni azbest
16 02 13*	odbačena oprema koja sadrži opasne komponente drugačija od one navedene u 16 02 09 do 16 02 12
16 02 15*	opasne komponente uklonjene iz odbačene opreme
16 03	**komponente izvan specifikacije i nekorišćeni proizvodi**
16 03 03*	neorganski otpadi koji sadrže opasne supstance
16 03 05*	organski otpadi koji sadrže opasne supstance
16 04	**otpadni eksplozivi**
16 04 01*	otpadna municija
16 04 02*	otpadi od vatrometa
16 04 03*	ostali otpadni eksplozivi
16 05	**gasovi u bocama pod pritiskom i odbačene hemikalije**
16 05 04*	gasovi u bocama pod pritiskom (uključujući halone) koji sadrže opasne supstance
16 05 06*	laboratorijske hemikalije koje se sastoje ili sadrže opasne supstance, uključujući smeše laboratorijskih hemikalija
16 05 07*	odbačene neorganske hemikalije koje se sastoje ili sadrže opasne supstance
16 05 08*	odbačene organske hemikalije koje se sastoje ili sadrže opasne supstance
16 06	**baterije i akumulatori**
16 06 01*	olovne baterije
16 06 02*	baterije od nikl-kadmijuma
16 06 03*	baterije koje sadrže živu
16 06 06*	posebno sakupljen elektrolit iz baterija i akumulatora
16 07	**otpadi iz rezervoara za transport i skladištenje i otpad od čišćenja buradi (izuzev 05 i 13)**
16 07 08*	otpadi koji sadrže ulje

16 07 09*	otpadi koji sadrže ostale opasne supstance
16 08	**istrošeni katalizatori**
16 08 02*	istrošeni katalizatori koji sadrže opasne prelazne metale ili opasna jedinjenja prelaznih metala
16 08 05*	istrošeni katalizatori koji sadrže fosfornu kiselinu
16 08 06*	istrošene tečnosti upotrebljene kao katalizatori
16 08 07*	istrošeni katalizatori kontaminirani opasnim supstancama
16 09	**oksidansi**
16 09 01*	permanganati, npr. kalijum permanganat
16 09 02*	hromati, npr. kalijum hromat, kalijum- ili natrijum dihromat
16 09 03*	peroksidi, npr. vodonik peroksid
16 09 04*	oksidanti koji nisu drugačije specificirani__
16 10	**tečni otpadi na bazi vode namenjeni tretmanu van** mesta nastajanja
16 10 01*	tečni otpadi na bazi vode koji sadrže opasne supstance
16 10 03*	koncentrati na bazi vode koji sadrže opasne supstance
16 11	**otpadne obloge i vatrostalni materijali**
16 11 01*	obloge na bazi ugljenika i vatrostalni materijali iz metalurških procesa koji sadrže opasne supstance
16 11 03*	ostale obloge i vatrostalni materijali iz metalurških procesa koji sadrže opasne supstance
16 11 05*	obloge i vatrostalni materijali iz nemetalurških procesa koji sadrže opasne supstance
17	**GRAĐEVINSKI OTPAD I OTPAD OD RUŠENjA (UKLjUČUJUĆI I ISKOPANU ZEMLjU SA KONTAMINIRANIH LOKACIJA)**
17 01	**beton, cigle, crep i keramika**
17 01 06*	mešavine ili pojedine frakcije betona, cigle, pločice i keramika koji sadrže opasne supstance
17 02	**drvo, staklo i plastika**
17 02 04*	staklo, plastika i drvo koji sadrže opasne supstance ili su kontaminirani opasnim supstancama
17 03	**bituminozne mešavine, katran i katranski proizvodi**
17 03 01*	bituminozne mešavine koje sadrže katran od uglja
17 03 03*	katran od uglja i katranski proizvodi
17 04	**metali (uključujući i njihove legure)**
17 04 09*	otpad od metala kontaminiran opasnim supstancama
17 04 10*	kablovi koji sadrže ulje, katran od uglja i druge opasne supstance
17 05	**zemlja (uključujući zemlju iskopanu sa kontaminiranih lokacija), kamen i iskop**
17 05 03*	zemlja i kamen koji sadrže opasne supstance
17 05 05*	iskop koji sadrži opasne supstance
17 05 07*	otpad koji spada sa gusenica koji sadrži opasne supstance
17 06	**izolacioni materijali i građevinski materijali koji sadrže azbest**
17 06 01*	izolacioni materijali koji sadrže azbest

