

Preventivne mjere zaštite od požara kod skladištenja velikih količina sirovina od plastičnih masa

Tavčar, Marijeta

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Applied Sciences of Rijeka / Veleučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:125:667968>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-14**



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic of Rijeka Digital Repository - DR PolyRi](#)



VELEUČILIŠTE U RIJECI

Marijeta Tavčar

PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA KOD SKLADIŠTENJA VELIKIH KOLIČINA SIROVINA OD PLASTIČNIH MASA

diplomski rad

Rijeka, 2024.

VELEUČILIŠTE U RIJECI

Odjel sigurnosti na radu

Stručni diplomski studij Sigurnost na radu

PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA KOD SKLADIŠTENJA VELIKIH KOLIČINA SIROVINA OD PLASTIČNIH MASA

diplomski rad

MENTOR

Mensur Ferhatović, viši predavač

STUDENT

Marijeta Tavčar

MBS: 2426000068/22

Rijeka, 2024.

SAŽETAK

Unatoč ekonomskim problemima i raznim ekološkim raspravama o opasnostima plastičnih materijala, proizvodnja plastike diljem svijeta raste po stopi od 5 % svake godine. Tijekom posljednjih nekoliko godina razvijene su mnoge tehnike recikliranja polimernih materijala ali još se uvijek veliki dio plastike odbacuje na odlagališta i podvrgava se namjernom ili slučajnom spaljivanju na otvorenom prostoru. Svrha ovog rada je prikazati loše utjecaje skladištenja velikih količina sirovina od plastičnih masa, identificirati štetne spojeve prilikom njihovog izgaranja, kako njeno izgaranje može štetno utjecati na ljude i okoliš, načine gašenja ako dođe do izvanredne situacije ali i navesti preventivne mjere zaštite od požara kojih se potrebno pridržavati ako se takva velika masa skladišti na određenom zatvorenom ili otvorenom području.

Načini uporabe i zbrinjavanja plastičnih masa, njihove količine i slaganja, kao i način utvrđivanja i nadzor preventivnih mjera zaštite od požara jasno su definirane Zakonima i podzakonskim propisima. Zbog učestalih požara na odlagalištima plastičnih otpada, utvrđujemo da provođenje preventivnih mjera još uvijek nije na zadovoljavajućoj razini. S obzirom na takvu situaciju i praćenjem uzroka nastanka dosadašnjih požara, u ovom radu se navode poboljšanja stanja te nadzora nad provedbom preventivnih mjera zaštite od požara.

Ključne riječi: plastika, skladištenje, odlagališta, požar, preventivne mjere, okoliš

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	4
SADRŽAJ	1
1. Uvod.....	3
2. Plastične mase.....	4
2.1. Sastav plastičnih masa.....	4
2.2. Utjecaj plastičnog otpada na zdravlje i okoliš	5
2.3. Recikliranje plastičnog otpada.....	6
2.3.1. Mehaničko recikliranje	7
2.3.2. Kemijsko recikliranje.....	8
2.3.3. Energetska uporaba.....	9
3. Gorenje plastike	10
3.1. Tehnike i sredstva gašenja požara od plastike	13
3.2. Štetnosti prilikom sagorijevanja plastičnih masa.....	15
4. Veliki požar na deponiji plastike u Osijeku – tvrtka Drava international d.o.o.	17
4.1. Sustav gospodarenja plastičnim otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ Osijek .	17
4.2. Tijek vatrogasne intervencije na požaru tvrtke „Drava International d.o.o.“.....	22
4.3. Pretpostavke nastanka i problemi gašenja požara tvrtke „Drava International d.o.o.“	26

5. Zakonska regulativa skladištenja plastičnih masa	29
5.1. Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/2021)	29
5.2. Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 023/14).....	30
5.3. Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/08)	33
6. Preventivne mjere zaštite od požara kod skladištenja plastičnih sirovina	39
6.1. Opće preventivne mjere zaštite od požara na odlagalištima.....	39
6.2. Projektiranje i opremanje odlagališta sredstvima i opremom za izvanredne događaje	40
6.3. Pravila skladištenja i slaganja plastičnih masa u zatvorenim skladištima	42
6.4. Pravila skladištenja i slaganja plastičnih masa na otvorenom.....	43
6.5. Obvezna dokumentacija	45
6.5. Problem pomanjkanja tehničkih propisa, prakse i kvalitetnog nadzora.....	45
7. Prijedlog poboljšanja mjera zaštite od požara pri skladištenju velikih količina plastičnih masa	47
8. Zaključak	49
8.1. Literatura	51
8.2. Popis slika.....	52
8.3. Popis tablica.....	54

1. Uvod

Požari na odlagalištima plastičnih masa postaju sve veći društveni, ekonomski i ekološki izazov. Iako je ljudska svijest o požarima i posljedicama tih požara na odlagalištima kroz godine sve veća, još uvijek njihova sigurnost od požara predstavlja veliki izazov. Uobičajeni uzroci paljenja uključuju samozagrijavanje, ljudsku aktivnost, tehničke pogreške i električne kvarove ali i nepovoljno i nezakonsko skladištenje različitih masa.

Zakonima i pravilnicima propisane su mjere projektiranja, rukovanja odlagalištima i načinima skladištenja te sigurnosne i preventivne mjere za postupanje zaposlenika pri radu. Provođenje zakonskih mjera može spriječiti požare i minimizirati utjecaj požara ako se dogodi.

Otpad je globalni rastući problem svih zemalja svijeta, mnogo se ulaže u sustave gospodarenja otpadom, posebice plastičnim otpadom. Republika Hrvatska ali i mnoge druge zemlje još uvijek nemaju adekvatno razvijen taj sustav, građani su nedovoljno informirani ali i nezainteresirani za inovativnim i održivim poslovnim modelima u gospodarstvu.

Gospodarenje otpadom po pitanju plastičnih masa nužno je provoditi na način na koji se neće ugroziti zdravlje ljudi i uzrokovati štetni utjecaj na okoliš. Gospodarenje otpadom plastične mase znači spriječiti nastanak tog otpada, pripremiti ga za ponovnu uporabu, reciklirati ju, energetski ju oporabiti te zbrinuti. Time bi se spriječila štetna emisija stakleničkih plinova.

U ovom radu fokus je stavljen na otpad velikih plastičnih masa jer upravo on čini najveći dio cjelokupnog otpada, a njegovo prikupljanje, odvajanje te zbrinjavanje na odlagalištima prije obrade, može stvoriti gomile potencijalno opasnog i zapaljivog otpada. Zato ovaj rad navodi o dopuštenim količinama skladištenja sirovina od plastičnih masa, navodi preventivne mjere zaštite od požara i prijedloge za poboljšanje stanja i nadzora nad provedbom mjera zaštite od požara uključujući i odgovarajuće odredbe za sigurnost od požara te kako osigurati sigurnu intervenciju vatrogasnih postrojba.

2. Plastične mase

Plastika ima karakteristike male težine, jake otpornosti na koroziju, dobre izolacije i izdržljivosti. Ona može zamijeniti staklo, drvo, keramiku itd. Godinama, proizvodi se sve više plastika raznih vrsta i oblika, a upotrebljava se svakodnevno i gotovo u svakoj industriji koja postoji. Plastika je sastavljena od raznih polimera, kojima se dodavaju razni spojevi koji joj poboljšavaju stabilnost i izdržljivost. Međutim, plastika je jako štetna i predstavlja veliki problem ljudskom zdravlju i onečišćuje okoliš jer se ne može razgraditi a veliki problem predstavljaju dim i otrovni plinovi koji nastaju izgaranjem plastičnog otpada.

2.1. Sastav plastičnih masa

Plastika je naziv za cijeli niz polimernih materijala. Prema molekularnoj strukturi, ona je velika molekula zasnovana na ugljičnom lancu sa atomima vodika i raznim grupama koje sadrže kisik, klor, fluor i drugih atoma. Plastici se zatim dodaju razni plastifikatori, boje, sredstva za sušenje itd. U klasifikaciji materijala, plastika je polimer u nemetalnim materijalima. Prema molekulama od koje je izrađena, plastika se može podijeliti na mnogo vrsta. Najčešće se koriste:

- Polietilen (PET)

Od polietilena izrađuju se boce za vodu i ulje. Često zamjenjuje staklenu ambalažu jer je izrazito čvrsta, stabilna i otporna na visoku temperaturu. Pogodna je za čuvanje zagrijane hrane i tekućina. Dobiva se od naftnih sirovina.

- Polipropilen (PP)

Polipropilen sadrži izrazito otporne i stabilne spojeve. Koristi se u industriji automobila, kuhinjskog posuda i namještaja.

- Polivinil-klorid (PVC)

Najčešći je upotrebljavan polimer, nije veoma stabilan i na visokoj temperaturi se počinje razgrađivati. Zbog svoje raširenosti postaje jedan od velikih ekoloških problema. Njegova








toksičnost velika je u svim fazama proizvodnje, pri uporabi i pri odlaganju. Njegov nus-produkt su dioksini, jedan od najtoksičnijih ikada stvorenih kemijskih spojeva.

- Polistiren (PS)

Polistiren je vrsta plastičnog polimera od kojeg se izrađuju igračke, namještaj i električni uređaji. Problematican je zbog dodavanja broma te se nastoji zamijeniti polipropilenom (PP).

U svakodnevnom životu postoji šest osnovnih vrsta plastike. Svaka od njih označena je brojem 1 – 6. Plastika označena brojem 7 obuhvaća svu preostalu plastiku (Slika 1).

Slika 1. Vrsta plastika, njihove oznake te primjeri proizvoda izrađeni od njih

1 PET	2 HDPE	3 PVC	4 LDPE	5 PP	6 PS	7 OTHER
poli(etilen-tereftalat)	polietilen visoke gustoće	polivinil klorid	polietilen niske gustoće	polipropilen	polistiren	ostalo
plastične boce za piće i slična ambalaža	boce deterdženta, ulja, sokova, igračke i pojedine vrećice	igračke, ambalaža kemikalija, folije za pakiranje, prozor, vrata, namještaj	vrećice, folije za oblaganje papirnatih kutija	vrećice čipsa, slamke, čepovi, tanjuri, čašice za jogurt	plastično posuđe, razna kućišta, tvrda plastična ambalaža	PE, ABS, PA, PBT, CD-ovi
						
RECIKLIRA SE	DJELOMIČNO SE RECIKLIRA	NE RECIKLIRA SE	RECIKLIRA SE	DJELOMIČNO SE RECIKLIRA	NE RECIKLIRA SE	DJELOMIČNO SE RECIKLIRA

Izvor: Reciklaža.biz, 2021.

2.2. Utjecaj plastičnog otpada na zdravlje i okoliš

Iako Svjetska zdravstvena organizacija i Europska agencija za sigurnost hrane neprestano provode razna istraživanja kako bi utvrdili sigurnosti plastike i maksimalne dopuštene koncentracije štetnih spojeva, još uvijek nije poznat dugoročni utjecaj određenih spojeva iz plastike na ljudski organizam. Neki poznati štetni spojevi su ftalati i bisfenol A.

Bisfenol A je građevna molekula polikarbonatnih tipova plastike, a najčešće polivinilklorida (PVC). Prilikom procesa sinteze monomeri bisfenola mogu ostati slobodnima i tako ispuštati u hranu ili piće. Bisfenol A posjeduje estrogenska svojstva, što znači da se u organizmu vezuje za receptore na stanicama koje bi inače vezao hormon estrogen. Utječe na plodnost, ubrzani pubertet, promjene ponašanja, pojavu tumora i dr.

ftalati su velike skupine sličnih spojeva koje se mogu naći u plastici, igračkama i kozmetici. Plastici se dodaju da poboljšaju njenu elastičnost i fleksibilnost. Posebno su propustljivi i propuštaju se u hranu i piće i tako ulaze u organizam koji ih razgradi u narednih nekoliko sata nakon unosa. U tijelu utječu na hormonski sustav čovjeka i tako dolazi do poremećaja rada štitnjače, preuranjenog puberteta, sintezu spermatozoida i dr.

Plastika je teško razgradiv materijal a posebno plastika velike gustoće. Preradom plastike nastaju plastične mikročestice koje uvelike onečišćuju svjetska mora i oceane a morska bića i ptice ih zabunom pojedu. Prilikom spaljivanja, koje je izuzetno štetno, oslobađaju se kancerogeni furan i organohalogen. Takvi spojevi pridonose učinku staklenika i djeluje toksično na sve žive organizme.

Osim svega navedenog, proizvodnja plastike se bazira na nafti i čini 8 % svjetske naftne industrije. Većinom se koristi za jednokratnu upotrebu pa unatoč tome dolazi do ogromnog nakupljanja plastičnog otpada kojem nema kraja.

2.3. Recikliranje plastičnog otpada

Prema Zakonu o gospodarenju otpadom (NN 142/2023), recikliranje je svaki postupak uporabe, uključujući ponovnu preradu organskog materijala, kojim se otpadni materijali prerađuju u proizvode, materijale ili tvari za izvornu ili drugu svrhu osim uporabe otpada u energetske svrhe, odnosno prerade u materijal koji se koristi kao gorivo ili materijal za nasipavanje. U svrhu smanjenja količine plastičnog otpada koji se odlaže na odlagalištima kao i količine plastike koja je nepropisno odbačena u okoliš potrebno je razviti adekvatan sustav gospodarenja otpadom kojim bi se iskorištena plastična ambalaža, ukoliko je moguće ponovno upotrijebila ili reciklirala.

