Mogućnosti gospodarenja industrijskim otpadom

Sekovanić, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

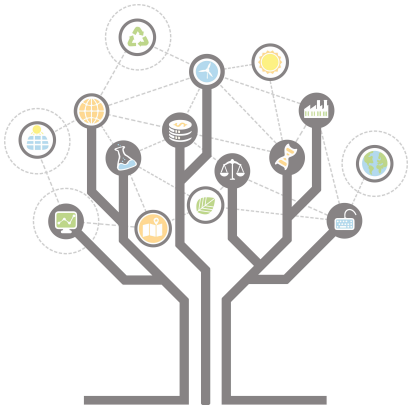
2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:942885

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Mogućnosti gospodarenja industrijskim otpadom

Sekovanić, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:942885

Rights / Prava: In copyright

Download date / Datum preuzimanja: **2020-10-27**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

LUCIJA SEKOVANIĆ

MOGUĆNOSTI GOSPODARENJA INDUSTRIJSKIM OTPADOM

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

LUCIJA SEKOVANIĆ

MOGUĆNOSTI GOSPODARENJA INDUSTRIJSKIM OTPADOM

ZAVRŠNI RAD

KANDIDAT:
Lucija Sekovanić

MENTOR:
izv.prof. dr. sc. Aleksandra Anić Vučinić
Neposredni voditelj:
Ivana Melnjak, mag. ing. geoing.

VARAŽDIN, 2018.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom

Mogućnosti gospodarenja industrijskim otpadom

(naslov završnog rada)

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **izv. prof. dr. sc. Aleksandre Anić Vučinić.**

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 04. 09. 2018.

Lucija Sekovanić
(Ime i prezime)

Lucija Sekovanić
(Vlastoručni potpis)

Sažetak
Ime i prezime: Lucija Sekovanić
Naslov rada: Mogućnosti gospodarenja industrijskim otpadom

Industrijski otpad postoji još od početka industrijske revolucije i podrazumijeva svaki otpad, koji je nastao kao posljedica proizvodnih procesa u gospodarstvu, ustanovama te uslužnim djelatnostima, a po sastavu, količini i svojstvima razlikuje se od komunalnog otpada. U radu su opisani problematika i mogućnosti gospodarenja industrijskim otpadom. Uvodni dio definira cilj rada, propisane zakone, vrste industrijskog otpada, njihovo djelovanje na okoliš i ljude te mogući načini uklanjanja i sprječavanja negativnog utjecaja na okoliš i zdravlje ljudi. Problematika gospodarenja industrijskim otpadom ima svoje specifičnosti, ali u mnogočemu je slična problematici komunalnog otpada. Krajnji cilj gospodarenja otpadom usmjerava se na trajno napuštanje odlaganja otpada primjenom načela poznata i kao "4R" koja su usvojena od Europske unije, a dio su zakona mnogih zemalja.

Ključne riječi:

Opasni otpad, industrijski kruti otpad, industrijske otpadne vode, otpadni plinovi

Sadržaj

1. UVOD 1
2. VRSTE INDUSTRIJSKOG OTPADA 4
2.1. Industrijski kruti otpad 4
2.1.1. Gospodarenje krutim industrijskim otpadom 5
2.1.1.1. Recikliranje industrijskog otpada 5
2.1.1.2. Spalionice otpada 7
2.2 Industrijske otpadne vode 8
2.2.1. Uređaji za pročišćavanje industrijskih otpadnih voda 9
2.3. Otpadni plinovi iz industrije 10
2.3.1. Obrada otpadnih plinova 10
2.3.1.1. Gravitacijski separatori 11
2.3.1.2. Inercijski separatori 12
2.3.1.3. Centrifugalni separatori 13
2.3.1.4. Elektrostatički separatori 14
2.3.1.5. Filtri 15
3. OPASNI INDUSTRIJSKI OTPAD 16
3.1. Karakteristike opasnog otpada 17
3.2. Gospodarenje opasnim otpadom 22
3.3. Prevencija nastanka opasnog otpada 23
3.4. Gospodarenje opasnim otpadom u RH 23
4. ZAKLJUČAK 25
5. POPIS LITERATURE 26
6. POPIS SLIKA 29
7. POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA KORIŠTENIH U RADU 30

1. UVOD

Industrijski otpad postoji još od početka industrijske revolucije i podrazumijeva svaki otpad, koji je nastao kao posljedica proizvodnih procesa u gospodarstvu, ustanovama te uslužnim djelatnostima, a po sastavu, količini i svojstvima razlikuje se od komunalnog otpada [1]. Njegov sastav ovisi o grani industrije koja ga proizvodi. Količina otpada ovisi o industrijskom razvoju zemlje što nam govori da godišnja količina industrijskog otpada po stanovniku može iznositi i do nekoliko tona, dok u nerazvijenim zemljama može ga nastati manje nego komunalnog otpada. Po svojstvima možemo razlikovati opasni i neopasni otpad. Opasni otpad sadrži tvari sa svojstvima eksplozivnosti, radioaktivnosti, štetnosti, otrovnosti, nagrizanja. Otpadni mulj koji sadrži teške metale, otpadni plin koji je zapaljiv, te ostaci elementarnog kalija, natrija i nagrizajuće kiseline sadrže svojstva opasnog otpada. Neopasni industrijski otpad sadrži vrlo male količine opasnih tvari ili ih uopće ne sadrži. Ne ugrožava čovjeka i okoliš, najčešće nastaje iz prehrambene, drvne i poljoprivredne industrije [2].

Problematika gospodarenja industrijskim otpadom ima svoje specifičnosti, ali u mnogočemu je slična problematici komunalnog otpada. Krajnji cilj gospodarenja otpadom usmjerava se na trajno napuštanje odlaganja otpada primjenom načela poznata i kao "4R" koja su usvojena od Europske unije, a dio su zakona mnogih zemalja, a to su: Reduction – Reuse – Recycling – Recovery.
Reduction podrazumijeva smanjenje ili sprečavanje nastanka otpada, Reuse ponovnu upotrebu otpada bez obrade, Recycling (recikliranje) obrada otpada za materijalno ili energetsko iskorištavanje, dok Recovery (oporaba) – obnavljanje i ponovna obrada otpada u korisne svrhe kada otpad zamjenjuje druge materijale. Osim toga, sav industrijski otpad potrebno je promatrati kao potencijalnu sirovinu, a u slučaju njegovog odlaganja potrebno je poduzeti odgovarajuća i pouzdana tehnička rješenja. Konačno odlaganje otpada treba se primjenjivati samo za ostatak otpada koji više nije moguće upotrijebiti, reciklirati ili obnoviti.

Zakonom o zaštiti okoliša (NN/80/2013) u pravni poredak Republike Hrvatske (RH) prenosi se direktiva 2010/75/EU, a RH kao članica Europske unije (EU) sudjeluje u primjeni direktive 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća o industrijskim emisijama od 24. studenog 2010. godine. Ova direktiva preinačena je iz sedam ranijih zakona o industrijskim emisijama i služi kako bi definirala pravila o sprečavanju i kontroli onečišćenog zraka, vode, tla s ciljem izbjegavanja nastajanja otpada iz velikih industrijskih postrojenja [3].

Kako industrijski otpad obuhvaća industrijski kruti otpad, otpadne vode i otpadne plinove koji su usko povezani, ovom direktivom cilj je i izbjegnuti utjecaj onečišćenja jednog medija na drugi. Jedan od najvažnijih instrumenata zaštite okoliša RH je izdavanje okolišne dozvole kako bi se osigurala zaštita i spriječilo značajno onečišćenje okoliša uzrokovano industrijskim aktivnostima. Isto tako, u svijetu otpad iz industrije reguliran je nekolicinom zakona i propisa kao što su npr. RCRA, CERCLA, SARA, HSWA koje je razvila američka Environmental Protection Agency (EPA) [4]. EPA je agencija za zaštitu okoliša koja je na snazi u Sjedinjenim Američkim Državama od 20. prosinca 1970. godine u svrhu zaštite zdravlja ljudi i okoliša. Agencija provodi testove, istraživanja i edukaciju kako bi ujedinila i ojačala zakone koji utječu na zaštitu zemlje. Također, vrši nadzor nad industrijama i sudjeluje u svim segmentima vlasti kako bi se izvršio pouzdan način zaštite okoliša. Razvila je vodič za gospodarenje industrijskim otpadom koji je dostupan svima, prvenstveno kako bi se razvila svijest i pravilno informiranje javnosti o rješavanju problema i upravljanju industrijskim otpadom. Govori o nekolicini metoda, činjenica, alata i smjernica koje omogućuju ispravno postupanje industrijskim postrojenjem, ali prvenstveno je naglašena prevencija, recikliranje, obrada i smanjenje izvora [5].