17 06 03*	ostali izolacioni materijali koji se sastoje od ili sadrže opasne supstance
17 06 05*	građevinski materijali koji sadrže azbest
17 08	**građevinski materijal na bazi gipsa**
17 08 01*	građevinski materijal na bazi gipsa kontaminirani opasnim supstancama
17 09	**ostali otpadi od građenja i rušenja**
17 09 01*	otpadi od građenja i rušenja koji sadrže živu
17 09 02*	otpadi od građenja i rušenja koji sadrže PCB (npr. zaptivači koji sadrže PCB, podovi na bazi smola koji sadrže PCB, glazure koje sadrže PCB i kondenzatori koji sadrže PCB)
17 09 03*	ostali otpadi od građenja i rušenja (uključujući mešane otpade) koji sadrže opasne supstance
18	**OTPADI OD ZDRAVSTVENE ZAŠTITE LjUDI I ŽIVOTINjA I/ILI S TIM POVEZANOG ISTRAŽIVANjA (IZUZEV OTPADA IZ KUHINjA I RESTORANA KOJI NE DOLAZI OD NEPOSREDNE ZDRAVSTVENE ZAŠTITE)**
18 01	**otpadi iz porodilišta, dijagnostike, tretmana ili prevencije bolesti ljudi**
18 01 03*	otpadi čije sakupljanje i odlaganje podleže posebnim zahtevima zbog sprečavanja infekcije
18 01 06*	hemikalije koje se sastoje od ili sadrže opasne supstance
18 01 08*	citotoksični i citostatični lekovi
18 01 10*	otpadni amalgam iz stomatologije
18 02	**otpadi od istraživanja, dijagnostike, tretmana ili prevencije bolesti životinja**
18 02 02*	otpadi čije sakupljanje i odlaganje podleže posebnim zahtevima zbog sprečavanja infekcije
18 02 05*	hemikalije koje se sastoje od ili sadrže opasne supstance
18 02 07*	citotoksični i citostatični lekovi
19	**OTPADI IZ POSTROJENjA ZA OBRADU OTPADA, POGONA ZA TRETMAN OTPADNIH VODA VAN MESTA NASTAJANjA I PRIPREMU VODE ZA LjUDSKU POTROŠNjU I KORIŠĆENjE U INDUSTRIJI**
19 01	**otpadi od spaljivanja ili pirolize otpada**
19 01 05*	filter – kolač iz tretmana gasa
19 01 06*	tečni otpadi na bazi vode od tretmana gasa i drugi tečni otpadi na bazi vode
19 01 07*	čvrsti otpadi od tretmana gasa
19 01 10*	istrošeni aktivni ugalj od tretmana gasa
19 01 11*	šljaka koja sadrži opasne supstance
19 01 13*	leteći pepeo koji sadrži opasne supstance
19 01 15*	prašina iz kotla koja sadrži opasne supstance
19 01 17*	otpadi od pirolize koji sadrže opasne supstance
19 02	**otpadi od fizičko/hemijskih tretmana otpada (uključujući dehromiranje, decijanizaciju i neutralizaciju)**
19 02 04*	prethodno izmešani otpadi koji se sastoje od najmanje jednog opasnog otpada
19 02 05*	muljevi iz fizičko/hemijskog tretmana koji sadrže opasne supstance