Recikliranje plastičnog otpada se može podijeliti u tri vrste:

- Mehaničko
- Kemijsko
- Energetska uporaba (spaljivanje sa svrhom proizvodnje energije)

2.3.1. Mehaničko recikliranje

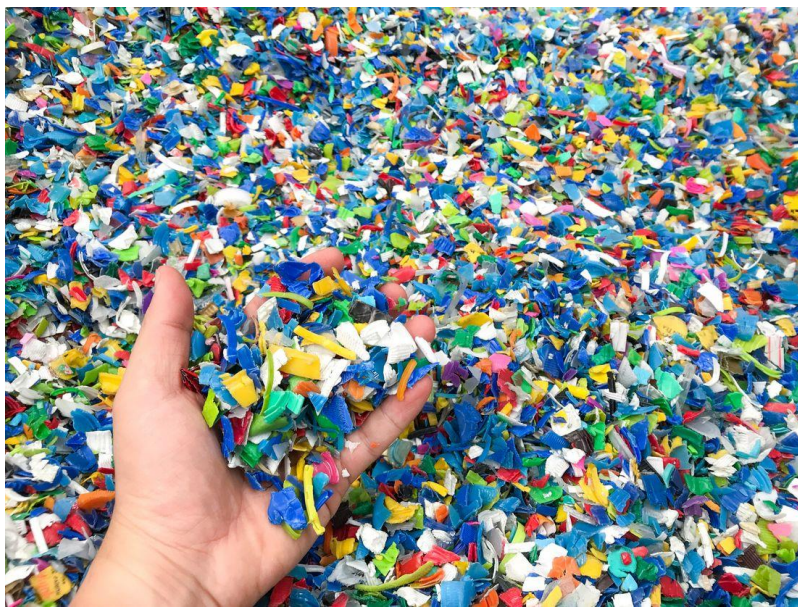
Mehaničko recikliranje najpoznatiji je i najjednostavniji oblik recikliranja plastičnog otpada. Gotovo sva odvojeno sakupljena otpadna plastika u Hrvatskoj podvrgava se isključivo postupku mehaničke reciklaže. Mehaničko recikliranje predstavlja toplinsku preradu polimernih materijala nakon uporabnog vijeka, odnosno nakon korištenja proizvoda, ekstrudiranjem u kojem je krajnji produkt novi materijal ili proizvod. Mehanička reciklaža odnosno sekundarno recikliranje, je postupak recikliranja čvrstog plastičnog otpada za ponovnu uporabu. Postrojenja za mehaničko recikliranje homogenog plastičnog otpada generalno se sastoje od jedinice za mljevenje, jedne ili više jedinica za pranje i sušenje i ekstrudera. Postupak mehaničke reciklaže plastičnog otpada odnosi se na:

1. sitnjenje (drobljenje, rezanje, mljevenje - odvajanje čepova i drugih vrsta materijala)
2. pranje (odvajanje nečistoća),
3. pliva - tone separacija (izdvajanje različitih vrsta plastike na temelju gustoća),
4. pranje i sušenje,
5. ekstruzija (dobivanje monopolimerske plastike) i
6. granuliranje.

Gore opisani postupak primjenjuje se prilikom mehaničke reciklaže PVC i PS folija dok u slučaju PET-a proces započinje mljevenjem, pranjem i separacijom, ali bez ekstruzije. Postrojenje za recikliranje PET boca razlikuje se od ostalih postrojenja jer se boce od PET-a moraju izdvojiti od boca koje su napravljene od drugih polimernih materijala te se moraju očistiti od naljepnica koje se nalaze na njima. Vidljivo je kako nema jednog univerzalnog sustava postrojenja za reciklažu ili postupak već je potrebno sustav prilagoditi za svaki polimer i za svaki

krajnji produkt ukoliko se želi postići maksimalna proizvodnja uz zadovoljavajuću kvalitetu te kasnije minimalne troškove reciklaže materijala.

Slika 2. Recikliranje plastike



Izvor: ilustracija (foto: Getty Images)

2.3.2. Kemijsko recikliranje

Kemijskim recikliranjem plastični otpad odnosno polimerni otpad se pretvara u originalnu sirovinu, monomer, koja se koristi za dobivanje drugih kemikalija ili sintetsko gorivo (plin, ulja). Usljed kemijske reciklaže dolazi do izmjene molekulske strukture procesom depolimerizacije te izmjene oblika i funkcije primarnog proizvoda, a najvažniji postupci oporabe su (Hrnjak-Murgić, 2016): hidroliza, hidriranje, rasplinjavanje plastičnog otpada i piroliza. Kemijska obrada polietilen skupine (PE) proučavan je kao potencijalno sirovinsko sredstvo za proizvodnju benzina. Glavna prednost kemijske reciklaže je mogućnost tretiranja heterogenih i onečišćenih polimera uz ograničeno provođenje predtretmana. Ipak, kemijska reciklaža nije isplativa i njeni troškovi su vrlo visoki.

2.3.3. Energetska uporaba

Energetska uporaba podrazumijeva spaljivanje otpada za proizvodnju energije u obliku topline, pare i električne energije. Energetskom uporabom plastični otpad sigurno uklanjamo iz ekološkog okruženja uz očuvanje prostora za nužna odlaganja. Plastični otpad posjeduje vrlo visoku kalorijsku vrijednost, posebno zato što je napravljen iz sirove nafte. Također, energetskom uporabom plastičnog otpada sprječava se stvaranje dušikovih oksida koji inače nastaju u termoelektranama na ugljen. Iako se spaljivanje plastičnog otpada čini privlačnom metodom recikliranja, brojni ekološki problemi su s tim povezani. Uglavnom je riječ o potencijalnom onečišćenju okoliša uslijed emisije CO₂ (ugljkov dioksid). Također, poznato je da se izgaranjem plastičnog otpada stvaraju hlapljivi organski spojevi, teški metali vezani u česticama, policiklički aromatski ugljikovodici, klor, furani i dioksini. Uslijed izgaranja plastičnog otpada, kao na primjer PVC, postoji mogućnost nastanka dioksina i furana zbog klora koji se nalazi u otpadu, međutim ako se spaljivanje provodi u kontroliranim uvjetima i pri vrlo visokim temperaturama, znatno se smanjuje mogućnost nastanka istih. U industriji se susreću tehnološki procesi koji održavaju vrijednosti emisija onečišćujućih tvari uslijed spaljivanja plastičnog otpada ispod dozvoljenih (propisanih) graničnih vrijednosti emisija (GVE) tj. ispuštaju vrlo niske koncentracije štetnih tvari u okoliš. Zbog sve većih problema s otpadom, očito je da će se morati uzeti u razmatranje razvoj energetske uporabe otpada, ali neki od prednosti ove uporabe su da se spaljivanjem otpad sterilizira, dok se na odlagalištima odvija nekontrolirana emisija štetnih tvari, gotovo sav sadržaj ugljika prelazi u CO₂ u odnosu na odlagališta gdje se pod normalnim uvjetima stvara i emitira metan CH₄, dok se spalionice otpada mogu promatrati kao elektrane koje koriste pretežno obnovljive organske izvore (kućni otpad, mnoge vrste tekstila i papir) čime je povećan fotosintetski porast apsorpcije CO₂ iz atmosfere, što pridonosi smanjenju efekta staklenika.

3. Gorenje plastike

Gorenjem različitih tvari na otvorenom prostoru dovodi do trenutnog onečišćenja zraka i okoliša, a s obzirom na tvari koje izgaraju stvara se niz otrovnih plinova i para te štetnih lebdećih čestica koje u dimu mogu biti raznesene uz pomoć strujanja zraka a zatim padaju na tlo talože se i zadržavaju na tlu i time uništava uzgoj hrane za čovjeka. Gorenjem plastike nastaju i opasni spojevi koji utječu na podražaje sluznice, očiju, kože i dišnih puteva te mogu uzrokovati otrovanja te opekotine grla i usta od vrućih plinova. Iako je sveobuhvatno mišljenje da je plastika sklona paljenju i intenzivnom izgaranju, nisu sve plastike takve. Postoji puno vrsta plastika s različitim kemijskim i fizičkim svojstvima sa različitim izgaranjima.

Plastika koja sadrži samo vodik i ugljik, naprimjer polietilen (PET) i polipropilen (PP) lako se zapali, gori sporo a svojstva gorenja su jaka. Pleksiglas, nitrocelulozna plastika, polistiren (PS) i drugi, lako se zapale i žestoko sagorijevaju. Plastike koje sadrže azot kao što su najlon, melamin i druge nije lako zapaliti i ako se zapali, vrlo lako sagorijeva. One vrste plastike s klorom a ponekad i bromom, kao što je polivinilklorid (PVC), omekšat će se i dimiti kad se zapali u vatri ali će se i brzo ugaziti čim napusti izvor vatre. Iako ima svojstvo samougašenja, vatrogasci moraju u praksi imati jasno razumijevanje da samo gašenje ne znači i nezapaljivost. Fluorirana plastika, poput teflona, gotovo je nezapaljiva, ali pri požaru i velikim temperaturama, ispušta toksične plinove koji su opasni i kancerogeni.

Proces gorenja plastike izuzetno je složena reakcija termičke oksidacije koja dovodi toga da su osnovni elementi izgaranja toplina, kisik i zapaljivi plinovi. Općenito se smatra da je sagorijevanje plastike prošlo kroz tri faze:

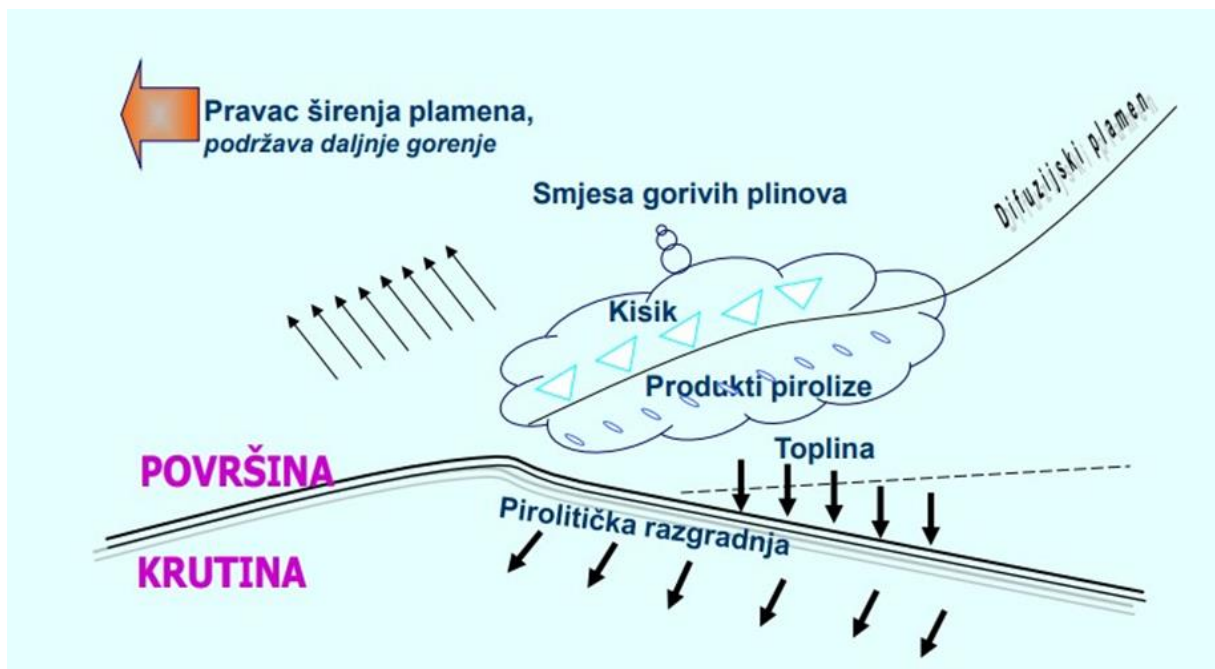
Prva faza - postupak toplinske inicijacije – toplina vanjskog izvora topline ili vatre uzrokuje da se plastika podvrgne promjeni stanja tj. pretvorbi iz krute u tekuće stanje i kemijskim promjenama

Druga faza – proces termičke razgradnje – tu se izvode endo termičke reakcije. Nastaju i oslobađaju se polimerne pare.

Treća faza – proces paljenja – kada koncentracija zapaljivih tvari u drugoj fazi dostigne granicu zapaljenja i kada je prisutan dostatan kisik.

U požarima su glavni produkt izgaranja plastike dim, otrovni plinovi, zapaljivi plinovi i kapljice izgaranja. Plastika poput poliestiren, poliuretan pjene i drugih, brzo će stvoriti veliku količinu dima kada se izgara, taj dim sprječava vidno polje i otežava vatrogascima gašenje požara. Održavanje plamena na površini materijala posljedica je zapaljenja, polimernih para, koje nastaju izgaranjem i tada je početak gorenja polimera. Proširenje gorenja izvan zone zapaljenja definira se kao širenje plamena a ako nema širenja proces gorenja će se zaustaviti. Za ostvarenje procesa gorenja značajne su faze razgradnje, zapaljenja polimera, izgaranje i gorenje te širenje plamena.