U EU, što tiče pitanja gospodarenja otpadom, razvoja, usvajanja, provedbe i evaluacije politike zaštite okoliša, Europska agencija za okoliš (EEA) omogućava pouzdane i neovisne informacije o okolišu. Stupila je na snagu 1994. godine i do danas broji 33 države članice i 6 država suradnica. RH kao jedna od članica ima obvezu pridržavanja propisa koje propisuje EEA. Prema podacima EEA indeks onečišćenje zraka iz industrije u RH 2015. u odnosu na

2007. godinu pao je za 0,2837 što ukazuje na pozitivan pomak posljednjih godina [7].

U RH se Nacionalnom strategijom i Nacionalnim planom djelovanja na okoliš nastoji upotpuniti zbrinjavanje industrijskog otpada prema standardima EU za sigurno i pouzdano zbrinjavanje. Trenutno, u industrijama dio otpada se ponovno iskorištava u proizvodnji ovisno o industriji dok se veći dio odlaže na odlagališta. Provode se aktivnosti edukacijom, treningom i konkretnim projektima u cilju usmjeravanja na smanjivanje količine i opasnih svojstava otpada u industriji.

Cilj ovog rada je obraditi problematiku gospodarenja različitim vrstama industrijskog otpada i procijeniti moguće pouzdane metode za gospodarenje industrijskim otpadom.

2. VRSTE INDUSTRIJSKOG OTPADA

Industrijski izvori onečišćenja su stacionarni (nepokretni) i sastav onečišćujućih tvari ovisi o proizvodnji. Tijekom proizvodnog procesa nastaje kruti otpad, otpadne vode i otpadni plinovi te svaka vrsta zahtjeva različito gospodarenje. Industrijskim otpadom potrebno je gospodariti kao sustavom međusobno povezanih aktivnosti. Isto tako, treba pronaći ravnotežu između učinkovitosti i troškova te promatrati otpad kao potencijalni resurs jer u nekim slučajevima otpad je moguće koristiti kao sirovinu za dodatni proizvod, a u nekim kao sredstvo za obradu ostalih otpada. Važnu ulogu doprinosi zamjena stare neučinkovite metode novom, kako bi se proizvodnja otpada svela na minimum. Industrijski otpad je tijekom 1990-ih činio najveći udio u ukupnoj količini otpada u Hrvatskoj. Neopasni otpad od 1990-ih se sa 3.180.000 tona smanjio na 1.900.000 tona do 2007. godine. Neopasni proizvodni otpad čini 97% ukupnih količina proizvodnog otpada te pripada kategoriji otpada nastalog iz rudarstva, kamenoloma i petrokemijske industrije, dok opasni otpad najčešće nastaje iz rafinerija nafte. U RH glavni proizvođači neopasnog otpada su Osječko-baranjska i Sisačko-moslavačka županija, a Primorsko- goranska županija je glavni proizvođač opasnog otpada [6].

2.1. Industrijski kruti otpad

Iz industrijskih postrojenja kruti otpad uključuje različite materijale kao što su papir, karton, plastika, drvo, metalni otpad. Neki od tih materijala mogu se ponovno koristiti i reciklirati. Neiskorišteni kruti otpad pridonosi nastanku poplava, onečišćenju zraka te utječe na ljudsko zdravlje, stoga je nužno poboljšanje upravljanja krutim otpadom posebno u zemljama s niskim prihodima koje zaostaju u razvoju. S porastom životnog standarda raste i potrošnja, a s porastom potrošnje raste i količina otpada, pritom je važno odabrati ekološki, ali i ekonomski najprihvatljiviji način upravljanja otpadom. Povećanjem ekonomske dobiti, ekološke svijesti i razvojem novih tehnologija došlo je do značajnog povećanja iskorištavanja i reciklaže otpada.

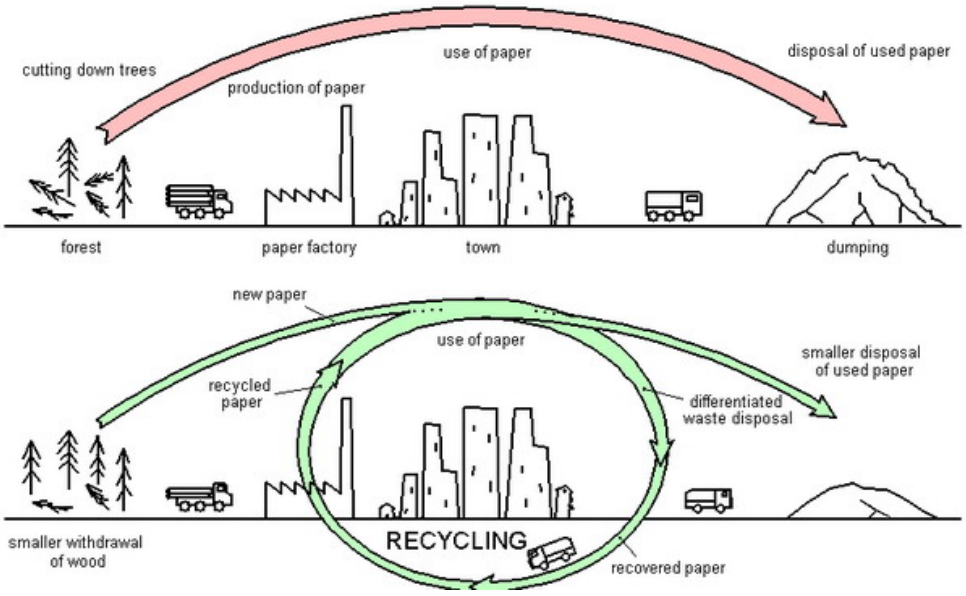
2.1.1. Gospodarenje krutim industrijskim otpadom

Kruti otpad iz industrije može se reciklirati, spaliti, pirolizirati i odlagati na odlagalištu ovisno o vrsti i svojstvima otpada, a ne može se od njega proizvoditi gorivo ni biološki obraditi.

2.1.1.1. Recikliranje industrijskog otpada

Recikliranje je postupak izdvajanja materijala iz otpada, kako bi se iskoristio za ponovnu upotrebu. Postupak uključuje sakupljanje, izdvajanje, preradu i izradu novih proizvoda. Kako su industrije jedna od većih onečišćivača, u svom intenzivnom razvoju znatno utječu na okolinu sa posljedicama na floru i faunu, a jedan od načina da se to ublaži ili spriječi je proces recikliranja.

Velik dio otpada je pogodan za recikliranje, tako npr. papir kao otpad iz industrije je proizvod koji se može ponovo koristiti. Recikliranje (slika 1.) otpadnog papira prolazi nekoliko postupaka, a započinje prikupljanjem i sortiranjem starog papira odvajanjem nepoželjnih sastojaka. Sam proces reciklaže kreće od razvlaknjivanja papira u vodi, a nakon toga poduzima se grubo prosijavanje vlaknastog materijala. Slijedi flotacija, odnosno uklanjanje otisnute boje s papira koji je ujedno i jedan od najvažnijih procesa. Nakon toga slijedi čišćenje, fino prosijavanje, ispiranje te ugušćivanje i konzerviranje vlaknaste mase. Tijekom procesa prate se svojstva materijala da bi se dobila kvaliteta koja je uvjet za izradu papira [8].



Slika 1 Prikaz smanjenja količine otpada recikliranjem [9]

Podaci (slika 2.) pokazuju nam kako je svjetska proizvodnja papira u samo godinu dana od 2000. do 2001. godine smanjena 324 milijuna tona na 318 milijuna tona, dok se oporavak papira povećao s 45,3% na 45,9%. Očekuje se kako će praksa recikliranja papira kroz godine sve više rasti s napretkom tehnologije [10].