19 02 07*	ulja i koncentrati od separacije
19 02 08*	tečni sagorljivi otpadi koji sadrže opasne supstance
19 02 09*	čvrsti sagorljivi otpadi koji sadrže opasne supstance
19 02 11*	ostali otpadi koji sadrže opasne supstance__
19 03	**stabilizovani/solidifikovani otpadi**
19 03 04*	otpadi označeni kao opasni, delimično stabilizovani
19 03 06*	otpadi označeni kao opasni, solidifikovani
19 04	**ostakljen (vitrifikovan) otpad i otpadi nastali u procesu vitrifikacije**
19 04 02*	leteći pepeo i ostali otpadi od tretmana dimnog gasa
19 04 03*	čvrsta faza koja se nije vitrifikovala
19 07	**procedne vode iz sanitarnih deponija**
19 07 02*	procedne vode iz sanitarnih deponija koje sadrže opasne supstance
19 08	**otpadi iz pogona za tretman otpadnih voda koji nisu drugačije specificirani**
19 08 06*	zasićene ili potrošene jonoizmenjivačke smole
19 08 07*	rastvori i muljevi iz regeneracije jonoizmenjivača
19 08 08*	otpad sa membranskog sistema koji sadrži teške metale
19 08 10*	smeše masti i ulja iz separacije ulje/voda drug. od onih navedenih u 19 08 09
19 08 11*	muljevi koji sadrže opasne supstance iz biol. tretm. industrijske otpadne vode
19 08 13*	muljevi koji sadrže opasne supstance iz ostalih tretmana indust. otpadne vode
19 10	**otpadi od sitnjenja otpada koji sadrže metal**
19 10 03*	laka frakcija i prašina koje sadrže opasne supstance
19 09 05*	ostale frakcije koje sadrže opasne supstance
19 11	**otpadi iz regeneracije ulja**
19 11 01*	istrošena filterska glina
19 11 02*	kiseli katrani
19 11 03*	tečni otpadi na bazi vode
19 11 04*	otpadi od čišćenja goriva bazama
19 11 05*	muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
19 11 07*	otpadi od prečišćavanja dimnih gasova
19 12	**otpadi od mehaničkog tretmana otpada (npr. sortiranja, drobljenja, kompaktiranja i paletizovanja) koji nisu drugačije specificirani**
19 12 06*	drvo koje sadrži opasne supstance
19 12 11*	drugi otpadi (uključujući mešavine materijala) od mehaničkog tretmana otpada koji sadrže opasne supstance
19 13	**otpadi od remedijacije zemljišta i podzemnih voda**
19 13 01*	čvrsti otpadi od remedijacije zemljišta koji sadrže opasne supstance
19 13 03*	muljevi od remedijacije zemljišta koji sadrže opasne supstance
19 13 05*	muljevi od remedijacije podzemnih voda koji sadrže opasne supstance
19 13 07*	tečni otpadi na bazi vode i vodeni koncentrati od remedijacije podzemnih voda

	koji sadrže opasne supstance
20	**KOMUNALNI OTPADI (KUĆNI OTPAD I SLIČNI KOMERCIJALNI I INDUSTRIJSKI OTPADI), UKLJUČUJUĆI ODVOJENO SAKUPLJENE FRAKCIJE**
20 01	**odvojeno sakupljene frakcije (izuzev 15 01)**
20 01 13*	rastvarači
20 01 14*	kiseline
20 01 15*	baze
20 01 17*	foto-hemikalije
20 01 19*	pesticidi
20 01 21*	fluorescentne cevi i drugi otpad koji sadrži živu
20 01 23*	odbačena oprema koja sadrži hlorofluorougljovodonike
20 01 26*	ulja i masti drugačiji od onih navedenih u 20 01 25
20 01 27*	boja, mastila, lepkovi i smole koji sadrže opasne supstance
20 01 29*	deterdženti koji sadrže opasne supstance
20 01 31*	citotoksični i citostatični lekovi
20 01 33*	baterije i akumulatori uključeni u 16 06 01, 16 06 02 ili 16 06 03 i nesortirane baterije i akumulatori koji sadrže ove baterije
20 01 35*	odbačena električna i elektronska oprema drugačija od one navedene u 20 01 21 i 20 01 23 koja sadrži opasne komponente
20 01 37*	drvo koje sadrži opasne supstance

11. Spisak tabela

Tabela 2.1. Katalog otpada (Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada "Službeni glasnik RS", br.56/2010, član 14., Prilog 1)

Tabela 2.2. Reference H-liste

Teaela 2.3. Reference za poređenje nekoliko najčešćih indeksiranih brojeva i ADR oznaka