Slika 3. Prikaz procesa gorenja polimera



Izvor: Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku kemijsku tehnologiju – PPT Karakteristike materijala,
Doc.dr.sc. Zvonimir Katančić

Gorenje polimernih materijala ovisi o:

- količini kisika

- temperaturi
- fizikalno kemijskom svojstvu polimera

Tablica 1. Temperatura zapaljenja polimera

Polimeri	Temperatura zapaljenja (°C)	Temperatura Samo zapaljenja (°C)
Polietilen	340	350
Polipropilen	320	350
Polistiren	350	490
Poli(vinil-klorid)	390	450
Poli(tetrafluor-etilen)	560	580
ABS	390	480
PMM	300	430
Poliakrilonitril	480	560
Poliamid 6	420	450
Poliamid 6,6	490	530
Poliuretan	310	415
Pamuk	210	400

Izvor: PDF Zbrinjavanje polimernog otpada; <https://www.fkit.unizg.hr>

Čvrsti polimeri ne gore. Umjesto toga, njihovi hlapljivi produkti toplinske razgradnje izgaraju u plinovito stanje kad se pomiješaju s kisikom i zapale. Do paljenja dolazi kada koncentracija hlapljivih plinova goriva dosegne donju granicu zapaljivosti. Kada se zapali, izgara blistavim plamenom. Temperatura površine plastike pri paljenju, koja se naziva i temperatura vatre, trebala bi biti blizu temperaturi razgradnje. Na tim temperaturama, reakcije toplinske razgradnje na plastične površine su brže od brzine apsorpcije topline. Prema tome, to je prijenos topline koji upravlja brzinom gorenja, brzinom otpuštanja topline i stvaranjem dima tijekom plamena izgaranja.

Tablica 2. Način gorenja raznih vrsta polimera

MATERIJAL	GORENJE	MIRIS
POM	Plavi plamen / materijal kaplje prilikom gorenja	Miris po formaldehidu
PET	Svijetli plamen / pucketajuće / prisutnost čađe – crni dim / materijal prilikom gorenja kaplje i gori	Slatki, nagrizajući miris
PA	Plavi plamen sa žutim rubom, materijal nabrekne – mjehuri, pucketajuće, kaplje	Miris paljevine
PVDF	Svijetli plamen, crni dim – čađa	Neugodan miris
PE-HD	Svijetlo plavi plamen / materijal kaplje prilikom gorenja / dim je skorom nevidljiv	Miris po parafinu
PP	Svijetli plamen s plavim konusom / materijal kaplje prilikom gorenja / dim je skorom nevidljiv	Miris po parafinu
PC	Žuti plamen / crni dim – čađa	Miris po fenolu
ABS	Žuti plamen / jaki crni dim – čađa	Miris ugljena (pokvarenih jaja)

Izvor: Milanović Z., Radović S. 2001.:“Požari i eksplozije na odlagalištima otpada“

Egzotermna reakcija izgaranja dodatno pojačava pirolizu te se povećava nivo plamena. Koncentracija slobodnih radikala ugljikovodika i njihova difuzija kroz plamen potiču širenje plamena. Test mjerenja gorivosti određuje vrijeme zapaljenja i gašenja, brzinu kapanja taljevine, gustoću dima, brzinu i veličinu širenja plamena, brzinu oslobađanja topline i brzinu oslobađanja dima i ostalih produkata gorenja.

3.1. Tehnike i sredstva gašenja požara od plastike

Pod sredstvima gašenja požara podrazumijevaju se ona sredstva koja će prekinuti proces gorenja u skladu s klasom požara. Za uspješno gašenje požara odabiru se sredstva koja sprječavaju pristup kisiku oko gorive tvari, oduzimaju toplinu i hlade gorivu tvar te onemogućuje spajanje gorive tvari s drugim tvarima, ali i trenutno raspoloživa sredstva za gašenje.

Prilikom gašenja požara vatrogasci opremljeni su odgovarajućom zaštitnom opremom i motornim vozilima s pripadajućom tehnikom te zračnim protupožarnim snagama. Za gašenje požara otvorenog prostora uvelike pomažu motorizirana vozila. Vatrogasna cisterna ima rezervoar za vodu kapaciteta do 5000 l, opremljeni su visokotlačnim pumpama, opremom za gašenje požara, mlaznicama i topovima za izbacivanje vode.

Skupna oprema vatrogasaca omogućava da brzo i efikasno djeluju na požar ako ga treba preusmjeriti, ukloniti neke prepreke ili ukloniti neposrednu opasnost, a to su motorna pila s opremom, kutije s alatom, naprtnjače, gumeni spremnici za vodu, torbe prve pomoći, GPS prijemnik, ručne radiostanice, mačete i kosijere i drugi.

Za uspješno izvršenje zadaća gašenja vatrogasci su opremljeni i kvalitetnom osobnom zaštitnom opremom, a nju čine:

- odijelo – štiti tijelo od plamena, vjetra, ogrebotina, vode a može biti jednodijelno ili dvodijelno
- čizme – moraju biti otporne na povišenu temperaturu tla, otporne na udarce i protuklizne
- kaciga – štiti glavu od udaraca, topline i ogrebotina lica te sadrži priključke za svjetiljku i masku za disanje
- rukavice – ruke moraju biti zaštićene od topline i udaraca ali rukavice ujedno moraju pružiti udobnost i pokrivati cijelu podlakticu
- rasvjetno tijelo – predstavlja prenosivu svjetiljku za rad po noći
- komunikacijski uređaj – najvažniji je uređaj vatrogasaca, zbog mogućnosti međusobne komunikacije i konstantnog uvida u situaciju.

Slika 4. Osobna zaštitna protupožarna oprema



Izvor: https://www.grad-krk.hr/sto_ostaje_kad_intervencija_zavrshi2.pdf

Za gašenje požara plastike najbolje se pokazalo gašenje „vlažnom vodom“. Ta vlažna voda napravljena je sa 6 % pjenila i vodom iz slavine. Takva kombinacija za gašenje smanjuje vrijeme gašenja za 30-50 %. Gašenje požara možemo provoditi na način da istosmjerno gasimo požar svih plastičnih površina tako da smanjujemo površinsku temperaturu plastike i na taj način smanjimo površinsku temperaturu plastike. Tako bi se spriječilo rastapanje plastike i stvaranje kapljica koje bi padale na druge plastike i tako proširilo požar.

3.2. Štetnosti prilikom sagorijevanja plastičnih masa

Plastika je načinjena od fosilnih goriva i to je čini jako zapaljivom. Gori jače od drugih vrsta požara i teško ju je ugasiti. Kad plastika gori, ona ispušta tvari koje su jako štetne za ljude i njihov organizam. Dim i čađa uvelike će utjecati na disanje a oslobađaju se i kemikalije zvane

dioksini. Taj gusti crni dim koji se razvija ukazuje na nepotpuno izgaranje plastike, što upućuje na visoku koncentraciju nepotpuno izgorjelih složenih ugljikovodika, ugljičnog monoksida i ugljičnog dioksida. Njihova visoka izloženost povezuje se s rakom te s reproduktivnim i raznim razvojnim problemima kod ljudi.

Američka agencija za zaštitu okoliša (EPA) nedavno je provela istraživanje raznih onečišćivača tipičnih za požar plastike i provela kvalitetu zraka u američkom gradu Richmondu u koje je 14. travnja 2023. godine izbio veliki požar na deponiju plastike. U visoko rizičnoj zoni u kojoj se provela evakuacija u trenutku požara, EPA-ini monitori zraka detektirali su: vodikov cijanid, benzen, klor, ugljični monoksid i ostale hlapljive tvari. Prema navodu Cendric Rutlanda, pulmologa i glasnogovornika Američke udruge za pluća: „Sve te tvari opasne su kada su koncentrirane...sve te molekule na neki način zajedno uzrokuju zlo tijelu, a mnogi mogu uzrokovati upalu pluća“. Nakon svakog izbijanja požara stručnjaci trebaju provjeravati kvalitetu zraka i detektirati zaostale kemikalije i štetne tvari u zraku. Za gašenje požara plastike potrebne su velike količine vode (cca 60.000 litara u minuti). Sva ta količina vode tijekom gašenja može dovesti do velike dekontaminacije podzemnih voda koje će dospjeti u razne rijeke i jezera. Toksini u vodi bioakumulirati će se u ribama, te tako ući u ljudsko tijelo i uzrokovati razne zdravstvene probleme. Također, te čestice tijekom izgaranja, strujanjem zraka raznose se a zatim talože na tlo te mogu dovesti do problema s uzgojem voća i povrća.

4. Veliki požar na deponiji plastike u Osijeku – tvrtka Drava international d.o.o.

Požar u kojem su 4. listopada 2023. u tvornici za preradu plastike Drava International d.o.o. izgorjele nepregledne o goleme količine plastike te u kojem je nastradao jedan vatrogasac, ostat će Slavoniji u sjećanju još dosta dugo. Prema svjedocima vatrogasaca koji su sudjelovali u gašenju, požar je krenuo iz središnjeg dijela vanjskog skladišta. Tamo su bile skladištene komprimirane i nekomprimirane bale plastike ali i razne industrijske vreće u kojima je bila obrađena, drobljena plastika.

Težinu gašenja definitivno je pridonijelo gusto slaganje bala plastika, koje su sužavale normalno manevriranje vatrogasnim i manipulacijskim putevima. Ta zapaljena masa izuzetno se brzo širila prenoseći paklenu temperaturu s bale na balu te je stoga požar dobio nevjerojatnu dinamiku rasta.

4.1. Sustav gospodarenja plastičnim otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ Osijek

„Drava International d.o.o.“, tvrtka za proizvodnju otpada od plastike, osnovana je 2005. godine, nalazi se na lokaciji Brijest, Južno predgrađe bb, u Osijeku kamo obavlja djelatnosti sakupljanja, skladištenja, razvrstavanja i oporabe neopasnog otpada ključnog broja 15 01 02 - ambalaža od plastike.

Slika 5. Logo firme



Izvor: www.finInfo.hr web – Logo firme

Drava International d.o.o. primarno se bavi recikliranjem odnosno oporabom otpadne folije kao i otpadne PE (polietilen) folije i otpadne PET (polietilen-tereftalat) ambalaže. Proces recikliranja u potpunosti je zaokružen u smislu da se otpadna ambalaža sortira, reciklira pri čemu se dobiva granulirani materijali, koji se u daljnjem postupku proizvodnje pretvara u nove gotove proizvode ovisno o potrebama tržišta. Tvrтка posjeduje Dozvolu za gospodarenje otpadom (Upravni odjel za prostorno planiranje, zaštitu okoliša i prirode Osječko-baranjske županije, klasa: UP/I^o-351-01/14-11/36, Urbroj:2158/1-01-14/05-15-12, Osijek, 4. svibnja 2015. godine) te Rješenje o izmjeni i dopuni dozvole za gospodarenje otpadom, (Upravni odjel za prostorno planiranje, zaštitu okoliša i prirode Osječko-baranjske županije, klasa:UP/I^o-351-01/18-11/1, Urbroj: 2158/1-01-17/05-18-9, Osijek, 5. travnja 2018. godine).

Tablica 3. Svrha koja se postiže obavljanjem postupka

R. br.	OZNAKA POSTUPKA	SVRHA
1.	S	Sakupljanje, prihvata i skladištenje otpada radi isporuke na oporabu i/ili zbrinjavanje te vođenje evidencije vrsta i količina prihvaćenog otpada.
2.	PP	Odvajanje i sortiranje otpada radi pripreme za daljnju oporabu
3.	R12	Mehanička obrada otpada (separacija, mljevenje i odvajanje otpada)
4.	R3	Oporaba otpadne PET i PE ambalaže
5.	R13	Privremeno skladištenje otpada prije oporabe

Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ (1/2020.)

Energenti koji se koriste u tehnološkim procesima su električna energija i prirodni plin. Postrojenja koja uzrokuju emisije u zrak iz nepokretnih izvora su plinska kotlovnica gdje se obavljaju redovna godišnja mjerenja emisija onečišćujućih tvari iz nepokretnih izvora, zatim na flexi tisku s povremenim mjerenjima, sukladno Uredbi o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora, NN 87/17.

Voda koja se koristi u procesima proizvodnje vraća se u postrojenje za obradu vode te se kao pročišćena voda opet vraća na početak procesa, a mali dio pročišćene vode odlazi u sustav javne odvodnje. Tehnološke otpadne vode prolaze kroz pročištač ulja i masti prije puštanja u sustav javne odvodnje, a u tijeku je realizacija projekta instaliranja biološkog pročištača otpadnih

voda. Vode se dnevne evidencije o potrošnji vode i provode ispitivanja otpadnih voda sukladno vodopravnoj dozvoli četiri puta godišnje (Vodopravna dozvola KLASA: UP/I-352-04/13-05/80, URBROJ: 374-22-3-17-7 od srpnja 2017. godine).

Građevina ima betonsku podnu površinu otpornu na djelovanje otpada. Svi prostori opremljeni su aparatima za gašenje požara. Prostor tvrtke je ograđen metalnom ogradom i ustrojena je 24-satna čuvarska služba. Na svim područjima u kojima se obavljaju tehnološki procesi u svrhu obavljanja svih postupaka na siguran način postavljene su na vidljivom i pristupačnom mjestu upute za rad.

Tablica 4. Proces i kapaciteti procesa po postupcima

br.	POSTUPAK	OZNAKA PROCESA	NAZIV TEHNOLOŠKOG PROCESA	KAPACITET PROCESA
1	S	S 1	Prikupljanje otpada	∞
2		S 2	Prihvat otpada	260 000 t/god
3	PP	P 1	Razvrstavanje otpada	260.000 t/g
4	R3	A-1	PE – Razvrstavanje, mljevenje, pranje, sušenje, granuliranje	100 000 t/god
5			PET i ostali neopasni otpad – Razvrstavanje, mljevenje, pranje, sušenje	160 000 t/god
6.	R12	B 1	Separacija i mljevenje čepova	6.000 t/god
7.		B 2	Odvajanje mljevenog PET-a iz etiketa	6.000 t/god
8.		B 3	Odvajanje metala i nemetala iz flexa i iz PET boca	6.000 t/god
9.	R13	C 1	Skladištenje otpada	187.500 m ³

Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ (1/2020.)