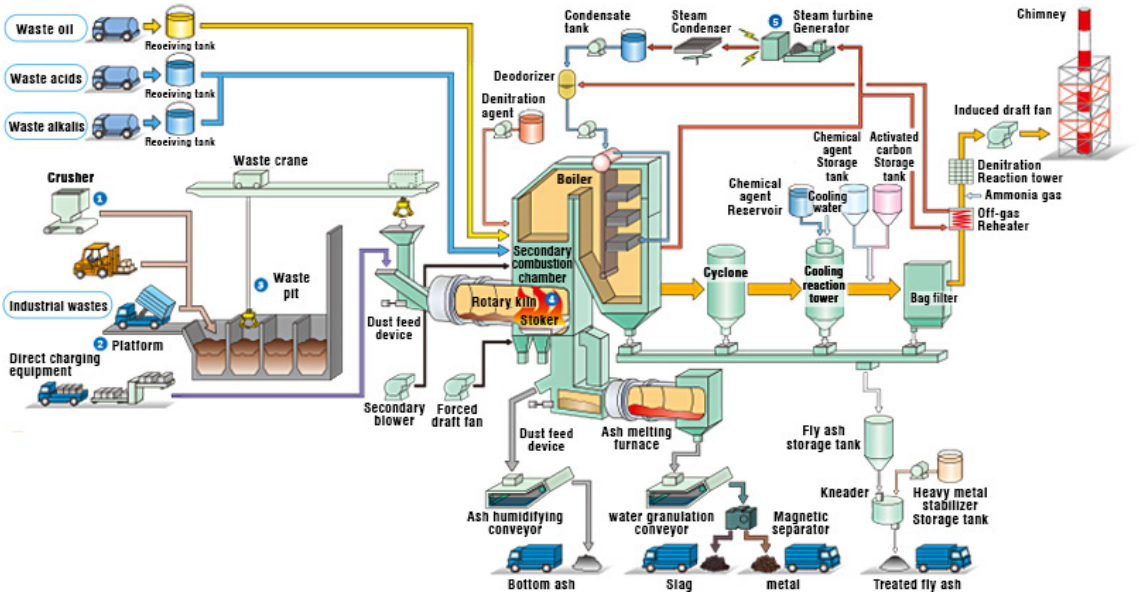
	Ukupna proizvodnja		Oporaba papira		Oporaba papira (%)	
	2000	*2001*	*2000*	*2001*	*2000*	*2001*
Europe	100 066	98 255	44 775	45 434	44.7	46.2
Asia	95 797	97 661	45 706	44 998	47.7	46.1
Australasia	3526	3494	1807	1981	51.2	56.7
North America	106 603	100 433	46 702	45 589	43.8	45.4
Latin America	14 789	14 855	6558	6625	44.3	44.6
Africa	3200	3449	1238	1289	38.7	37.4
Total	323 981	318 147	146 786	145 916	45.3	45.9

Slika 2 Svjetska proizvodnja papira u razdoblju od godinu dana (modificirano iz [10])

2.1.1.2. Spalionice otpada

Inovaciju spaljivanja otpada vodili su Europljani, osobito Velika Britanija i Njemačka u 19. stoljeću. Prvi program spaljivanja otpada osnovan je 1874. godine u Nottingamu u Engleskoj, a gotovo desetljeće kasnije prva britanska spalionica otpada na energiju "waste-to-energy". Stoljeće kasnije ljudi su počeli odlagati otpad na zemljišta koja nisu imala vrijednost, a industrijski otpad se odlagao na zemljišta koja su u vlasništvu tvrtke koja ga je proizvela te su tako spalionice otpada zbog nepravilnog spaljivanja stavljene u drugi plan. Većina otpada koja se tada jednostavno odlagala u jamama, barama ili su bila pokopana pod tankim slojem tla danas se klasificira kao opasni otpad. Danas, spalionice su vrlo unaprijeđene i mogu se obrađivati različite vrste otpada poput mulja, otpadnog plastičnog materijala, papirni, drvni, tekstilni, metalni otpad, otpadno ulje, otpadna kiselina i sl [11].

Spaljivanje (slika 3.) je proces koji spada u termičku obradu otpada. Spalionice smanjuju volumen otpada za 95%, sastoje se od četiri glavne komponente: mjesta dostave i bunkera za skladištenje otpada, komore za izgaranje, postrojenja za proizvodnju energije i postrojenja za obradu emisija. Prednosti spaljivanja otpada je što imaju manji utjecaj na okoliš u odnosu na odlaganje neobrađenog otpada i biološku obradu, ali visoki troškovi investicija ukazuju i na nedostatke posebno u RH koja još nije uspostavila takav sustav za gospodarenje otpadom. Iz spalionica otpada može se iskoristiti više od 80% energije kao električna ili toplinska energija za primjenu u industrijskoj zoni ili namijenjenoj građanima odnosno prikupljeni spaljeni pepeo se može ponovno koristiti kao materijal za proizvodnju čelika. Također, postoje tzv. šaržne spalionice koje su manje te je prednost takvih spalionica što se otpad zbrinjava na mjestu nastanka bez dodatnog transporta što umanjuje troškove zbrinjavanja otpada te se smanjuje opasnost od širenja zaraznih bolesti [12].



Slika 3 Proces spaljivanja otpada [13]

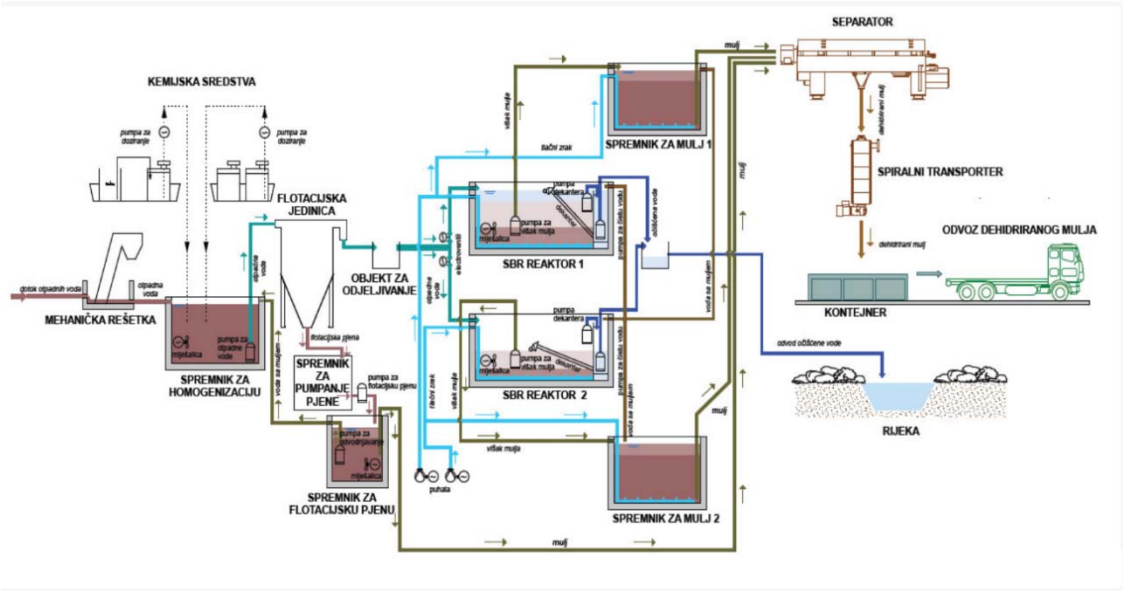
2.2 Industrijske otpadne vode

Industrijske otpadne vode nastaju kao posljedica proizvodnog procesa i mogu biti biološki razgradive i biološki nerazgradive [26].

Biološki razgradive vode miješaju se s komunalnim vodama i imaju zajednički sustav odvodnje, nastaju obično iz industrije za preradu mlijeka, proizvodnje bezalkoholnih pića, mesne industrije. Biološki nerazgradive otpadne vode potrebno je podvrgnuti prethodnom pročišćavanju kako bi se mogle miješati s komunalnim vodama, nastaju iz kemijske i metalne industrije. U svakoj industriji nastaju različite vrste otpadnih voda koje se razlikuju po svom sastavu, stoga, najveći problem predstavljaju one koje sadrže otrovne ili teško razgradive sastojke, a to su nafta, masti, lužine, kiseline, sintetski kemijski spojevi, teški metali, mineralna ulja, tj. to su sastojci koji ugrožavaju prirodni sastav vode, a kako bi se spriječilo oštećenje kanalizacijskih sustava i ugrožavanje samog okoliša potrebno ih je prethodno pročistiti kako bi se uklonile npr. toksične, eksplozivne, korozivne i zapaljive tvari. Kako se pH – vrijednost otpadnih voda kreće oko 7 do 7,5, prepoznatljiv utjecaj industrije prepoznaje se ako je ta vrijednost veća ili manja [26].