Tabela 2.4. Pregled ostale važnije EU regulative u oblasti upravljanja otpadom

Tabela 3.1. Vrste otpada koje se uspešno mogu tretirati u termalnoj plazmi

Tabela 4.1. Klasifikacija uticaja POPs-ova na zdravlje ljudi

Tabela 4.2. Stare i nove POPs hemikalije

Tabela 4.3. Molarni udeli komponenata sistema PCB-vazduh

Tabela 4.4. Moguće komponente sistema PCB-vazduh

Tabela 4.5. Emisija zagađujućih materija

Tabela 5.1. Očekivani tipovi i količine opasnog otpada u Srbiji 2020. godine klasifikovani na osnovu kategorija otpada koje je definisala Evropska uredba o statistici otpada (EC 2150/2002)

Tabela 5.2. Tabela Normativi radne snage

Tabela 5.3. Organizaciona shema

Tabela 5.4. Ukupna investiciona ulaganja

Tabela 5.5. Plazma modul za pirolizu

Tabela 5.6. Postrojenje za rekuperaciju toplotne i električne energije

Tabela 5.7. Jedinica za pripremu otpadnog materijala za plazma tretman

Tabela 5.8. Izvori finansijskih sredstava

Tabela 5.9. Plan otplate anuiteta

Tabela 5.10. Obračun amortizacije u projektovanom periodu

Tabela 5.11. Troškovi zaposlenih u 2021. godini

Tabela 5.22. Bilans Uspeha u Periodu projekcije (od 2021 do 2040.)

Tabela 5.13. Pro-forma početni Bilans stanja

Tabela 5.14. Finansijski tok

Tabela 5.15. 0Ekonomski tok sa obračunom statičkih i dinamičkih pokazatelja

Tabela 5.16. Obračun diskontne stope

Tabela 5.17. Sumarni pregled pokazatelja rentabilnosti

Tabela 5.18. Formule ostalih pokazatelja

12. Biografija autora

Opšti podaci

Dejana Popović rođena je 19.02.1981. godine u Beogradu, Republika Srbija, gde je završila osnovnu školu i gimnaziju. Fakultet organizacionih nauka diplomirala je na katedri za kvalitet 2006. godine, a master diplomu stekla 2009. godine. Doktorske akademske studije na Univerzitetu Singidunum, smer Inženjerski sistemi u menadžmentu, upisala je školske 2013/2014. godine. Autor ili koautor je 12 naučno-stručnih radova zasnovanih na eksperimentalnim radovima u okviru tehnološkog projekta, zatim u oblasti kvaliteta, ocenjivanja usaglašenosti proizvoda i tehničkog zakonodavstva.

Podaci o obrazovanju

1996. - 2000. Prva beogradska gimnazija, prirodno-matematički smer

2000. - 2006. Diplomirani inženjer organizacionih nauka, FON, Beograd
Odsek za menadžment kvalitetom,
Tema rada: Značaj donošenja i primene harmonizovanih standarda prema direktivama Novog i Globalnog pristupa Evropske Unije.

2008. - 2009. Master diploma Fakultet Organizacionih Nauka, Univerzitet u Beogradu, Smer: Upravljanje kvalitetom, Tema rada: Usklađivanje tehničkog zakonodavstva Republike Srbije sa zakonodavstvom Evropske Unije.

2009. - 2011. Executive MBA studije, Cotrugli business school, Beograd – MBA program je orjentisan senior menadžmentu i visoko motivisanom rukovodećem kadru, teži savremenim znanjima i iskustvima koja se mogu podeliti u okviru programa. Moduli programa: Ekonomija i kvantitativne metode, Preduzetništvo, Marketing menadžment, Računovodstvo, Finansijski menadžment, Proces donošenja odluka, Upravljanje ljudskim resursima, Poslovna komunikacija, Upravljanje operacijama, Strateški menadžment, Finansije II, Razvojni menadžment, Upravljanje rizikom, Projektni menadžment,

Liderstvo. Završni rad je bila detaljna izrada Biznis plana koji se razvijao kroz sve ove module.

Dodatna edukacija

2006.-2010. Radionice i kursevi iz Marketing menadžmenta, Marketing u praksi, Marketing i promene, Menadžment upravljanja rizikom, Projektni menadžment – organizator Q-expert, Beograd.

2010. Radionice iz neurolingvističkog programiranja, ceo kurs, organizator Spiritus movens, Beograd.

2011. European project proposal development training- Kako da razvijemo projektnu ponudu koja će biti finansirana, organizator Balkan Security Network, Beograd.