Ukupna količina svih vrsta otpada sukladno Tablici 5. koja je u jednom trenutku dopuštena na lokaciji gospodarenja otpadom iznosi 45.000 tona. Otpad se skladišti u spremnicima i big bag vrećama ili rasutom stanju, ovisno o njegovom svojstvu na način da se osigura sigurno skladištenje u zatvorenom i otvorenom prostoru. Otpad se skladišti baliran, skladišti se samo kruti neopasni otpad a onaj otpad s različitim svojstvima i agregatnim stanjem se skladišti odvojeno.

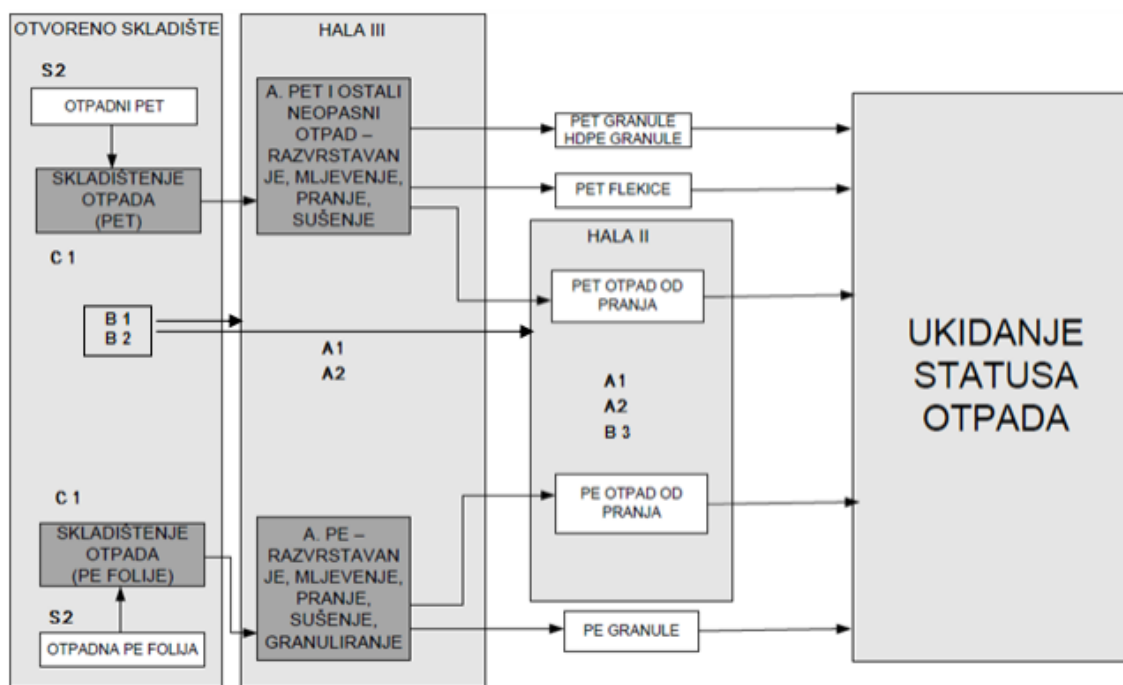
Tablica 5. Dopuštene količine otpada koje se smiju nalaziti na lokaciji

R. br.	KLJUČNI BROJ OTPADA	NAZIV OTPADA	DOPUŠTENA KOLIČINA (t)
1.	07 02 13	Otpadna plastika	10
2.	12 01 05	Strugotine plastike	10
3.	15 01 01	Papirna i kartonska ambalaža	25
4.	15 01 02	Plastična ambalaža	42.000
5.	16 01 19	Plastika	60
6.	19 10 01	Otpad od željeza i čelika	15
7.	19 10 02	Otpad od obojenih metala	20
8.	19 12 03	Obojeni metali	10
9.	19 12 02	Željezo i legure koje sadrže željezo	50
10.	19 12 04	Plastika i guma	500
11.	19 12 12	Ostali otpad (uključujući mješavine materijala) od mehaničke obrade otpada, koji nije naveden pod 19 12 11*	900
12.	20 01 01	Papir i karton	5
13.	20 01 39	Plastika	200

Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ (1/2020.)

Nadzor tehnološkog procesa prihvata otpada provodi osoba odgovorna za gospodarenje otpadom. Odgovorna osoba imenovana je Odlukom Direktora tvrtke. Nadzorom se osigurava provjera ispravnosti uređaja i opreme te obavljanje tehnološkog procesa sukladno načinu gospodarenja otpadom. Sustav upravljačkog nadzora metoda sastoji se od kontrole načina izvođenja tehnološkog procesa i pisanih uputa rada za obavljanje tehnološkog procesa. Mjere upravljačkog nadzora procesa prihvata otpada podrazumijevaju vizualni pregled svake pošiljke otpada prije njezinog prihvata u skladište, a svaku pošiljku mora pratiti popunjeni Prateći list i po potrebi i kategorizacija otpada. Dopušteni kapacitet korisnog prostora skladišta otpada iznosi 61.320 m³.

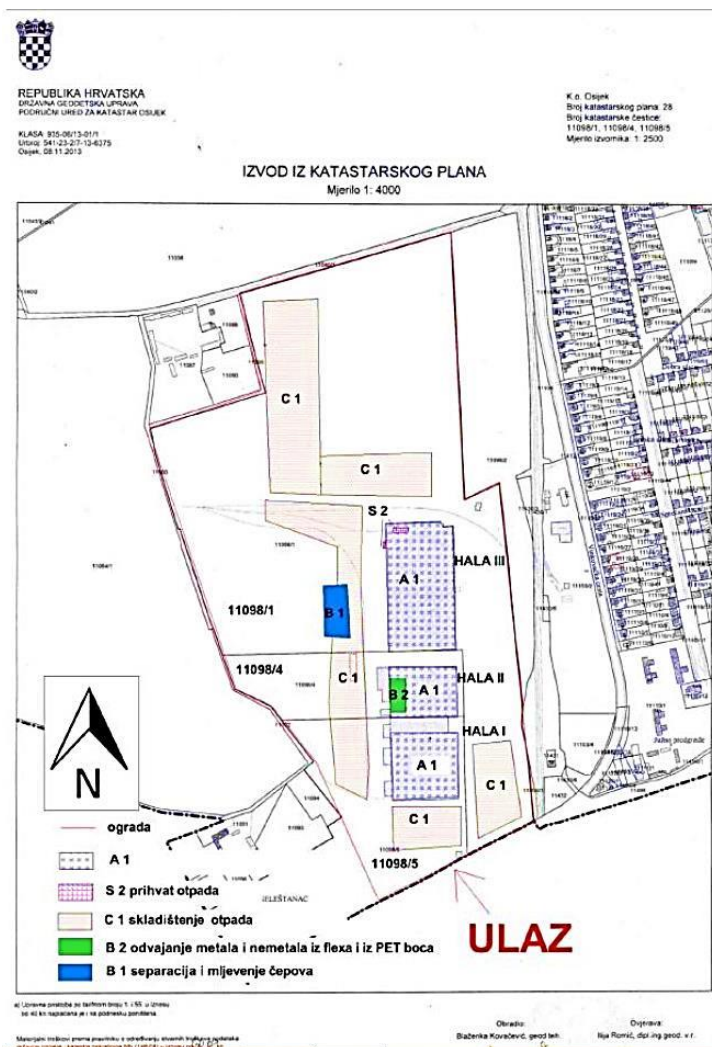
Slika 6. Osnovni tehnološki procesi plastične mase



Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ (1/2020.)

Nacrt prostornog razmještaja tehnoloških procesa prikazan je na Slici 3. U hali I (10000 m²) se odvija proizvodnja vakumata (PET posudica za hranu), predformi (epruveta) za različite dimenzije boca, kao i odgovarajući čepovi. U hali II (7500 m²) je skladište sirovina i repromaterijala, linija za odvajanje metala i nemetala iz flexa i PET boca, te linija za odvajanje limenki od PET boca. U hali III (18750 m²) je smještena reciklaža polietilena, reciklaža PET boca, pogon za proizvodnju PET folije, pogon za proizvodnju polietilenskih vreća i vrećica.

Slika 7. Nacrt prostornog razmještaja tehnoloških procesa tvrtke „Drava International d.o.o.“



Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“, verzija III, 20.02.2018.

4.2. Tijek vatrogasne intervencije na požaru tvrtke „Drava International d.o.o.“

Dana 4. listopada 2023. godine u 00:31 h, u javnoj vatrogasnoj postrojbi Osijek zaprimljena je prva dojava o požaru deponije plastike u Brijestu, na južnom predgrađu, tvrtke Drava International d.o.o.. Uskoro su bili uzbunjena i sva javna i dobrovoljna vatrogasna društva u okolici Osijeka, svim obližnjim mjestima i gradovima. Požar je u trenutku otkrivanja bio već

velikih razmjera. Za gašenje požara angažirani su i djelatnici vodovoda tvrtke Vodovod i Unikom, te djelatnici Ravnateljstva civilne zaštite koji su gasili požar sa specijalnim daljinski navođenim vozilom za vatrogasne intervencije te skupa sa pročelnikom Ravnateljstva koordinirali aktivnosti na lokaciji požara. Na terenu požar su gasili javne vatrogasne jedinice grada Osijeka i Belog Manastira te čak 21 dobrovoljno vatrogasno društvo s područja Osijeka i šire okolice. Aktivirani su i Stožeri civilne zaštite Osječko-Baranjske županije.

Slika 8. Požar vanjskog skladišta tvrtke „Drava International d.o.o.“



Izvor: www.index.hr

Tijekom požara jak vjetar odnosio je otrovni dim prema jugu, koji je vrlo brzo došao i do granice s Bosnom i Hercegovinom. Vrlo brzo požar je zahvatio više tisuća kvadratnih metara i nije bio pod kontrolom. Budući da je požar stvorio veliki intenzitet, pozvane su vatrogasne snage iz Belog Manastira, Đakova, Valpova, Belišća i ostalih mjesta. Bilo je ukupno 95 vatrogasaca sa 74 vatrogasnih vozila. U 4:52 h požar se proširio i zahvatio zgradu iz koje je prethodno i na vrijeme izvučeno 1500 l natrijeve lužine i 1000 l hidroklor (HCl) a od 04:00 aktiviran je i robot za gašenje koji može pomoći u presijecanju požarišta. Do podneva istog dana angažiralo se još vatrogasnih službi je tada gašenje provodilo 180 vatrogasaca sa 82 vozila. Dva vatrogasca zadobili su ozljede i medicinski su zbrinuti. Požar se i do podneva gasio punom snagom.

Slika 9. Satelitska snimka - pozicija započetog požara uz prikaz smjera vjetra



Izvor: Privatna arhiva Javne vatrogasne postrojbe Osijek, 2023.

U 13:00 h jedan vatrogasac zadobio je teže ozljede zbog upada u šahtu u kojoj se procijeđivala rastopljena plastika te je s ozbiljnim opeklinama i ozljedama hitno prevezen u Klinički bolnički centar Osijek.

Slika 10. Požar odlagališta – prikaz iz zraka



Izvor: Privatna arhiva Javne vatrogasne postrojbe Osijek, 2023.

Oko 16:00 h istog dana, požarna situacija počela se smirivati. Povučeni su određeni brojevi vatrogasaca a sljedećeg dana, izdana je zapovijed o početku hlađenja i zatrpavanja požarišta. Nastavlja se dežurstvo vatrogasnih snaga. Vatrogasci polijevaju požarište vodom i zatrpavaju zemljom. Intervencije gašenja i saniranja nastavlja se sve do 13. listopada 2023. godine. Povodom požara, konstantno se mjerila kvaliteta zraka od strane stručnog tima Zavoda za javno zdravstvo Andrija Štampar iz Zagreba. Kvaliteta zraka konstantno se mijenjala. Grad Osijek dao je preporuku građanima da zatvore prozore i ne izlaze vani ako nemaju potrebe. Zatvorene su i škole. Pratili su se meteorološke prognoze jer je jačina vjetera uvelike utjecala na širenje požara ali i kontrole kvalitete pitke vode iz vodovoda za koju nije bilo zabrinutosti o ispravnosti.

Slika 11. Zgrada tvrtke Drava International d.o.o. u trenutku požara



Izvor: www.index.hr, 10. listopad 2023.

Zbog promjene smjera vjetera prvo su dana 07. listopada 2023. godine provedena mjerenja na području grada Osijeka. Analize ukupne prašine su bile veće u odnosu na dan ranije. Od ostalih spojeva detektiran je formaldehid, koji nadražuje gornje dišne putove. Kvaliteta zraka na stacionarnim mjernim postajama Državnog hidrometeorološkog zavoda dana 7. listopada 2023. u 11 sati bila je:

Osijek 1 (raskrižje ulice kneza Trpimira i Europske avenije)

– indeks kvalitete zraka: PRIHVATLJIVO;

PM10 (grube lebdeće čestice manje od 10 mikrometra) – 31,56 PRIHVATLJIVO

Osijek 2 (Donji Grad, kod Osnovne škole Ljudevita Gaja) – indeks kvalitete zraka: LOŠE

PM2.5 (fine lebdeće čestice manje od 2.5 mikrometra) – 37,36 LOŠE

PM10 (grube lebdeće čestice manje od 10 mikrometra) – 52,11 LOŠE

4.3. Pretpostavke nastanka i problemi gašenja požara tvrtke „Drava International d.o.o.“

Čak se ni nakon osam mjeseci od nastanka ovog veliko požara, ne može točno utvrditi njegov uzrok. Građeni Osijeka i dalje se žale na osjet loše kvalitete zraka. Pogodna situacija tijekom požara za stanovnike Osijeka i okolice je bio jak sjeverni vjetar. Iako je proširivao požar, doprinio je tome da su se otrovne čestice dizale visoko u zrak i širile na široko područje pa je koncentracija istih bila mala. Vatrogasna društva učinila su junački posao i doprinijeli brzom gašenju i tome da se situacija nije razvila u veću katastrofu.