2.2.1. Uređaji za pročišćavanje industrijskih otpadnih voda

Tehnologija otpadnih voda zasebna je za svaku industriju te ovisi o potrebama i zahtjevima naručitelja. Jedan od odgovarajućih uređaja prikazan na slici 4 služi za pročišćavanje otpadnih voda iz poljoprivredne i prehrambene industrije. Prva faza u pravilu kod svakog pročistača kreće od postupka gdje se zadržava veći otpad pomoću tzv. rešetke, zatim se voda kreće do spremnika s miješalicom za homogenizaciju te se priprema za daljnji postupak pročišćavanja. Mjere se parametri te se dodaju kemikalije da bi se postigla odgovarajuća koncentracija, ako je ustanovljenja visok stupanj organskog onečišćenja primjenjuje se fizikalno- kemijsko pročišćavanje. Za daljnje pročišćavanje koristi se sekvencijalni šaržni reaktor (SBR) koji se može prilagoditi u pojedinim pogonima, ako je potrebno dodatno pročišćavanje vode provodi se tercijarni postupak, npr. pješčanom filtracijom, mikromrežnim filtrima, membranskom mikrofiltracijom, UV sterilizacijom. U pravilu, tehnologija pročišćavanja industrijskih otpadnih voda služi kako bi se najvećim dijelom otklonio mulj. Dobiveni mulj transportira se na odlagališta, spaljuje se u odgovarajućim spalionicama ili se primjenjuje u poljoprivredi, a pročišćena voda se odvodi u rijeku.



Slika 4 Uređaj za pročišćavanje industrijskih voda [25]

2.3. Otpadni plinovi iz industrije

Otpadni plinovi su sporedni proizvod nekog postrojenja, proizlaze iz nepotpunog izgaranja ili neke druge kemijske reakcije u postrojenju. Obično su smjesa različitih plinova uključujući CO2. Postupanje otpadnim plinovima kao i s otpadnim vodama specifično je za svaku industriju. Provode se metode kako bi se spriječile ili smanjile količine otpadnog plina i ispuštanja onečišćenja u zrak. Prvenstveno, vrlo važan učinak na količinu smanjenja otpadnih plinova za obradu je razmotriti moguće postupke za smanjenje onečišćujućih tvari direktno na izvoru uz sigurnosne postupke. Isto tako, potrebna je procjena o proizvodnom postrojenju u slučaju nadogradnje mjera, odnosno, ako nastane veća količina nepotrebnog otpadnog plina to znači da je potrebna dodatna ugradnja opreme. Korištenjem najbolje raspoložive tehnike cilj je osigurati da se sakupi sav otpadni plin, spriječi rizik od eksplozije, smanje same količine otpadnih plinova te da se korištenjem primjerene opreme spriječi zapaljenje zapaljivih mješavina plina i kisika [16].

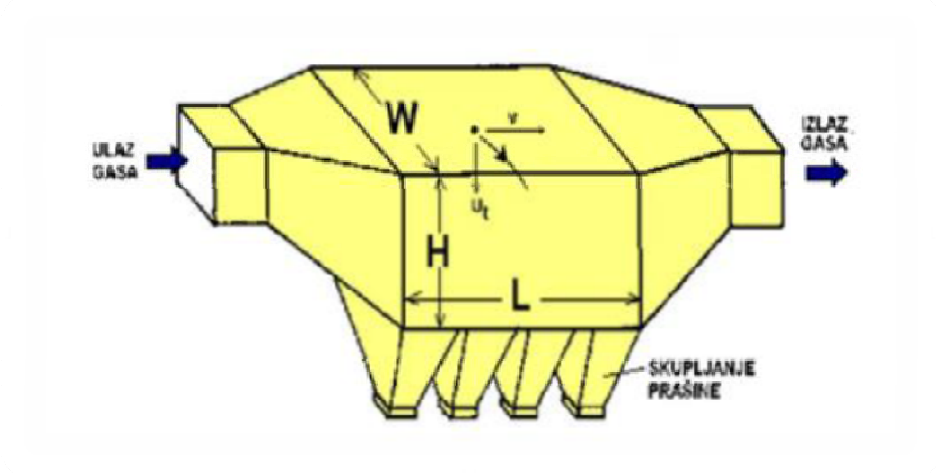
2.3.1. Obrada otpadnih plinova

Obrada otpadnih plinova provodi se određenim tehnikama. Kako bi se smanjilo onečišćenje, moguće je poduzeti mjere kao što su korištenje obnovljivih izvora energije umjesto fosilnih goriva u procesima proizvodnje, poboljšati kvalitetu ulaznih sirovina te pročišćavanje otpadnih plinova. Tehnike koje služe za pročišćavanje otpadnih plinova mogu biti fizikalne i kemijsko – fizikalne. Prije ispuštanja u atmosferu mogu se odvajati toplinskim i katalitičkim sagorijevanjem, apsorpcijom, adsorpcijom, a uređaji za pročišćavanje od krutih čestica mogu se podijeliti ovisno o načinu rada na gravitacijske separatore, centrifugalne separatore, elektrostatičke separatore i filtre [14].

2.3.1.1. Gravitacijski separatori

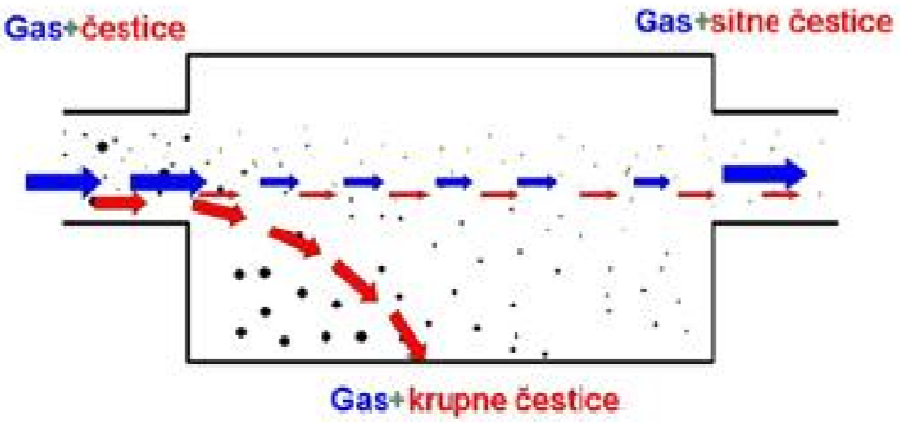
Gravitacijski separatori su uređaji za odvajanje krutih čestica iz plina uslijed djelovanja sile teže. Postoje dva tipa separatora, a to su taložne komore i inercijski separatori.

U taložnim komorama (slika 5.) plin se kreće određenom brzinom strujanja te se krute čestice talože se na dnu komore pod djelovanjem sile teže. Krute čestice se talože brže dok se sitne čestice zajedno s plinom odvode iz komore.



Slika 5 Taložna komora [14]

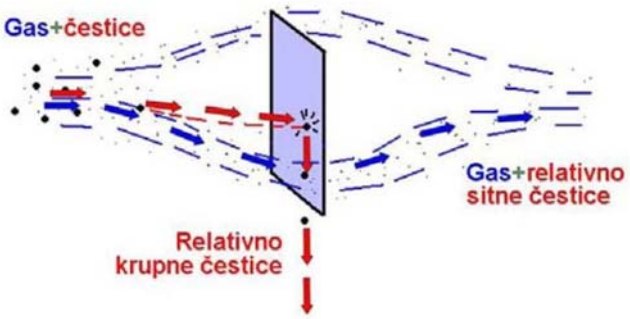
U industrijskim postrojenjima duljina komore može iznositi i do 10m, a brzina strujanja plina kroz komoru najčešće iznosi 3 m/s. Ovi separatori u industriji se najčešće koriste u kombinaciji s drugim separatorima kao pred pročišćavanje te mogu odvojiti čestice manje veličine od 50 μm. Da se poveća efikasnost komore moguće je dodati pregrade kako bi se smanjila udaljenost koju čestice prolaze pri taloženju [14].