Radno iskustvo

2006. – 2014. Apoteka Beograd, Direktor sektora za kvalitet – rad na implementaciji, uvođenju i održavanju standarda ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001. Tokom 2008. i 2009. godine nadgradnja standarda ISO 9001(Sistem menadžmenta kvalitetom) sa ISO 14001(Zaštita životne sredine) i OHSAS18001(Bezbednost i zdravlje na radu). Projektovanje kompletne dokumentacije Integrisanog menadžment sistema, interne provere u svim organizacionim jedinicama, poznavanje rada svih sektora u okviru Ustanove Apoteka Beograd.

Od 01.03.2014. – Institut za nuklearne nauke „VINČA" , Biro za sertifikaciju, u istraživačkom zvanju istraživač-saradnik, i radnom mestu rukovodilac kvaliteta akreditovanog Sertifikacionog i Kontrolnog tela za proizvode. Učesnik na realizaciji projekta u oblasti tehnološkog razvoja broj TR35031 – „Razvoj i primena metoda i laboratorijske opreme za ocenjivanje usaglašenosti tehničkih proizvoda".

Poznavanje jezika: Engleski

Rad na računaru: Ms Office, Internet, SPSS

SPISAK RADOVA

Poglavlje u knjizi/ Rad u tematskom zborniku međunarodnog značaja – **M14**

1. Mitrovic, A., Mitrovic, N., Maslarevic, A., Adzic, V., **Popovic, D**., Milosevic, M.: "Thermal and Mechanical Characteristics of Dual Cure Self-etching, Self-adhesive Resin Based Cement", Experimental and Numerical Investigations in Materials Science and Engineering, Springer, Vol. 54, 3-15, 2018.

Radovi objavljeni u međunarodnom časopisu **– M22**

1. Aleksandra Mitrović, Dušan Antonović, Ivan Tanasić, Nenad Mitrović , Gordana Bakić, **Dejana Popović**, Miloš Milošević: „3D Digital Image Correlation Analysis of the Shrinkage Strain in Four Dual Cure Composite Cements", Hindawi, BioMed Research International, Volume 2019, Article ID 2041348, 7 pages, https://doi.org/10.1155/2019/2041348, 2019.

Radovi objavljeni u međunarodnom časopisu **– M23**

1. Aleksandra Mitrovic, Bozica Bojovic, Dragomir Stamenkovic, **Dejana Popovic**: "Characterization of surface roughness of new nanophotonic soft contact lenses using lacunarity and AFM method ", Scientific paper, UDC 666.227.5: 620.3: 543.456, Hemijska industrija 72(3), pp 157-166, https://doi.org/10.2298/HEMIND170924004M, 2018.
2. **Dejana Popovic**, Nenad Mitrovic, Aleksandar Petrovic, Milos Milosevic, Nikola Momcilovic; „Sustainble Development of Pressure Equipment Using 3D Digital Image Correlation Method", Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly 26 (3) (CI&CEQ), Association of Chemical Engineers of Serbia, pp 287-293, https://doi.org/10.2298/CICEQ190124006P, 2020.

Radovi objavljeni u časopisu međunarodnog značaja verifikovanog posebnom odlukom – **M24**

1. Mitrović A., Miljković V., **Popović D.,** Koruga Dj**.: "**Mechanical Properties of Nanophotonic Soft Contact Lenses based on Poly (2-Hydrohzethil Methacrylate) and Fullerenes", Structural Integrity and Life, Original scientific paper, UDC 615.46.678.6, Vol. 16, No 1 (2016), pp. 39–42, 2016.
2. Vladimir M. Miljković, Aleksandra D. Mitrović, Dragomir Stamenković, **Dejana Popović,** Djuro Lj. Koruga: „Monte Carlo Simulation of Light Transport Through Lens"**,** Original scientific paper, UDC: 535.2:519.6, Structural Integrity and Life, Vol. 16, No 2 (2016), pp. 125–130, 2016.