Iako je u tijeku očevid, vlasnik tvrtke smatra da je požar podmetnut. Vjeruje se i da je poslovanje same tvrtke bilo uredno ali da je po svemu sudeći bilo i određenih propusta. Naime, sukladno prikupljenim informacijama JVP Osijek okolnosti koje su bitno utjecale na smjer i jačinu požara su te da su zgrade tvornice prvobitno bile projektirane i u funkciji s potpuno drugom vrstom tehnologije. Prije je to bila ljevaonica kada OLT Osijek. Ta zgrada sastojala se od tri velike proizvodne hale gdje nije bio izveden automatski protupožarni sustav kao ni sustav odimljavanja. Nije bilo protupožarnih zaklopki na ventilacijskom sustavu koji prolazi sve proizvodne hale te nije proveden drenažni sabirni cjevovod koji bi sakupljao otpadnu vodu.

Tvornica OLT Osijek zatvorena je nakon Domovinskog rata, te ju je nakon toga preuzela sadašnja Drava International d.o.o. Smatra se da nova tvrtka nije provela sve građevinsko tehničke promjene nužne za organiziranu proizvodnju sukladno novim tehnološkim procesima. Na području tvornice navodno je bilo na oko 12 Ha uskladišteno 100 000 tona plastike, neke prešane i balirane a neke samljevene i naslagane u vrećama od 300-1000 kg. Sva ta uskladištena plastika predstavljala je jedan požarni sektor zajedno s proizvodnim halama.

Slika 12. Snimka stanja nakon požara



Izvor: Privatna arhiva Javne vatrogasne postrojbe Osijek, 2023.

U trenutku požara vatrogasci koji su prvi pristupili požarištu naišli su na požar koji je zahvatio 250 m² balirane plastike što je oko 500 m³ odnosno 250 tona plastične mase. Požar su krenuli gasiti vodom jer gašenje pjenom nije pružilo efekt zaustavljanja kretanja požara. Tijekom gašenja vodom, došlo je do pada tlaka u hidrantskoj mreži te je to dodatno usporilo ekipu i bilo je presudno za ponovno širenje požara u svim smjerovima. Ova situacija zahtijevala je hitnu promjenu taktike gašenja. Vatrogasni zapovjednici donose odluku o napuštanju taktike gašenja kad se njegov tijek zaustavio došavši do dvorišta te kreće obrana tvorničkih hala. Akcijom obrane spašene su sve tri proizvodne hale.

Sukladno medijima te prikupljenim informacijama, vjerujem da se, iako je po pretpostavki vlasnika tvrtke da je požar podmetnut, trebalo više ulagati u tehničke mjere zaštite od požara, u ispitivanje hidrantske mreže i vremena trajanja maksimalnog protoka, detektora za pravovremeno detektiranje požara, skladištenju količina sukladno elaboratu i zakonskim propisima, održavanju evakuacijskih i operativnih puteva dostatno širokima za manevriranje i puno drugih.

Slika 13. Stanje odlagališta nakon požara



Izvor: Privatna arhiva Javne vatrogasne postrojbe Osijek, 2023.

Prema medijima Državni inspektorat poručio je da su u posljednje četiri i pol godine obavili devet inspekcijskih nadzora. Utvrđene nepravilnosti su, tvrde, otklonjene, no podnesene su i dvije kaznene prijave. Nadležne institucije provest će očevid i vjerujem da će se otkriti prava istina ali i s obzirom na ovaj katastrofalni događaj, da ćemo se nečemu novom i naučiti kako se ovakve situacije ne bi više nikada ponovile.

5. Zakonska regulativa skladištenja plastičnih masa

5.1. Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/2021)

Zakonom o gospodarenju otpadom propisuju se mjere u svrhu zaštite okoliša i ljudskoga zdravlja sprječavanjem ili smanjenjem nastanka otpada, smanjenjem negativnih učinaka nastanka otpada te gospodarenja otpadom, smanjenjem ukupnih učinaka uporabe sirovina i poboljšanjem učinkovitosti uporabe sirovina te povećanjem recikliranja i ponovnog korištenja reciklata, što je nužno za prelazak na kružno gospodarstvo i osiguranje dugoročne konkurentnosti Republike Hrvatske i Europske unije. Također, propisuju se mjere, posebice uvjeti za rad odlagališta i zahtjevi za otpad koji je dopušteno odlagati kako bi se spriječili ili što više smanjili štetni učinci na okoliš, posebice onečišćenje površinskih voda, podzemnih voda, tla i zraka, uključujući i efekt staklenika, kao i sve opasnosti za zdravlje ljudi zbog odlaganja otpada tijekom cijelog životnog vijeka odlagališta, s ciljem uspostave kružnog gospodarstva te osiguranja primjene reda prvenstva gospodarenja otpadom, zbrinjavanja otpada koji nije oporabljen na način kojim se ne ugrožava zdravlje ljudi i ne šteti okolišu, te osiguranja postupnog smanjenja odlaganja otpada, posebice otpada koji je pogodan za obradu recikliranjem ili drugim postupkom uporabe.

Navodi se i plastični otpad gdje se propisuju mjere u svrhu sprječavanja i smanjenja utjecaja određenih plastičnih proizvoda na okoliš, posebno vodeni okoliš, i na zdravlje ljudi te mjere u svrhu sprječavanja proizvodnje ambalažnog otpada i potiče se ponovna uporaba ambalaže, recikliranje i drugi oblici uporabe ambalažnog otpada te smanjenje količina konačnog zbrinjavanja takvoga otpada kao doprinos kružnom gospodarstvu. Zakon o gospodarenju otpadom ne smatra odlagalištem otpada građevinu ili skladište gdje se otpad istovaruje radi omogućavanja njegove pripreme za daljnji prijevoz do mjesta uporabe, obrade ili odlaganja na drugim lokacijama, mjesto skladištenja otpada prije uporabe ili obrade istoga u razdoblju do tri godine i mjesto skladištenja otpada prije zbrinjavanja u razdoblju do godine dana. Sukladno čl. 39 Zakona, navodi se da osoba koja upravlja odlagalištem dužna je Ministarstvu do 31. siječnja tekuće godine za prethodnu godinu dostaviti podatke o masi otpada odloženog na odlagalište putem obrasca objavljenoga na mrežnoj stranici Ministarstva.

Slika 14. Gospodarenje otpadom na Reciklažnom dvorištu „Treskavac“, otok Krk



Izvor : obrada autora

5.2. Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 023/14)

Opći uvjeti gospodarenja otpadom kojima mora udovoljiti lokacija gospodarenja otpadom i građevina ili dio građevine u kojoj se obavlja postupak gospodarenja otpadom prema Pravilniku o gospodarenju otpadom su:

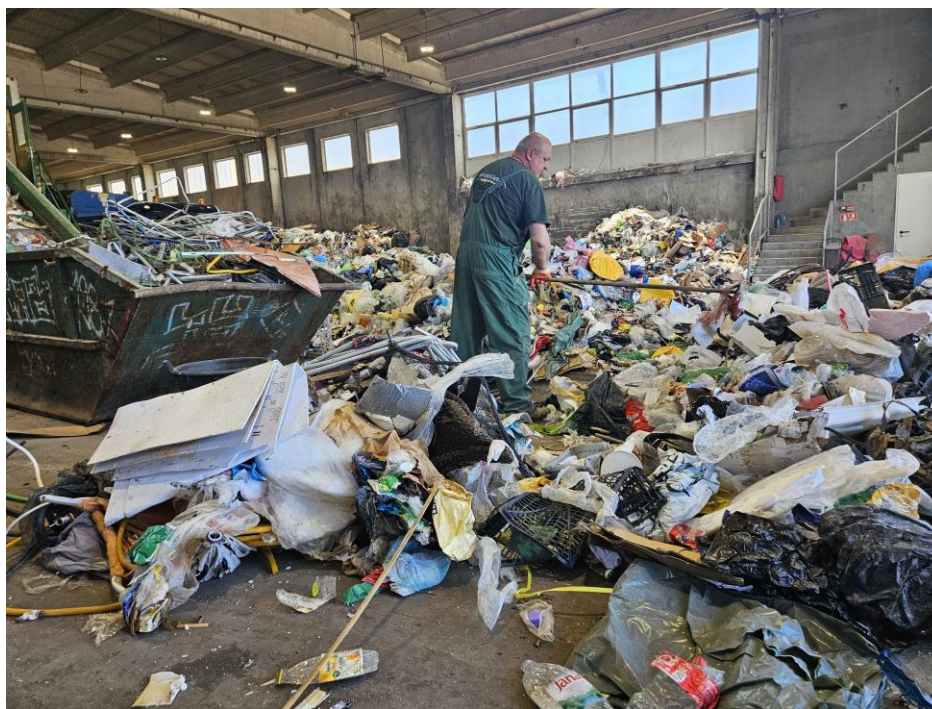
1. da je onemogućeno istjecanje oborinske vode koja je došla u doticaj s otpadom na tlo, u vode, podzemne vode i more
2. da je onemogućeno raznošenje otpada u okoliš, odnosno da je onemogućeno njegovo razlijevanje i ispuštanje u okoliš
3. da građevina ima podnu površinu otpornu na djelovanje otpada
4. da je neovlaštenim osobama onemogućen pristup otpadu
5. da su na vidljivom i pristupačnom mjestu tehnološkog procesa postavljene upute za rad
6. da je mjesto obavljanja tehnološkog procesa opremljeno rasvjetom
7. da je lokacija gospodarenja otpadom propisno označena
8. da je do lokacije gospodarenja otpadom omogućen nesmetan pristup vozilu i

9. da je lokacija gospodarenja otpadom opremljena opremom i sredstvima za čišćenje rasutog i razlivenog otpada ovisno o kemijskim i fizikalnim svojstvima otpada.

Ako obavljanje postupka gospodarenja otpadom uključuje gospodarenje opasnim otpadom potrebno je udovoljiti i sljedećim uvjetima:

1. da je građevina natkrivena i
2. da je onemogućen dotok oborinskih voda na otpad.

Slika 15. Gospodarenje otpadom na Reciklažnom dvorištu „Treskavac“, Otok Krk



Izvor: obrada autora

Tehnološki proces skladištenja otpada mora se obavljati na način da se otpad skladišti odvojeno po svojstvu, vrsti i agregatnom stanju. Skladište u kojem se obavlja tehnološki proces skladištenja otpada mora biti pod neprekidnim nadzorom i opremljeno primarnim spremnicima za skladištenje otpada koji moraju biti izrađeni od materijala otpornog na djelovanje uskladištenog otpada, izrađeni na način koji omogućava sigurno punjenje, pražnjenje, odzračivanje, uzimanje uzoraka i po potrebi nepropusno zatvaranje i označeni čitljivom oznakom koja sadrži podatke o

nazivu posjednika otpada, ključni broj i naziv otpada te u slučaju opasnog otpada, natpis »OPASNI OTPAD« i oznaku odgovarajućeg opasnog svojstva otpada.

Podna površina skladišta mora biti nepropusna za otpad koji se u njemu skladišti i biti izvedena na način da se rasuti otpad može jednostavno ukloniti s podne površine, što uključuje betonsku ili asfaltnu podlogu za kruti otpad, te betonsku s premazom ili aditivom koji sprečava upijanje tekućine u podlogu za tekući otpad i ne smije kemijski reagirati s otpadom i tekućinom iz otpada s kojom dolazi u doticaj.

Dopušteno je isključivo recikliranje mehaničkom obradom otpada (drobljenje, rezanje, razdvajanje i miješanje i sl.) radi proizvodnje proizvoda a najveći dopušteni kapacitet uporabe je 100.000 tona otpada godišnje. Najveća dopuštena količina svih vrsta otpada koja se može nalaziti u bilo kojem trenutku na lokaciji gospodarenja otpadom na kojoj se obavlja postupak uporabe je 100.000 tona otpada.

Slika 16. Gospodarenje otpadom na Reciklažnom dvorištu „Treskavac“, Otok Krk



Izvor: obrada autora

5.3. Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/08)

Pravilnikom o zaštiti od požara u skladištima propisuju se najmanji zahtjevi koje je potrebno ispuniti radi zaštite skladišta od požara i eksplozija. U njemu se definiraju skladišta kao građevine ili prostori u sastavu građevina druge namjene u kojima se skladišti goriva roba ili negoriva roba u gorivoj ambalaži, uz mogućnost sklapanja robe bez dorade. Odredbe Pravilnika ne odnose se na:

- skladišta eksploziva,
- skladišta zapaljivih tekućina i plinova,
- skladišta opasnih tvari (radioaktivne, otrovi i druge),
- kontejnerska skladišta,
- skladišta ukupne zapremnine od poda do krovne ili međуетažne konstrukcije do 300 m³,
- skladišno-prodajne prostore u koje zalaze kupci (trgovački centri i slično).

Skladišta se prema načinu skladištenja robe dijele na:

- klasična skladišta (sa skladištenom robom do visine 9 m),
- visokoregalna skladišta (sa skladištenom robom iznad visine 9 m),
- silose,
- hladnjače.