Slika 6 Taloženje čestica uslijed sile teže (modificirano iz [15])

2.3.1.2. Inercijski separatori

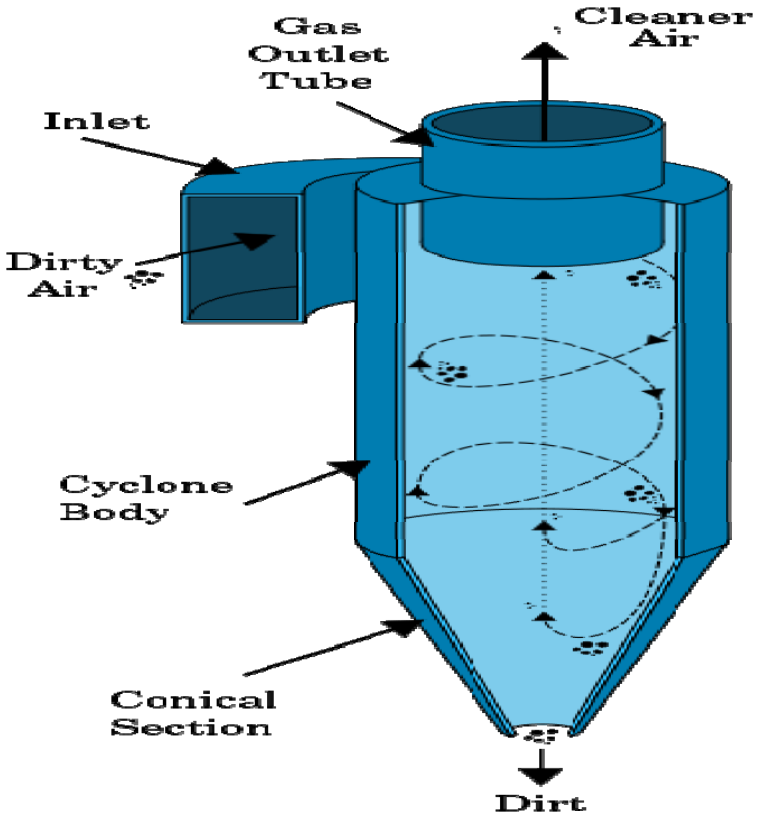
Inercijski separatori su također uređaji za odvajanje krutih čestica koje radi svoje tromosti ne mogu pratiti strujanje plina. Udaraju u vertikalnu pregradu u separatoru (slika 7.) pa krupnije čestice zbog svoje mase uslijed udara pod djelovanjem sile teže se talože, a sitne čestice zajedno s plinom prolaze kroz separator [15].



Slika 7 Kretanje čestica u inercijskom separatoru (modificirano iz [15])

2.3.1.3. Centrifugalni separatori

Centrifugalni separatori su uređaju koji odvajaju krute čestice uslijed djelovanja centrifugalne sile. U industrijskim postrojenjima upotrebljavaju se cikloni. Cikloni (slika 8.) su uređaji konusnog oblika, čestice se unutar separatora odvajaju, udaraju u stjenku ciklona te padaju na dno ciklona. Kroz cijev koja prolazi kroz središte ciklona diže se pročišćeni plin i ako je potrebno ispušta se dalje na proces pročišćavanja ili se pušta u atmosferu [15].



Slika 8 Ciklonski separator [17]

2.3.1.4. Elektrostatički separatori

Elektrostatički separatori (slika 9.) su uređaji koji odvajaju krute čestice iz otpadnog plina uslijed ioniziranja plina i nabijanja čestica kada prolaze kroz električno polje. Prednosti ovih separatora su što mogu uklanjati čestice od 500 μm, odnosno najefikasniji su kada je potrebno filtrirati nano čestice od kojih se sastoji leteći pepeo koji se neželjeni produkt, pogodni su za pročišćavanje veće količine otpadnog plina, izlazna koncentracija plina je manja od 1 mg/m^3 te imaju visok stupanj djelotvornosti dok visoki troškovi investicija, zauzimanje velike površina, ograničena primjena za eksplozivne tvari daju ovim vrstama separatora nedostatke [18].



Slika 9 Industrijski elektrostatički separator [19]

2.3.1.5. Filtri

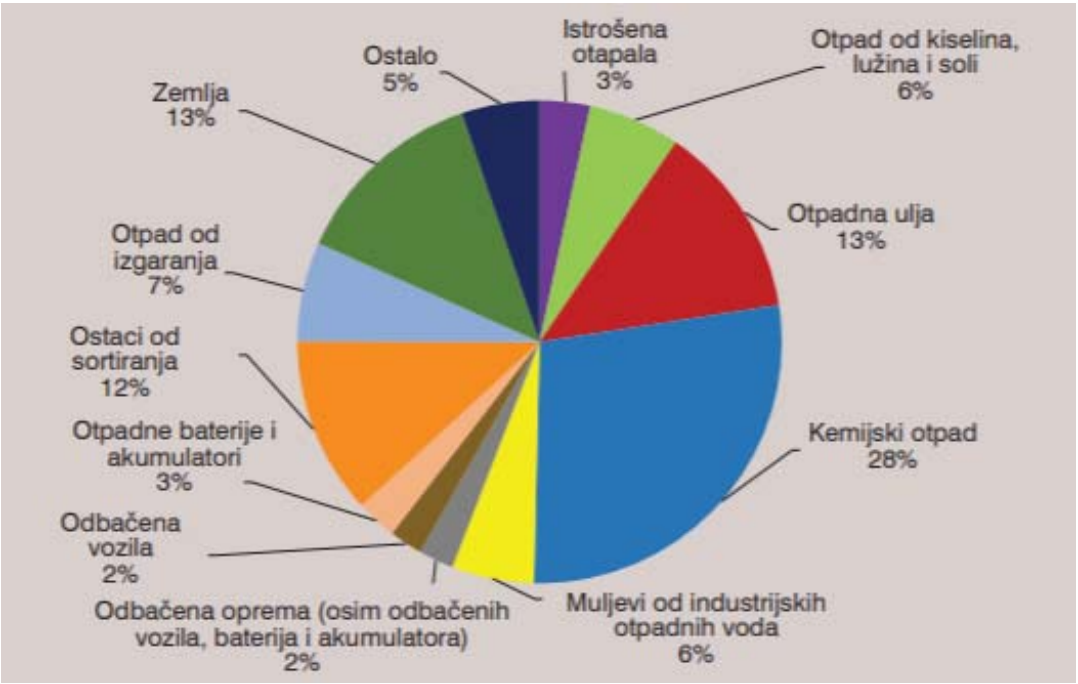
U filtrima se filtriranjem odvajaju čestice iz otpadnog plina. Najčešće se koriste filteri sa poroznim cijevima, vrećasti filteri (slika 10.) i filteri sa pregradom od filtrirajućeg materijala. U vrećastim filtrima uslijed djelovanja centrifugalne sile i težine dolazi do odvajanja grubih čestica, a ostatak plina prolazi kroz filter vreće. Na površini vreće formira se stabilan sloj prašine i obavlja se proces filtracije plina. Sakupljena prašina na filter vrećama se regeneracijom odvodi u sabirni spremnik. Pročišćeni plin struji, a zatim na vrhu kućišta filtera prolazi kroz izlazni kanal i preko ventilatora ispušta se u atmosferu. Njihova učinkovitost je vrlo visoka. Materijali pogodni za filtriranje su pamuk, vuna, staklena vuna i sl., a njihov odabir ovisi u raznim utjecajima kao što su temperatura, razina vlage, karakteristikama plina i sl. Primjenjuju se u različitim granama industrije te se mogu nadograđivati ovisno o kapacitetu.