Saopštenja sa međunarodnog skupa štampana u celini **– M33**

1. **Popović D.,** Popović P.: **«**Developing of Integrated management system in Health institution Pharmacy Belgrade**»,** The 19th International Conference of the Israel Society for Quality, CD Proceedings**,** 22.-24. October 2012., **http://www.isas.co.il/quality2012/info.php,** Jerusalem**,** Israel

2. Popović P., **Popović D**: „Management of impartility- a key request of new version of international standards for certification and inspection of products and services", First international conference Sinteza, **http://www.sinteza.singidunum.ac.rs/** 25.-26. April , DOI: 10.15308/SINTEZA-2014-887-892, 2014, Belgrade, Serbia
3. **Popović D**., Sahovic N.,Pereira G. : „Enabling smart energy use", First international conference Sinteza, **http://www.sinteza.singidunum.ac.rs/** 25.-26. April DOI: 10.15308/SINTEZA-2014-1006-1011, 2014, Belgrade, Serbia
4. **Popović D**., Sahovic N.: „Smart meters and consumers", XIV International symposium SYMORG, **http://www.symorg.fon.bg.ac.rs/** , Proceedings, pp 1649-1654, 6.-10. June 2014, Zlatibor, Serbia

Radovi u vodećem časopisu nacionalnog značaja – **M51**

1. Popović P., **Popović D.:** "Implementation of New International Standards for Certification and Inspection Bodies", Journal of Applied Engineering Science, ISSN 1451-4117, ISSN 1821-3197 (online), no.4, vol.12, doi:10.5937/jaes12-4938, pp 187-196, http://www.iipp.rs/casopis, 2014, Belgrade, Serbia

Naučni časopis – **M53**

1. **Popović D.,** Sahovic N.: „Smart Meters", International Journal of Advanced Quality, UDC 658.5 ISSN 2217-8155, Vol.42, No 4, UASQ –United Association of Serbia for Quality, http://www.jusk.rs, 2014. Belgrade, Serbia

RAZVOJ I PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA U TRETMANU OPASNOG OTPADA I FORMIRANJE KONCEPTA POSTROJENJA ZA ODLAGANJE I TRETMAN OTPADA

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	nardus.mpn.gov.rs Internet	1572 words —	4%
2	www.znrfak.ni.ac.rs Internet	923 words —	2%
3	www.slideshare.net Internet	884 words —	2%
4	docplayer.net Internet	500 words —	1%
5	hazardouswaste-serbia.info Internet	400 words —	1%
6	www.ekonomija.ac.me Internet	371 words —	1%
7	tsrbv.nl Internet	369 words —	1%
8	www.pcbsserbia.rs Internet	360 words —	1%
9	www.eko.minpolj.gov.rs Internet	354 words —	1%
10	www.eukonvent.org Internet	231 words —	1%

11	www.bc-cetinje.com Internet	211 words — 1%
12	staff.ui.ac.id Internet	211 words — 1%
13	www.lte-vinca.rs Internet	156 words — < 1%
14	epub.uni-bayreuth.de Internet	150 words — < 1%
15	www.lokalnirazvoj.org Internet	132 words — < 1%
16	www.scribd.com Internet	125 words — < 1%
17	etd.adm.unipi.it Internet	116 words — < 1%
18	es.scribd.com Internet	108 words — < 1%
19	www.docsity.com Internet	97 words — < 1%
20	Gomez, E.. "Thermal plasma technology for the treatment of wastes: A critical review", Journal of Hazardous Materials, 20090130 Crossref	97 words — < 1%
21	www.ekoplan.gov.rs Internet	87 words — < 1%
22	www.mdpi.com Internet	85 words — < 1%
23	Anka Mihajlov-Prokopović, Zoran Jevtović, Zoran Jovanović. "Digital challenges of local media of the Nišava District", CM: Communication and Media, 2019 Crossref	76 words — < 1%

24	Chang-Yu Wu. "A Thermodynamic Equilibrium Analysis to Determine the Potential Sorbent Materials for the Control of Arsenic Emissions from Combustion Sources", Environmental Engineering Science, 05/2001 Crossref	75 words —	< 1%
25	ambassadors-env.com Internet	72 words —	< 1%
26	lokalnirazvoj.rs Internet	69 words —	< 1%
27	documents.mx Internet	60 words —	< 1%
28	Sanja Stosic, Mihajlo Rabrenovic. "Microeconomic principles in the health sector: The demand for health services in the Republic of Serbia", Megatrend revija, 2015 Crossref	52 words —	< 1%
29	rs.n1info.com Internet	52 words —	< 1%
30	www.ttigroup.co.rs Internet	51 words —	< 1%
31	drive.google.com Internet	48 words —	< 1%
32	www.merz.gov.rs Internet	47 words —	< 1%
33	thermo.hotbox.ru Internet	46 words —	< 1%
34	www.raris.org Internet	44 words —	< 1%
35	www.mathnet.ru Internet	40 words —	< 1%