Skladište mora uvijek biti zaseban požarni sektor i u pravilu obuhvaća najviše jednu etažu. Iznimno, požarni sektor skladišta može obuhvaćati i do najviše dvije etaže (prizemlje i etažu ispod ili iznad prizemlja), ukoliko ukupna površina poda obje etaže ne prelazi 6000 m². Požarnom sektoru skladišta može pripadati prostorija skladištara sa sanitarnim čvorom ukupne površine do 20 m². U skladištima površine iznad 300 m², roba se skladišti (slaže) u pojedinačne cjeline na površini od najviše 150 m² s međusobnim razmacima od najmanje 2,4 m. Roba se nikad ne smije skladištiti iznad evakuacijskih putova i time spriječiti prolaz u slučaju izvanrednog događaja. Iznad evakuacijskih putova ne smiju biti materijali koji bi gorenjem, kapanjem ili na drugi način ugrozili sigurnu evakuaciju.

Sukladno odredbama Pravilnika o zaštiti od požara u skladištima također se definira i određuje otpornost na požar konstrukcijskih elemenata. Potrebni stupanj otpornosti može se odrediti i odgovarajućim hrvatskim normama Eurocod. Prostor skladišta koje je smješteno u objektu druge namjene mora biti odvojen od te namjene (ili tog dijela objekta) požarnim zidom minimalne otpornosti na požar od najmanje 90 minuta. Izvedba požarnog zida mora odgovarati priznatim pravilima tehničke prakse.

Otpornost na požar građevinskih elemenata na granici požarnih sektora te nosivih građevinskih elemenata prostora različite namjene skladišta, a koje se smatraju dijelom jedne tehnološke cjeline, ili su požarni sektori manjih skladišta, treba biti najmanje 30 minuta kod odvajanja prostora s niskim požarnim opterećenjem, 60 minuta kod odvajanja prostora sa srednjim požarnim opterećenjem odnosno 90 minuta kod odvajanja prostora s visokim požarnim opterećenjem.

Nosiva konstrukcija slobodnostojećeg objekta skladišta mora zadovoljavati otpornost na požar najmanje 30 minuta. Vrata, kao i svi drugi otvori u konstrukcijama na granici požarnog sektora skladišta moraju imati istu otpornost na požar kao i konstrukcija u kojoj se vrata ili otvori nalaze.

Ukoliko je takav skladišni prostor štićen automatskim sustavom za gašenje požara »sprinkler« ili drugim odgovarajućim automatskim sustavom za gašenje požara, ne moraju se poštivati pravila navedenog Pravilnika za otpornost na požar nosive konstrukcije za sva skladišta površine do 6000 m². Skladišta moraju biti zaštićena unutarnjom i vanjskom hidrantskom mrežom (silosi i hladnjače samo vanjskom) te aparatima za gašenje požara. Skladišta moraju ispuniti i zahtjeve propisane u tablici 6.

Tablica 6: Tablica požarnog opterećenja

O – sustav za odvođenje dima i topline

V – sustav za dojavu požara

S – sprinkler ili drugi odgovarajući automatski sustav za gašenje požara

Požarno opterećenje do 1 GJ/m²			
	Malo skladište	Srednje skladište	Veliko skladište
Klasično skladište		O ili V, ili S	O i V, ili S
Visokoregalno	S	S	O i S
Požarno opterećenje iznad 1 GJ/m² do 2 GJ/m²			
	Malo skladište	Srednje skladište	Veliko skladište
Klasično skladište	O i V, ili S	O i V, ili S	O i S
Visokoregalno	S	O i S	O i S
Požarno opterećenje iznad 2 GJ/m²			
	Malo skladište	Srednje skladište	Veliko skladište
Klasično skladište	O i V, ili S	O i S	O i S
Visokoregalno	O i S	O i S	O i S

Izvor: Čl. 7 Pravilnika o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/2008.)

Stabilni sustav za gašenje požara (sprinkler) ili drugi odgovarajući automatski sustav za gašenje požara mora proslijediti signal prorade na mjesto stalnog dežurstva. Ako su ugrađeni uređaji za odvođenje dima i topline i stabilni sustav za gašenje požara, njihovo aktiviranje mora biti izvedeno sukladno posebnim propisima za stabilne sustave za gašenje požara.

Skladište s požarnim sektorom površine veće od 6000 m² (iznimno dopušteno samo kao samostojeća građevina) mora biti zaštićeno unutarnjom i vanjskom hidrantskom mrežom, vatrogasnim aparatima, stabilnim sustavom za dojavu požara i stabilnim sustavom za gašenje tipa »sprinkler« ili drugim odgovarajućim automatskim sustavom za gašenje požara, a najmanja otpornost na požar svih nosivih konstrukcijskih elemenata mora biti 30 minuta.

Ukoliko se skladišti materijal kod kojeg se požar ne smije gasiti vodom, potrebno je umjesto stabilnog sustava tipa „sprinkler“ i hidrantske mreže, primijeniti druge odgovarajuće sustave za gašenje. Za silose u kojima se skladišti materijal sklon samozapaljenju potrebno je osigurati praćenje temperature i alarmiranje, bez obzira na kapacitet.

Skladišta površine požarnog sektora do 300 m² ili požarnog opterećenja do 1000 MJ/m² moraju imati najmanje jedan izlaz na vanjski ili drugi siguran prostor. Skladišta površine požarnog sektora veće od 300 m² ili požarnog opterećenja većeg od 1000 MJ/ m² moraju imati najmanje dva izlaza, razmaknuta za najmanje pola dijagonale požarnog sektora, na vanjski ili drugi siguran prostor. Sva ova pravila navedena u Pravilniku, za dvoetažna skladišta odnose se na svaku etažu skladišta posebno.

Izlazi i evakuacijski putovi moraju biti raspoređeni tako da udaljenost do izlaza od bilo koje točke skladišnog prostora ne prelazi 40 m (uz zaštitu stabilnim sustavom za gašenje-sprinkler ili drugim odgovarajućim automatskim sustavom za gašenje požara 60 m). Vrata na putu za evakuaciju moraju biti široka najmanje 0,8 m, moraju biti zaokretna tako da se otvaraju prema van i ne smiju imati prag. Ako su vrata na putu za evakuaciju šira od 1,25 m, na njima se moraju napraviti zaokretna vrata, a brave na vratima, koja se nalaze na evakuacijskim putovima, moraju omogućiti otvaranje vrata s unutarnje strane bez upotrebe ključa ili alata. Vrata na evakuacijskim putovima koja vode izravno na vanjski (slobodni) prostor moraju biti od negorivog materijala. Skladišta u podrumskim prostorima moraju imati najmanje jedan od izlaza izravno na vanjski prostor.

Evakuacijski put mora biti širok najmanje 80 cm, uvijek slobodan i nezakrčen. Putovi za evakuaciju moraju biti označeni oznakama na podu skladišta i praćeni odgovarajućim znacima na vidljivim mjestima koji nedvosmisleno upućuju prema izlazu iz objekta. Boja i veličina znakova mora biti usklađena s hrvatskim normama.

Pristup za vatrogasnu tehniku mora biti osiguran do skladišnih prostora sa strane gdje su otvori, odnosno najmanje:

- za mala skladišta s jedne strane,

- za srednja i velika s dvije strane,
- za visokoregalna, silose i skladišta preko 6000 m² s tri strane.

Uz svaki ulaz/izlaz iz skladišta, s vanjske strane mora se postaviti tipkalo za isključenje električne energije u skladištu. Skladišta moraju biti opremljena protupaničnom rasvjetom, a rasvjetna tijela moraju biti raspoređena i postavljena tako da omogućavaju sigurnu evakuaciju iz prostora skladišta. Rasvjeta se uključuje automatski kod nestanka električne energije i osigurava osvjetljenost u trajanju od najmanje 1 sat. Udaljenost uskladištene robe od svih rasvjetnih tijela mora biti najmanje 0,5 m. Sva rasvjetna tijela moraju biti opremljena zaštitnom armaturom, koja će štititi rasvjetno tijelo od mehaničkih oštećenja. Udaljenost uskladištene robe od električnih ormara, zidnih ormarića i razdjelnika mora biti najmanje 1 m.

Ukoliko je skladište zaštićeno sustavom za dojavu požara ili automatskim sustavom za gašenje požara, navedeni sustavi moraju upravljati isključivanjem i zaustavljanjem automatskog transportnog sredstva, tako da nije zapriječena evakuacija ili intervencija gašenja. Udaljenost uskladištene robe od elemenata sustava za dojavu i gašenje požara mora biti takva da se ne ugrozi funkcija sustava. Skladišne građevine ili građevine u čijem se sastavu nalaze skladišta, moraju biti zaštićene sustavom zaštite od djelovanja munje na građevinama, odgovarajuće razine zaštite u skladu s posebnim propisom. U prostorima skladišta u kojima postoji opasnost od stvaranja eksplozivne atmosfere primjenjuju se posebni propisi kojima se uređuje područje protueksplozijske zaštite.

Slika 17. Ispitivanje sustava vatrodojave na Reciklažnom dvorištu „Treskavac“, otok Krk



Izvor: obrada autora

Skladišta se mogu grijati samo trošilima na električnu energiju bez otvorenih žarnih niti, sustavom toplovodnog grijanja ili upuhivanjem toplog zraka, uz uvjet da se priprema tople vode ili zraka obavlja izvan požarnog sektora skladišta dok punjenje viličara i/ili drugih transportnih sredstava pogonskim energentom (osim suhih baterija) nije dopušteno u prostoru požarnog sektora skladišta. U skladištima je zabranjeno pušenje i upotreba otvorenog plamena, o čemu moraju postojati odgovarajuće oznake. Sprave i uređaji za vakumiranje folija moraju biti opremljeni s kontrolom temperature i vremenskom zadržskom te ih treba postaviti izvan prostora za skladištenje i prostora za transportna sredstva. Nakon pakiranja robe pomoću vakumirane folije mora se provesti infra crvena kontrola, tako da se eventualno postojeća mjesta sa žarom ne bi unijela u skladišni prostor.

6. Preventivne mjere zaštite od požara kod skladištenja plastičnih sirovina

Požari na postrojenjima za otpad, česti su i prilično veliki i imaju štetni utjecaj na vatrogasce u intervenciji, okoliš, lokalnu zajednicu ali i na samu tvrtku, vlasnika postrojenja. Veličine požara neposredno su vezane sa prirodom zapaljivog otpadnog materijala, rasporedom skladištenja, pristupima vatrogasnih vozila, protupožarnim sustavima kojim se raspolaže u tom trenutku i postupcima koje je tvrtka propisala za hitne slučajeve. Za požare plastike računa se da postoji visoki požarni rizik, a temperature koje se razvijaju kod gorenja plastike su 1200°C.

Sustav zaštite od požara u postrojenju je cjelovit skup tehničkih i organizacijskih mjera zaštite od požara i eksplozija. Sustav zaštite od požara utvrđuje se glavnim projektom postrojenja, pogonskim uputama, procjenom ugroženosti od požara i planom zaštite od požara. Tehničkim mjerama osigurava se ispravnost uređaja, sustava i drugih elemenata za upravljanje tehnološkim procesom a organizacijskim mjerama se osigurava osposobljenost vatrogasne postrojbe za gašenje požara, osposobljenost radnika ta otklanjanje opasnosti od požara i djelotvorno gašenje početnih požara na mjestu rada.

6.1. Opće preventivne mjere zaštite od požara na odlagalištima

Neophodno je da svaka tvrtka koja se bavi zapaljivim otpadom, miješanim komunalnim otpadom nepoznatog podrijetla pa tako i one koje prikupljaju, skladište, recikliraju i obrađuju plastiku i plastične mase, imaju provedene sigurnosne i protupožarne mjere koje se svaki zaposlenik i osoba koja se nađe na lokaciji tvrtke mora poštovati i njima se voditi. Stoga je važno da poslodavac obučiti sve svoje zaposlenike za rad na siguran način, kako postupiti u slučaju požara, da ga upozna sa planom evakuacije i da ima izrađen plan zaštite od požara i procjenu opasnosti od nastanka požara za svaki segment svog rada. Poslodavac je dužan provesti reviziju sigurnosti od požara, imenovati nadzorno osoblje i odgovorne osobe za provedbu protupožarnih mjera, razviti postupke za hitne slučajeve, redovito održavati protupožarne vježbe i obuke, redovito održavati svu opremu i strojeve, osigurati prohodnost evakuacijskih puteva i operativnih puteva vatrogasnoj službi u slučaju požara te objaviti hitne postupke i brojeve telefona za hitne slučajeve. Osnova sigurnosti je održavanje mjesta rada. Slabo održavanje povećava rizik od

požara i to na način da se stvara veći broj mjesta kamo može doći do požara tj. veće požarno opterećenje. Sigurnosnu opremu kao što su stubišta, panik rasvjeta, protupožarni prolazi, sustavi za dojavu požara, treba redovito provjeravati i ispitivati sukladno propisima a utvrđene nedostatke ukloniti u što skorijem roku.

6.2. Projektiranje i opremanje odlagališta sredstvima i opremom za izvanredne događaje

Svaki zapaljivi otpad trebao bi se smatrati opasnošću. Za njegovo skladištenje kao i projektiranje postrojenja, trebali bi se pridržavati svi zakonski propisi i u konzultirati vatrogasne postrojbe. Potrebno je identificirati sve rizike od požara i pritom uključiti inženjere za zaštitu od požara kako bi se na temelju svih predvidivih scenarija požara što bolje identificirale opasnosti.