Slika 10 Vrećasti industrijski filtar [20]

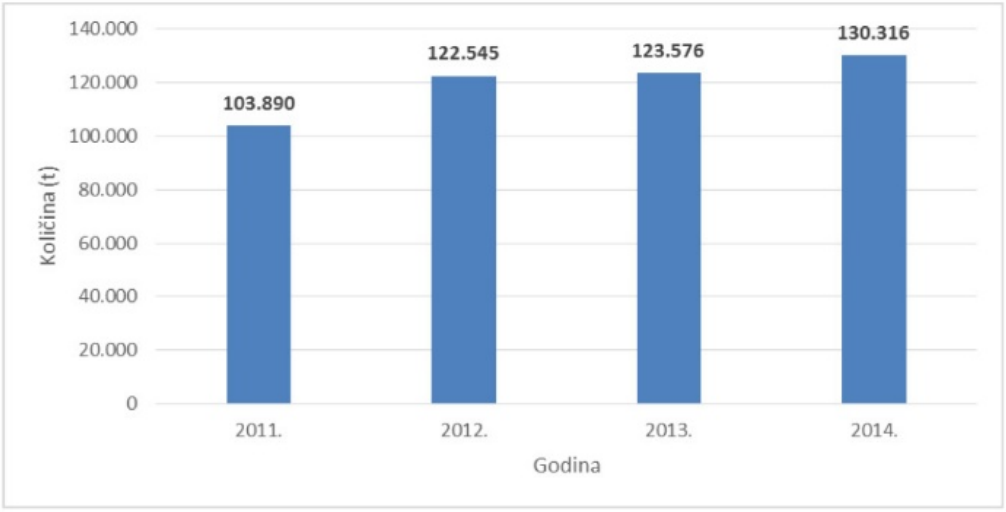
3. OPASNI INDUSTRIJSKI OTPAD

Toksičnost, zapaljivost i infektivnost neka su od svojstava koja čine opasni otpad, a ukoliko se ne tretira na odgovarajući način prijete ugrožavanju okoliša i ljudskog zdravlja te predstavljaju rizik od nastanka velikih nesreća. U ukupnim količinama prijavljenog otpada, opasni otpad čini manje od 5%. U cilju smanjena opasnosti i rizika u EU donesena je Seveso III direktiva koja je stupila na snagu 2012. godine., a u RH se provodi od 2013. Direktivom je obuhvaćeno 12 000 industrijskih područja postrojenja u EU u kojima se koriste veće količine opasnih tvari. (link 28.) Prema podacima iz Registra onečišćavanja okoliša (ROO) nastale količine opasnog otpada u 2014. godini iznose oko 130 000 t. Iz industrije nastaje oko 36% od ukupne količine, najviše iz prerađivačke industrije, a najmanje iz rudarstva. Udjeli kategorija nastalog opasnog otpada iz industrije za 2014. godnu prikazani su grafom. (slika 11.) [21].



Slika 11 Udjeli nastalog opasnog otpada iz industrije za 2014. godinu [21]

Posljednjih godina kvaliteta prikupljenih podataka je unaprijeđena, ali još uvijek se ne evidentiraju sve količine opasnog otpada. Procjenjuje se da godišnje količine iznose od 200 000 do 220 000 t. Povećanje količine otpada kroz godine govore podaci da je u 2014. proizvedeno oko 130 000 t opasnog otpada, a u 2011. godini oko 103 000 t što je povećanje od 25%. (slika 12.) [22].



Slika 12 Količine opasnog otpada [22]

3.1. Karakteristike opasnog otpada

Zapaljivost kao karakteristika opasnog otpada ima materijal koji je tekući, te ima temperaturu < 60° C, koji nije tekući, ali kod okolnog normalnog tlaka i temperature može uzrokovati požare pod djelovanjem trenja, apsorpcijom vlage ili spontanim kemijskim reakcijama, te kada se zapali izgara intenzivno, te koji je zapaljivi stlačeni plin.

Karakteristiku korozivnosti ima materijal koji je tekući, te ima pH vrijednost ≤ 2 ili ≥ 11,5, te tekući materijal koji uzrokuje koroziju ugljičnoga čelika s intenzivnošću većom od 6,35 mm/god pri temperaturi od 55°C, što je definirano u skladu sa standardnom metodom mjerenja.

Toksičnost se utvrđuje posebnom metodom koja potiče uvjete ispiranja toksičnih sastojaka iz otpada s procjednim vodama tijekom njegova neodgovarajućeg manipuliranja ili odlaganja. Otpad se smatra toksičnim kada koncentracija određenih sastojaka nadilazi definirane granične veličine. (slika 13.)

Karakteristiku reaktivnosti ima materijal koji je podložan burnim reaktivnim promjenama bez detoniranja, koji u dodiru s vodom, stvara otrovne plinove ili pare, stvara eksplozivnu smjesu, koji sadrži cijanide ili sulfide, te u uvjetima s pH između 2 i 11,5 može razviti otrovne pare ili plinove štetne za ljudsko zdravlje i okoliš.

3.2. Popis i opis svojstava koji otpad čine opasnim

(H1) Eksplozivno- Tvari i pripravci koji mogu eksplodirati pod utjecajem vatre ili su osjetljiviji na udarce i trenje od dinitrobenzena.

(H2) Oksidirajuće- Tvari i pripravci koji pokazuju visoko egzotermne reakcije u dodiru s drugim tvarima, posebice zapaljivim tvarima.

(H3- A) Jako zapaljivo- Tekuće tvari i pripravci koje imaju temperaturu paljenja nižu od 21°C (uključujući i vrlo visoko zapaljive tekućine), ili tvari i pripravci koji se mogu zagrijavati i na kraju zapaliti u dodiru sa zrakom na sobnoj temperaturi bez primjene energije. Krute tvari i pripravci koji se lako mogu zapaliti u kratkom dodiru s izvorom zapaljenja i koji nakon uklanjanja izvora zapaljenja nastavljaju gorjeti ili se trošiti. Plinovite tvari i pripravci koji su zapaljivi na zraku kod normalnog tlaka, ili tvari i pripravci koji u dodiru s vodom ili vlažnim zrakom otpuštaju jako zapaljive plinove u opasnim količinama.

(H3- B) Zapaljivo- Tekuće tvari i pripravci koji imaju temperaturu plamišta jednaku ili višu od 21 °C odnosno nižu ili jednaku 55 °C.

(H4) Nadražujuće- Nenagrizajuće tvari i pripravci koji u neposrednom, dužem ili ponovljenom dodiru s kožom ili sluznicom mogu prouzročiti upalnu reakciju.

(H5) Opasno- Tvari i pripravci koji, ako ih se udiše ili proguta ili ako prodru u kožu, mogu prouzročiti ograničeni rizik za zdravlje. Otpad je opasan za zdravlje ako sadrži 25% ili više, jedne ili više tvari klasificiranih kao opasne tvari prema posebnom propisu o otrovima.

(H6) Toksično- Tvari i pripravci (uključujući vrlo otrovne tvari i pripravke) koji, ako ih se udiše ili proguta ili ako prodru u kožu, mogu prouzročiti ozbiljni, akutni ili kronični rizik za zdravlje, pa čak i smrt.

(H7) Karcinogeno- Tvari i pripravci koji, ako ih se udiše ili proguta ili ako prodru u kožu, mogu uzrokovati rak ili povećati njegovu učestalost.

(H8) Nagrizajuće- Tvari i pripravci koji u kontaktu mogu uništiti živo tkivo.

(H9) Zarazno- Tvari i pripravci koji sadrže održive mikroorganizme ili njihove toksine za koje se vjeruje ili se pouzdano zna da uzrokuju bolesti kod ljudi i drugih živih organizama.

(H10) Reproduktivno toksično- Tvari i pripravci koji, ako ih se udiše ili proguta ili ako prodru u kožu, mogu uzrokovati nenasljedne urođene deformacije ili povećati njihovu učestalost.

(H11) Mutageno- Tvari i pripravci koji, ako ih se udiše ili proguta ili ako prodru u kožu, mogu uzrokovati nasljedne genetske defekte ili povećati njihovu učestalost.

(H12)- Otpad koji u dodiru s vodom, zrakom ili kiselinom oslobađa toksične ili vrlo toksične plinove.

(H13*) Senzibilizirajuće- Tvari i pripravci koji, ako ih se udiše ili ako prodru u kožu, imaju sposobnost izazvati reakciju hipersenzibilizacije tako da kod daljnjeg izlaganja toj tvari ili pripravku dolazi do karakterističnih štetnih učinaka.