36	pcbmontenegro.me Internet	40 words — < 1%
37	Života G Kostić, Predrag Lj Stefanović, Pavle B Pavlović. "Comparative analysis of polychlorinated biphenyl decomposition processes in air or argon (+oxygen) thermal plasma", Journal of Hazardous Materials, 2000 Crossref	38 words — < 1%
38	link.springer.com Internet	38 words — < 1%
39	issuu.com Internet	38 words — < 1%
40	www.mitecoforum.org Internet	38 words — < 1%
41	zir.nsk.hr Internet	35 words — < 1%
42	Kostic, G.. "Optimal thermal plasma processes for zirconium carbide powder production from zircon concentrates", Ceramics International, 2001 Crossref	34 words — < 1%
43	www.remake.rs Internet	30 words — < 1%
44	John D. Power, Pierce Kavanagh, Gavin McLaughlin, Michael Barry, Geraldine Dowling, Simon D. Brandt. "'APAAN in the neck' - A reflection on some novel impurities found in seized materials containing amphetamine in Ireland during routine forensic analysis", Drug Testing and Analysis, 2017 Crossref	29 words — < 1%
45	www.gfv.unizg.hr Internet	29 words — < 1%
46	Hans-Joachim Heinrich, Ralf Matschat. "Investigations on Freon-	

	assisted atomization of refractory analytes (Cr, Mo, Ti, V) in multielement electrothermal atomic absorption spectrometry", Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 2007 Crossref	28 words — < 1 %
47	Jelena Matijašević-Obradović, Goran Milojević. "Waste management: The actual strategic approach and analysis of the work of authorized operators in the domain of recycling of packaging waste", Pravo - teorija i praksa, 2018 Crossref	28 words — < 1%
48	www.singipedia.com Internet	27 words — < 1%
49	www.pks.rs Internet	25 words — < 1%
50	projects.tempus.ac.rs Internet	24 words — < 1%
51	www.bibliotekaplus.rs Internet	23 words — < 1%
52	www.osce.org Internet	22 words — < 1%
53	www.bbc.com Internet	22 words — < 1%
54	Jelena Radić-Perić. "Thermodynamic study of decomposition of dichlorodifluoromethane in thermal plasma", Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 01/2005 Crossref	22 words — < 1%
55	www.cris.uns.ac.rs Internet	22 words — < 1%
56	www.bgcentar.org.rs Internet	21 words — < 1%

57	docslide.net Internet	20 words — < 1%
58	www.arhiva.srbija.gov.rs Internet	19 words — < 1%
59	Milan Počuča, Jelena Matijašević-Obradović. "Mutual conditionality of the environment and tourism: The importance of monitoring the air quality of the City of Novi Sad in the development and improvement of tourism", Pravo - teorija i praksa, 2020 Crossref	17 words — < 1%
60	savjetnik.ba Internet	17 words — < 1%
61	Tang, L., H. Huang, H. Hao, and K. Zhao. "Development of plasma pyrolysis/gasification systems for energy efficient and environmentally sound waste disposal", Journal of Electrostatics, 2013. Crossref	16 words — < 1%
62	www.iksi.ac.rs Internet	16 words — < 1%
63	www.vin.bg.ac.yu Internet	15 words — < 1%
64	www.cfcu.gov.rs Internet	15 words — < 1%
65	repozitorij.svkst.unist.hr Internet	15 words — < 1%
66	crnarupa.singidunum.ac.rs Internet	12 words — < 1%
67	paragraf.rs Internet	12 words — < 1%
68	www.zenta-senta.co.rs	

Internet

11 words — < 1 %

69 eur-lex.europa.eu
Internet

10 words — < 1%

70 vbs.rs
Internet

10 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON
EXCLUDE MATCHES < 15 WORDS