Svaki otpad ima drugačija svojstva gorenja, tako i plastične mase obzirom na vrstu imaju različitu temperaturu gorenja, brzinu oslobađanja topline, požarno opterećenje i trajanje gorenja, lakoću paljenja i širenje plamena. S obzirom na to, treba točno identificirati plastiku koja se prikuplja na deponijima i biti upoznat o opasnostima od požara za tu vrstu plastike. Ako zaliha sadrži miješane vrste plastike, tada se traži dominantna vrsta sa najvećom opasnosti od požara te se mjere zaštite od požara prilagođavaju toj vrsti.

Projektiranjem odlagališta navedene su ograničenja i maksimalne količine zaliha koja su u skladu sa zgradom i njenim požarnim opterećenjem. Ugradnjom ili nadogradnom protupožarnih sustava, može se ukloniti ili smanjiti navedena ograničenja rada. Također je potrebno osigurati učinkovit pristup vatrogasnim vozilima za vatrogasne intervencije, a to podrazumijeva kružnu cestu oko zgrade i pristupne ceste oko vanjskog skladište.

Svaka zgrada trebala bi imati instalirani protupožarni hidrantski sustav koji je u skladu sa rizicima i opasnostima za postrojenje za otpad, podatke o ispitivanju hidrantske mreže te njenoj brzini protoka i tlaka. Te podatke trebali bi posjedovati i lokalne vatrogasne postrojbe. S obzirom na veličinu operativnog dijela postrojenja postavlja se sljedeća količina protupožarnih hidranata:

Tablica 7. Minimalna količina protupožarnih hidranata za postrojenja bez provedene zaštite sprinkler sustavom i vanjska skladišta

Podna površina požarnog odjeljka građevine bez prskanja	Površina otvorenog dvorišta (koristi se za zalihe)	Broj potrebnih protupožarnih hidranata
500 m ²	3.000 m ²	2
> 500 m ² 5.000 m ²	> 3.000 m ² 9.000 m ²	3
> 5.000 m ² 10.000 m ²	> 9.000 m ² 27.000 m ²	4
> 10.000 m ²	> 27.000 m ²	5 (ili više)

Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požarau objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02. 27.veljače 2020.

Vatrogasni hidranti ne smiju se nalaziti unutar 10 m od skladišnog teritorija i moraju biti uvijek dostupni vatrogascima. Moraju imati minimalnu opskrbu s vodom i konstantnu brzinu protoka ne manju od 4 sata.

Velika skladišta (površine >1000 m²) koja skladište zapaljivi materijal moraju biti opskrbljena automatskim protupožarnim sprinkler sustavom instaliranog na strop skladišta. Taj sustav mora imati minimalnu opskrbu vodom i maksimalni hidraulični protok duže od dva sata. Sprinkler sustav pomoći će vatrogascima ulaz u zgradu kako bi mogli ukloniti goruću tvar i ugasiti požar. Osim navedenog, takva skladišta obvezna su imati sustav za otkrivanje požara i alarmni sustav koji odgovara požarnim rizicima kako bi na vrijeme upozorio zaposlenike i prisutne osobe o nastalom požaru i na potrebnu evakuaciju te sustave odimljavanja. Ručne alarmne točke trebaju biti postavljene na jasno vidljivim mjestima u skladu s okolinom kako bi zaposlenici mogli pokrenuti rani alarm za požar.

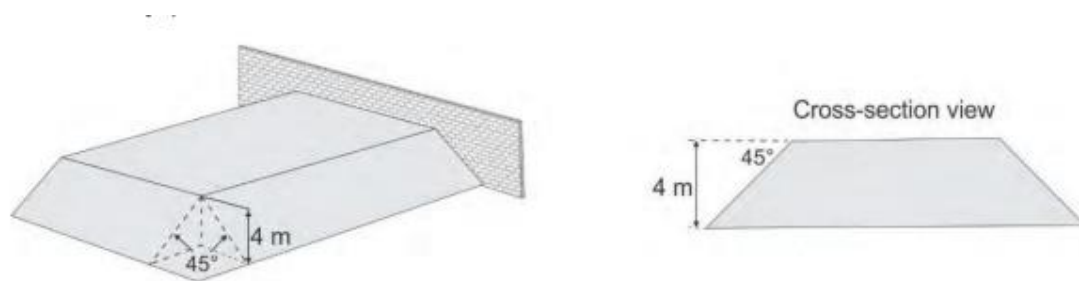
Prilikom velikog požara otpada a posebno pri gorenju plastičnih masa otopljenom masom i otpadna voda prilikom gašenja požara ulaze u tlo, kanalizacijski sustav ili bilo koji površinski tok vode (npr. rijeka, jezera, more...). Kako bi se takva zagađenja izbjegla, postrojenja moraju imati učinkovita i automatska sredstva za zadržavanje oticanja te požarne vode s dostatnim kapacitetom. Pod skladišnog prostora ne smije propuštati vodu u tlo i treba ju zadržavati a objekt

mora biti opremljen izolacijskim ventilom za oborinske vode. Vanjska skladišta trebala biti opremljena raznim nepropusnim nasipima, skladišnim lagunama ili drenažnim bazenom i slivnim jamama. Kao dodatak od velike koristi za sprječavanje onečišćenja, kao „hitni odgovor“ i kontrolu onečišćenja, mogu se koristiti i prostirke, grane za skretanje vode itd.

6.3. Pravila skladištenja i slaganja plastičnih masa u zatvorenim skladištima

Prilikom slaganja plastičnih masa u skladištima, određena je maksimalna visina slaganja, bilo labavo naslagane ili balirane a to je 4 m. Kako ne bi došlo do urušavanja, svaka nepoduprta okomita strana mora se povući na nagib od 45° kako je vidljivo i na slici 13.

Slika 18. Pravilan način slaganja labave mase

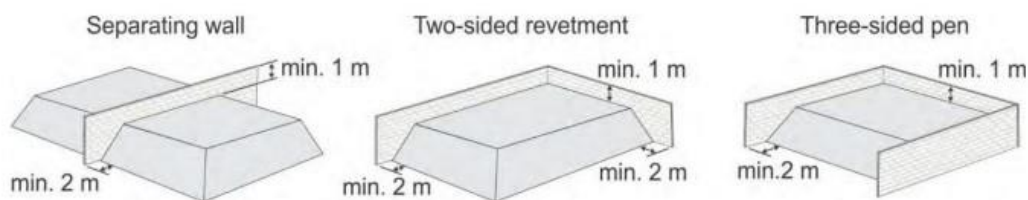


Slika 2. Najveća visina zaliha i kut lica

Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02., 27.veljače 2020.

Metode skladištenja moraju smanjiti širenje požara na najmanju moguću mjeru i osigurati odvojenost kako bi se moglo pristupiti gašenju požara. Ako se postrojenje koristi pregradnim zidovima ili štiti sprinkler zaštitom, tada udaljenosti naslaganih masa mogu biti manje. Pregradni zidovi moraju se protezati najmanje 1 m iznad vrha naslagane mase i 2 m iza krajnjeg vanjskog ruba mase.

Slika 19. Primjer razdvajanja pregradnim zidovima



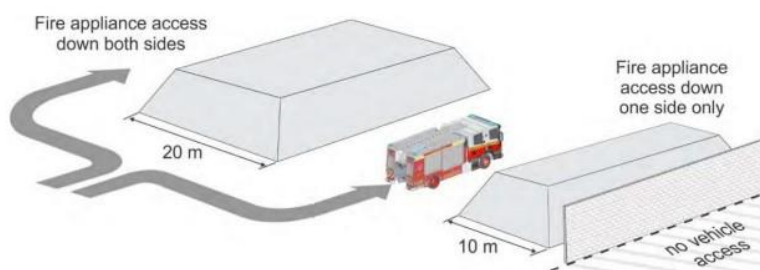
Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02., 27.veljače 2020.

Određene plastične mase sklone su samozagrijavanju i samozapaljenju. Kako bi se smanjio rizik od požara potrebno je odgovarajuće praćenje temperature posebice tijekom ljetnih mjeseci a prerađenu plastiku i usitnjenu ili granuliranu plastiku, potrebno je prije skladištenja dobro ohladiti.

6.4. Pravila skladištenja i slaganja plastičnih masa na otvorenom

Prilikom skladištenja plastičnih masa na otvorenom, izuzetno je bitno osigurati dostatni put za pristup vatrogasnih vozila u slučaju požara. Ako je pristup osiguran s obje strane skladišne plastične mase, tada širina skladištenja može iznositi 20 m a ako je omogućen put vatrogasnom vozilu samo s jedne strane, tada širina skladištene plastične mase ne smije biti veća od 10 m.

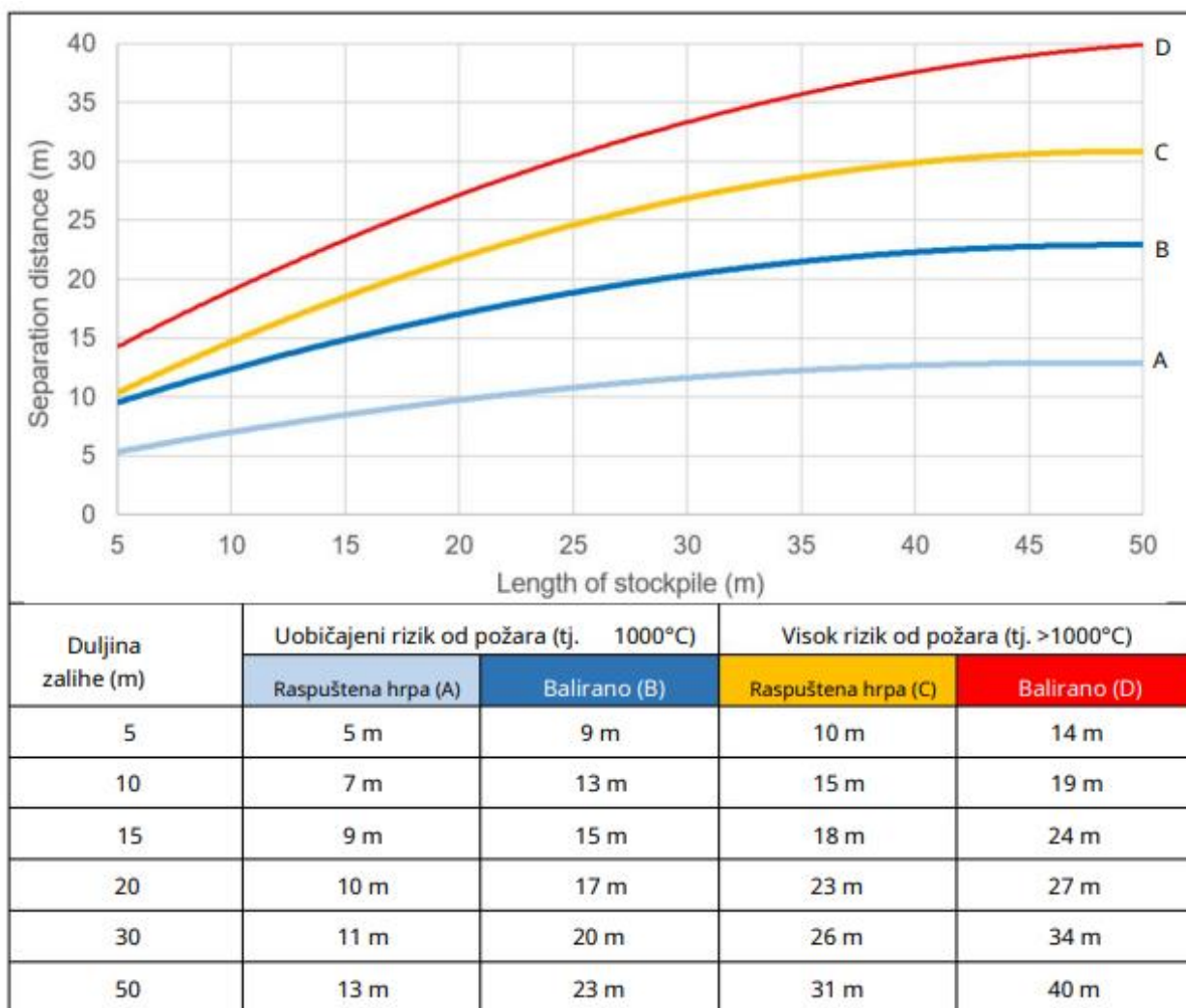
Slika 20. Maksimalne vanjske širine skladišnih masa



Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02., 27.veljače 2020.

Maksimalna duljina skladištenih plastičnih masa iznosi 50 m. Također potrebno je održavati i dostatnu udaljenost između skladišnih masa ovisno o načinu na koji se skladišti i riziku od požara tog skladišne plastike. Navedene udaljenosti prikazane su u Tablici 8.

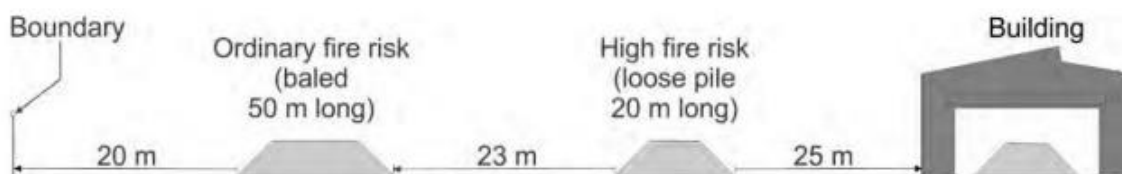
Tablica 8. Minimalne udaljenosti razdvajanja s obzirom na rizik od požara i način skladištenja



Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02., 27.veljače 2020.

Potrebno je održavati i minimalnu udaljenost skladišne mase od bilo kojeg izvora vatre koji bi u slučaju požara, mogao proširi vatru na ostale skladišne plastične mase.