(H14) Ekotoksično- Otpad koji predstavlja ili može predstavljati neposredne ili odgođene rizike za jedan ili više sektora okoliša.

(H15)- Otpad sposoban na bilo koji način, nakon zbrinjavanja, rezultirati drugom tvari, primjerice ocjedna voda koja posjeduje bilo koje od gore navedenih svojstava [2].

Opasna svojstva su označena slovom H (eng. hazardous) i ima ih ukupno 15 (H1-H15). Određuju ih samo Pravne osobe (laboratorij) koje su za to ovlaštene, odnosno posjeduju potrvrdu Ministarstva. Prije bilo kakvog tretmana neophodno je otpad označiti i svrstati u jednu od definiranih kategorija. Kada je otpadu dodjeljena jedna od navedenih oznaka, znači da se radi o otpadu koji u određenim uvjetima, u svom sastavu može imati opasna svojstva. Vrlo je važno poznavati sve podatake o opasnom otpadu kako se ne bi miješao s neopasnim otpadom, te kako bi se njegovo konačno odlaganje obavilo na siguran način.

3.3 Katalog opasnog otpada

Prema Pravilniku o katalogu otpada (NN/90/2015) propisan je Katalog otpada. Katalog otpada sadrži Kategorizaciju otpada osim kategorizacije za prekogranični promet otpadom, Popis grupa i podgrupa otpada i Popis otpada. Opasni otpad u Katalogu nosi oznaku zvjezdice (npr. 16 05 08*- odbačene organske kemikalije koje se sastoje od opasnih tvari ili ih sadrže). Kategorizacija otpada osim kategorizacije za prekogranični promet otpadom uređuje način određivanja porijekla otpada, količine i podjela, način određivanja mjesta nastanka otpada, grupe i podgrupe otpada te vrste i svojstva otpada. Primjenjuje se radi utvrđivanja podataka o postojećem otpadu za potrebe vođenja Očevidnika o nastanku i tijeku otpada, propisanog posebnim propisom koji uređuje gospodarenje otpadom te za druge potrebe. Popis grupa i podgrupa otpada sadrži grupe koje su u Popisu otpada razvrstane pojedine vrste otpada prema vrsti industrije odnosno procesa u kojem otpad nastaje odnosno prema vrsti tvari ili predmeta [27].

Ukoliko je odabranom ključnom broju, u Popisu otpada pridružena jedna od oznaka O#, V# označava: (oznaka: O#) Zapis opasnog otpada da je potrebno odrediti jedno ili više opasnih svojstava koje posjeduje taj otpad. Višestruki zapis (oznaka V#), označava da se radi o otpadu koji u određenim uvjetima može imati opasno svojstvo i za čiju karakterizaciju se mora uzeti u obzir više

od jednog ključnog broja, te je potrebno je provesti ocjenu o postojanju jednog ili više opasnih svojstva koje može posjedovati takav otpad uzevši u obzir naziv otpada i karakteristična opasna svojstva te vrste otpada [27].

Najčešći proizvođači raznih vrsta opasnih tvari prikazani su u daljnjem radu slikom (slika 14) [23]

Sastojak	Max. konc. (mg/l)	Sastojak	Max. konc. (mg/l)
Arsen	5,0	Heksaklorbutadien	0,5
Barij	100,0	Heksakloretan	3,0
Benzen	0,5	Olovo	5,0
Kadmij	1,0	Živa	0,2
Ugljik-tetraklorid	0,5	Metil-etil-keton	200,0
Klorobenzen	100,0	Notrobenzen	2,0
Kloroform	6,0	Pentaklorofenol	100,0
Krom	5,0	Piridin	5,0
Kresol	200,0	Selenium	1,0
Diklorbenzen	7,5	Srebro	5,0
Dikloretan	0,5	Tetrakloretilen	0,7
Dikloretilen	0,7	Toksafen	0,5
Dinitrotoluen	0,13	Trikloretilen	0,5
Heksaklorbenzen	0,13	Vinil-klorid	0,2

Slika 13 Granične vrijednosti toksičnosti [23]

Tip industrije	Opasne tvari
Proizvodnja baterija i akumulatora	Cd, Pb, Zn, NO_2
Kemijska industrija	Cr, Cu, Pb, Hg, organske, ugljikovodici
Proizvodnja električne i elektronske opreme	C, Cu, Co, Pb, Hg, Zn, Se, organske, ugljikovodici
Proizvodnja boja	Cd, Cr, Cu, Co, Pb, Hg, Se, organske
Elektroliza	Co, Cr, Cu, Zn
Tekstilna industrija	Cr, Cu, organske
Farmaceutska industrija	As, Hg, organske
Proizvodnja plastike	Co, Hg, Zn, organske, ugljikovodici
Kožna industrija	Cr, organske

Slika 14 Opasne tvari [23]

3.4. Gospodarenje opasnim otpadom

Opasni otpad može se tretirati kemijskim, biološkim, fizikalni postupcima, te termičkom obradom. Glavni postupci obrade kod kemijske metode uključuju absorpciju, kemijsku oksidaciju, kemijsku precipitaciju, kemijsku redukciju, ionsku izmjenu, neutralizaciju, kemijsku fiksaciju i solidifikaciju, te dehalogenaciju. Među termičke metode podrazumijeva se spaljivanje na visokim temperaturama koje mogu u potpunosti uništiti toksične tvari. Posebni tipovi termičke obrade služe za sagorijevanje otpada u obliku krutog, tekućeg ili u obliku mulja. Nedostatak spaljivanja opasnog otpada je potencijalno onečišćenje zraka. Fizikalna obrada učvršćuje i smanjuje volumen otpada. Fizikalni procesi uključuju isparavanje, sedimentaciju, flotaciju i filtriranje. Za obradu određenih organskih otpada poput onih iz naftne industrije koristi se biološka metoda.

Najpoželjnije je smanjiti količinu otpada na samom izvoru ili reciklirati materijale za neku drugu proizvodnu uporabu. Ipak, iako su smanjenje i recikliranje poželjne opcije one se ne smatraju konačnim rješenjem za problem odlaganja opasnog otpada. Uvijek će postojati potreba za tretmanom, skladištenjem ili odlaganjem neke količine opasnog otpada.

3.5. Prevencija nastanka opasnog otpada

Veliku prevenciju nastajanja opasnog otpada industrije mogu postići na samom mjestu nastanka opasnog otpada tako da proizvodeći proizvod smanjuju samu količinu opasnih tvari u proizvodu. Napretkom tehnologije i novim inovacijama moguće je postići smanjivanje mase proizvoda (dematerijalizacija), ali je potrebno postići što veću kvalitetu proizvoda kako bi imao što duži vijek trajanja, te kako se proizvod ne bi prerano odbacio. Smanjivanje otpada je vrlo slično sprječavanju, ali sa značajnom razlikom. Metode prevencije mogu spriječiti otpad dok metode redukcije mogu smanjiti količinu otpada koji se stvara. Zamjena materijala vrlo je važna metoda za smanjenje otpada, postoje mnogi slučajevi u kojima neotrovne tvari mogu zamijeniti otrovne tvari u industrijskim procesima. Smatra se da će u budućnosti istraživanja i razvoji proizvoda pronaći alternativu za proizvode koji danas koriste opasne tvari. Nekoliko vrlo uspješnih primjera koji zamjenjuju toksične materijale korištenjem netoksičnih materijala u industriji su : Za izbjeljivanje drvne pulpe umjesto klora koristi se kisik, upotreba alkohola umjesto kiseline u proizvodnji bakrenih žica, upotreba UV svjetla za dezinfekciju umjesto klora, upotreba sredstava za čišćenje koja su topljiva u vodi umjesto organskih otapala i sl. [4].

3.6. Gospodarenje opasnim otpadom u RH

Gospodarenje opasnim otpadom u RH još uvijek nije dostiglo visoku razinu očuvanja okoliša. Nema odlagališta za opasni otpad, a jedino postrojenje za termičku obradu opasnog otpada PUTO- Zagreb zatvoreno je 2002. godine. Samo 10% se odlaže na adekvatan način, a ostali otpad nepropisno se odlaže ili se izvozi u druge države na obradu i zbrinjavanje. Otpad na mjestu nastanka je moguće privremeno skladištiti unutar vlastitog poslovnog prostora u za to predviđeno mjesto. Rok za skladištenje je najduže do godinu dana, a iznimno tri godine uz pribavljanje suglasnosti Ministarstva zaštite okoliša [22]

Otpad na mjestu nastanka može ponovo iskoristiti u proizvodnom procesu ili se može podvrgnuti postupcima oporabe ili zbrinjavanja, a za to je potrebna dozvola za gospodarenje otpadom prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13,73/17). Ukoliko se otpad ne zbrine ili oporabi na mjestu nastanka, proizvođač je dužan otpad predati ovlaštenoj osobi, te se uz prateći list prilaže deklaracija o fizikalnim i kemijskim svojstvima otpada. Kada se govori o oporabi otpada, postoji više načina, za opasni otpad najčešće se koriste kemijska i fizikalna obrada, termička obrada, te spaljivanje [24].

4. ZAKLJUČAK

Osnovna zadaća gospodarenja industrijskim otpadom je postići što manje količine otpada koji zaostaje ili nastaje proizvodnim procesom u industriji te je važno pronaći povezanost između sektora i u skladu kružnog gospodarstva otpad iz jedne industrije iskoristiti kao sirovinu za druge proizvode u drugoj industriji. To se postiže korištenjem što prikladnije tehnologije kako bi se otpad skladištio ili iskoristio u druge svrhe. Jedan od suvremenijih načina iskorištavanja industrijskog otpada je dobivanje energije, koji danas ima veliku ulogu u smanjenju količina otpada. Ulaganjem u razvoj tehnologije dobila bi se bolja tehnička rješenja, no kako će se to u skoroj budućnosti razviti u RH ovisi o samim količinama otpada koje će nastati, osviještenosti društva, ali i strategijama kojima RH raspolaže i koje će kreirati .

Potrebno je voditi računa da opasni industrijski otpad bude strogo odvojen od neopasnog. Iako se opasni otpad do danas u potpunosti ne može eliminirati, nužno je da se pronađe rješenje i shvati bit problema, koji bi vodio ka ostvarivanju cilja cjelovitog i uspješnog sustava gospodarenja otpadom.

5. POPIS LITERATURE

[1] Industrial waste fact sheet. Dostupno na: https://www.safewater.org/fact-sheets-1/2017/1/23/industrial-waste . Datum pristupa: 30.07.2018.

[2] Anić- Vučinić A. Osnove gospodarenja otpadom (interna skripta). Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet.

[3] Zakon o zaštiti okoliša. Narodne novine. 2013. Broj 1659.

[4] Woodard, Curran Inc. Industrial waste treatment. 2. ed. Butterworth-Heinemann; 2006.

[5] EPA. Dostupno na: https://www.epa.gov/aboutepa. Datum pristupa: 05.05.2018.

[6] Šiljković Ž. Gdje završava industrijski otpad? *// Geoekologija XXI. vijek - teorijski i aplikativni zadaci, Zbornik referata* / Ivanović, Staniša ; Lješević, Milutin ; Nikolić, Gojko ; Bušković, Vasilije (ur.).
Nikšić: Inprint, Čačak, 2010. str. 464-469

[7] EEA. Dostupno na: https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution/industrial-pollution-country-profiles-2017/croatia-2013-industrial-pollution-profile-2017. Datum pristupa: 05.05.2018.

[8] Ptiček- Siročić A, Recikliranje i zbrinjavanje otpada. Dostupno na: https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/skripta_za_vjezbe%5B2%5D.pdf. Datum pristupa: 30.06.2018.

[9] Recikliranje papira. Dostupno na: https://ivanabiologija.wordpress.com/recikliranje-papira/. Datum pristupa: 30.06.2018.

[10] Burley, J.; Evans, J.; Youngquist, A. J. (2004). Encyclopedia of forest sciences. UK. Elsevier. ISBN 978-0-12-145160-8

[11] Valler, D. A.; Peirce Jeffrey, J. (2003). Engineering the Risks of Hazardous Wastes. USA: Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7742-4.X5000-4

[12] Pellaumail, K. (2001). Main EU Directives on waste, Friends of the Earth Dostupno na: http://web.archive.org/web/20071007232207/http://www.foe.co.uk/resource/briefings/main_uk_directives.pdf Datum pristupa: 30.06.2018.

[13] Waste to be incinerated. Dostupno na: https://www.jfe-kankyo.co.jp/en/business/products/incinerator.html. Datum pristupa: 30.06.2018.

[14] Šerbula, S. M.; Grbavčić, Ž. B. (2011). Zagađenje i zaštita vazduha. Tehnički fakultet u Boru. Gramofed Bor.

[15] Pročišćavanje zraka. Dostupno na: http://pocajt.tmf.bg.ac.rs/gasovi/Pres/2%20-%20Preciscavanje%20od%20cestica.pdf. Datum pristupa: 25.05.2018.

[16] Upute br. 8 za usklađenu metodologiju besplatne dodjele emisijskih jedinica za razdoblje EU ETS-a nakon 2012. godine; Otpadni plinovi i podpostrojenje procesnih emisija. Dostupno na: http://www.mzoip.hr/doc/otpadni_plinovi_i_podpostrojenje_procesnih_emisija.pdf. Datum pristupa: 11.05.2018.

[17] Ispirač plinova. Dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Ispira%C4%8D_plinova. Datum pristupa 11.05.2018.

[18] Brands, L. (2000). Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley- VCH Verlag GmbH & Co.

[19] Industrial Electrostatic Precipitator. Dostupno na: http://www.rr-beth.com/en/beth-industrial-esp.html. Datum pristupa: 12.05.2018.

[20] Vrećasti filter. Dostupno na: http://www.irma-ps.com/srb/vrecastifilteri.html. Datum pristupa: 15.08.2018.

[21] HAOP. Okoliš na dlanu I - 2016. Dostupno na: http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/specificni-dokumenti/publikacije/knjige/Okolis_na_dlanu_2016.pdf. Datum pristupa: 02.07.2018.

[22] Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. – 2022. godine. Narodne novine. 2017. Broj 120.

[23] Prelec Z. Porijeklo i osobine otpada. Sveučilište u Rijeci. Tehnički fakultet, http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/9.pdf. Datum pristupa: 02.07.2018.

[24] Zakon o održivom gospodarenju otpadom. Narodne novine. 2013. Broj: 2123

[25] Pročistači industrijskih otpadnih voda. Dostupno na: https://erdec.hr/bioloski-procistaci/procistaci-industrijskih-otpadnih-voda/. Datum pristupa: 28.06.2018.

[26] Štrkalj A. Onečišćenje i zaštita voda. Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet Sisak, 2014.

[27] Pravilnik o katalogu otpada. Narodne novine. 2015. Broj: 1757

6. POPIS SLIKA

Slika 1 Prikaz smanjenja količine otpada recikliranjem [9] 6

Slika 2 Svjetska proizvodnja papira u razdoblju od godinu dana (modificirano iz [10]) 6

Slika 3 Proces spaljivanja otpada [13] 8

Slika 4 Uređaj za pročišćavanje industrijskih voda [25] 9

Slika 5 Taložna komora [14] 11

Slika 6 Taloženje čestica uslijed sile teže (modificirano iz [15]) 12

Slika 7 Kretanje čestica u inercijskom separatoru (modificirano iz [15]) 12

Slika 8 Ciklonski separator [17] 13

Slika 9 Industrijski elektrostatički separator [19] 14

Slika 10 Vrećasti industrijski filtar [20] 15

Slika 11 Udjeli nastalog opasnog otpada iz industrije za 2014. godinu [21] 16

Slika 12 Količine opasnog otpada [22] 17

Slika 13 Granične vrijednosti toksičnosti [23] 21

Slika 14 Opasne tvari [23] 22

7. POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA KORIŠTENIH U RADU

RH- Republika Hrvatska

EU- Europska Unija

EPA- Environmental Protection Agency

RCRA- Resource Conservation and Recovery Act

CERCLA- Comprehensive Environmental Response, Compensation & Liability Act

SARA- Superfund Amendments and Reauthorization Act

HSWA- Hazardous and Solid Waste Act

EEA- Europska agencija za okoliš

SBR- sekvencijalni šaržni reaktor

UV- Ultraljubičasto zračenje

ROO- Registar onečišćavanja okoliša