Slika 21. Primjer razdvajanja skladišnih masa od izvora požara



Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02., 27. veljače 2020.

6.5. Obvezna dokumentacija

Tvornica za reciklažu plastike mora imati pisani i primijenjen Operativni plan koji ocrta dnevne operacije postrojenja za obradu plastike, uključujući opis mogućih zapaljenja uskladištene robe i metode skladištenja, rukovanja ili obrade u postrojenju. Radni plan treba sadržavati nacrt lokacije koji identificira raspored postrojenja za obradu plastike, te sva mjesta skladištenja, rukovanja i obrade zapaljivog materijala. Operativni plan treba identificirati očekivani dnevni inventar zapaljivih zaliha uključujući dnevne kapacitete i maksimalne granice zaliha. Operativni plan treba redovito pregledavati i ažurirati (najmanje jednom godišnje) nakon svake promjene u količinama zapaljive plastike, skladištenju, rukovanju, procesima ili drugim uvjetima koji utječu na dnevne operacije.

6.5. Problem pomanjkanja tehničkih propisa, prakse i kvalitetnog nadzora

Problemi u pogledu mjera zaštite od požara koje su se trebale sagledati prilikom projektiranja su fizikalno kemijska svojstva zapaljive otpadne plastike kao i njihovih spojeva te produkti izgaranja, toplina požara plastike te njen potencijal zapaljivosti, zatim neprikladan način skladištenja, udaljenosti kod razdvajanja uskladištene plastike, propuštanje ispitivanja proizvodne mehanizacije, loš pristupi svim prostorima uskladištene plastike kako na otvorenom tako i u objektima, što onemogućava intervenciju vatrogasaca. Veliki problem su i prostori koji nemaju adekvatnu hidrantsku mrežu ili je ona nedovoljnih kapaciteta, prostori bez adekvatnog automatskog sustava za registraciju požara te njegovo gašenje, prostori bez instaliranih sustava

za odvodnju dima te objekti i vanjski prostor koji nemaju opremu za sprječavanje slobodnog otjecanja otpadne vode.

Većina tvrtki koje su se osnovale s ciljem uporabe plastike te plastičnih folija uselila se u građevinsko tehničke neuvjetne prostore u kojima su se nekada odvijali neki drugi proizvodni procesi te koristili požarno manje opasni materijali i proizvodni procesi. Prilikom razvrstavanja građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara većina tih postrojenja procjenjivala se na osnovu tehničkih uvjeta za objekte dok za otvoreni prostor nema adekvatnih propisa što je vrlo često rezultiralo desecima tisuća tona uskladištene plastike koja se na otvorenom skladišti u rastresitom stanju ili je balirana.

Rezultat tih problema je činjenica da je većina objekata kategorizirana u treću kategoriju ugroženosti od požara i to smanjuje zahtjeve za nužnu provedbu građevinsko tehničkih i organizacijskih mjera, a koje značajno povećavaju rizik od nastanka požara te nemogućnost gašenja požara uskladištene plastike. Nastavno na to, u objektima najčešće nema stabilnih sustava za rano otkrivanje požara te njegovo gašenje. Postavljena unutarnja hidrantska mreža u skladu je sa starim požarnim uvjetima i prethodnoj tehnologiji a na većini objekata za reciklažu plastike nema sustava za vođenje dima i topline što onda prilikom požara otežava gašenje i svodi vidljivost na minimum.

Većina objekata ne posjeduje drenažni sustav za sakupljanje požarne vode pa se opasni otpad slijeva u gradsku kanalizaciju. Na vanjskim rubovima objekata nisu postavljeni drencher sustavi, odnosno sustavi vodenih zavjesa koji bi spriječili širenje požara s vanjskih dijelova na objekt.

Uz sve navedeno, konstantno se premašuju i maksimalno dopušteni gabariti te visine skladištenja – što je na vanjskom skladištu veća količina to je požarno opterećenje veće, dok razmaci između gomila zbog nabijenosti, sprječavaju kretanje i manevar vatrogasnih vozila prilikom gašenja.

7. Prijedlog poboljšanja mjera zaštite od požara pri skladištenju velikih količina plastičnih masa

Kako bi se poboljšale mjere zaštite od požara kod skladištenja plastičnih masa izuzetno je potrebno da se odmah prilikom izgradnje postrojenja, tijekom izrade procjene opasnosti zaštite od požara ali i u svakoj fazi planiranja i promjene, nadležno tijelo koje izdaje odobrenje za rad, konzultira s nadležnim vatrogasnim postrojbama. Vatrogasne postrojbe na temelju svog znanja i iskustva u dosadašnjim požarima mogu bolje procijeniti posebne opasnosti koje bi utjecale na život, imovinu i okoliš u slučaju da dođe do izvanrednog stanja. Njihove dodatne preporuke sigurno će povećati stupanj zaštite od požara.

Procjena opasnosti trebala bi se ponovno revidirati kod svake promjene, kod nadogradnje, preinaka ili rušenja. Potrebno je uključiti i stručnjake zaštite od požara koji će uzet u obzir sve razumne i predvidive scenarije požara. Na temelju procjene rizika potrebno je identificirati sve rizik od požara a ovakvi objekti nikako ne bi trebali spadati u treću kategoriju ugroženosti od požara kamo su mjere zaštite od požara preblage.

Prilikom požara plastike temperature koje se gorenjem razvijaju su i do 1200°C. Zato požar plastike predstavlja visoki požarni rizik. Kod planiranja mjera zaštite od požara potrebno je uzeti u obzir: temperaturu gorenja, brzinu oslobađanja topline, toplinski tok, ukupno požarno opterećenje, trajanje gorenja te lakoću paljenja i širenja plamena. Maksimalne količine uskladištenih hrpa plastike te najmanja dozvoljena udaljenost hrpa jednih od drugih te hrpa od objekata te infrastrukture trebaju biti navedene u operativnom planu postrojenja za otpadnu plastiku a uskladištene količine kao i cjelokupna postrojenja izvan i unutar objekata moraju biti pokrivena s adekvatnim protupožarnim sustavima koja su dostatna prema požarnom opterećenju.

Postrojenje za otpadnu plastiku ne smiju dopustiti da pristup za vatrogasce nije siguran, efikasan i slobodan. Potrebno bi bilo i osigurati što bolji pristup vatrogasnim vozilima uključujući kružnu cestu oko svake velike zgrade bez sprinkler sustava, kao i pristupne ceste između vanjskih skladišta, a preporuka bi bila i izrada vatrogasnog plana kako bi se postrojbe lakše organizirale kako pristupiti gašenju. Kako otrovna procjedna voda prilikom gašenja nebi odlazila u

kanalizacijski sustav, dobro je planirati sakupljanje te požarne vode na lokaciji kao što su sabirni bazeni kamo će se filtrirati voda prije puštanja u kanalizaciju.

Postrojenje mora imati instaliran protupožarni sustav s hidrantima koji su smješteni tako da se osigura pokrivenost i siguran pristup vatrogascima tijekom požara uključujući i vanjske hidrante za zaštitu bilo kojeg skladišta na otvorenom. Tijekom požara plastike u Osijeku, postojalo je više hidranata ali samo se jednom moglo pristupiti zbog vatrene stihije. Stoga, bi prijedlog bio da se hidrantska mreža postavi na lokaciju kamo se procjenom ne očekuje da bi došlo do zahvaćenja požara a ujedno da osigura cjelokupnu pokrivenost. Hidrantska mreža mora zadovoljiti vršna opterećenja minimalno tijekom 4 sata.

Unutarnji prostori u bilo kojem protupožarnom odjeljku većem od 1000 m² moraju imati automatski rasprskavajući sustav, a za vanjske dijelovi objekata ugradnja drenčer sustava za zaštitu fasade i drugih vanjskih dijelova i opreme izvan objekta a to vrijedi i za postrojenja i opremu unutar objekta. Sva postrojenja za reciklažu plastike moraju imati sustav za otkrivanje požara i alarmni sustav koji odgovara rizicima i opasnostima za unutarnje i vanjske prostore, kako bi se što prije otkrili požari. Najveća širina vanjskog skladišta trebala bi biti 20 m ako je pristup vatrogasnim vozilima osiguran s obje strane skladišta odnosno 10 m ako je pristup omogućen samo s jedne strane skladišta. Najveća duljina vanjskog skladišta treba biti 50 m ili kako je određeno prema potrebnoj minimalnoj udaljenosti razdvajanja, a najveća visina bilo koje zalihe, labavo naslagane ili balirane, ne smije prelaziti 4 m.

Prijedlog koji bi uvelike olakšao vatrogasnim postrojbama rad i praćenje požarišta su bespilotne letjelice. Ukoliko bi povećali broj letjelica (dronova) u cilju izviđanja i praćenja širenja požara tada bi vatrogasci u realnom vremenu na licu mjesta imali i vizualni uvid u širenje požara i time jednostavnije raspoređivali protupožarne snage bez rizika fizičkog izviđanja vatrogasca i time gubljenja vremena. Dronom vrlo brzo i jednostavno imamo vizualni kontakt sa terenom.

8. Zaključak

Godinama, plastika se u sve većoj količini nagomilava. Tvrtke koje otkupljuju, recikliraju i oporabljaju plastiku, stvaraju gomile skladištene plastike koje se nije mogla preprodati ili na vrijeme oporabiti. 2018. godine trend recikliranja uvelike je otpao jer Kina više nije otkupljivala i prihvaćala plastični otpad, to je usporilo sam proces i došlo je do skladištenja ogromnih količina plastike. Prema istraživanjima, recikliranje plastike ne funkcionira kao što je planirano zato jer se radi o velikim količinama koje je teško prikupiti. Samim procesom proizvodi se mikroplastika koja također šteti ljudima i okolišu a sam proces recikliranja je izuzetno skup te konkurrira proizvodnji nove plastike.

Zaštita od požara postrojenja za reciklažu plastike tema je koja je kod nas relativno slabo obrađivana. Uredbama Zakona, i pravilnika vezanih za zaštitu od požara navedene su općenite mjere za sva skladišta koje se određena tvrtka mora pridržavati. Javnost je nedovoljno upoznata i educirana o navedenim pravilnicima a kontrole su rijetke. Europska odlagališta podliježu većim kontrolama i provode jače mjere zaštite od požara, svjesni opasnosti koje požar plastike može prouzročiti. Hrvatska odlagališta imaju kontrolu jednom ili dva puta u razdoblju od 3 godine, a nauku o načinu slaganja labavih plastičnih masa i maksimalnih visina slaganja balirane plastike i obveznih širina putova između njih, možemo izučiti jedino iz stranih stručnih časopisa te nisu dio hrvatskih propisa.

Na primjeru požara u tvrtki Drava International d.o.o. utvrđeni su propusti tehničkih mjera koje da su se provodile, uvelike bi umanjile posljedice ove požarne katastrofe i olakšale vatrogasnim postrojbama proces gašenja, bio požar podmetnut ili slučajan.

Pozitivni primjer provedbe mjera zaštite radnika i zaštite od požara ima Reciklažno dvorište Treskavac, smješten na otoku Krku. Na Treskavcu, plastika i papir se odmah po dopremanju razvrstavaju i baliraju a skladišti se u maloj mjeri, svaki sektor štiti se sustavima za vatrodjavu a u hali je instalirano 9 optičkih javljača požara i 7 IC barijera. S radnicima se svake godine provode vježbe evakuacije i osposobljeni su za početno gašenje požara. Cijelo područje cijelodnevno se nadgleda video nadzorom i tehničkom zaštitom. Svim navedenim mjerama uz

poštivanje svih ostalih odredbi zakona, doprinjelo se pravovremenom reagiranju u slučaju nastanka požara, tako da većih incidenta na odlagalištu nije bilo.

Najefikasniji način smanjenja protupožarnih intervencija ovakvog tipa je provođenje preventivnih mjera. Potrebno je regulirati radnje i postupke te educirati radnike te na temelju saznanja o uzrocima dosadašnjih požara, povećati zaštitu kako se isti ne bi opet ponovili.

8.1. Literatura

Knjige:

Šmejkal Z: Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb 1991.

Carević M., Jukić P.: Tehnički priručnik za zaštitu od požara, Zagreb 1997.

Pavelić Đ.: „Tehničke mjere sprečavanja, nastajanja i širenja požara otvorenog prostora“, Sigurnost, Zagreb 2019.

Ibrahim M.A.et al (2013.) „Fires at storage sites od prganicmaterials, waste feuls and recyclables“ ; Waste management Reesearch 31, Revision 2017.

Milanović Z., Radović S. „Požari i eksplozije na odlagalištima otpada“, Šibenik 2001.

Studije:

A. Lönnermark , H. Persson , P. Blomqvist , W. Hogland: „Biogoriva i čvrsti otpad – sigurnost od požara u vezi sa skladištenjem“; SP izvješće , SP tehnički istraživački institut Švedske , Švedska (2008)

Web stranice:

<https://www.downtoearth.org.in> , www.wastemanagmentworld.com
www.tehnoeko.com.hr , www.indeks.hr , www.večernji.hr , www.fininfo.hr
www.zakon.hr //

Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/08)

Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10,114/22)

Zakon o gospodarenju otpada (NN 84/2021)

Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 023/14)

Interna dokumentacija JVP grada Osijeka – Arhiv JVP Osijek

8.2. Popis slika

Slika 1. Vrsta plastika, njihove oznake te primjeri proizvoda izrađeni od njih (Izvor: Reciklaža.biz, 2021.).....	5
Slika 2. Recikliranje plastike (Izvor: Getty images).....	8
Slika 3. Prikaz procesa gorenja polimera (Izvor: Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku kemijsku tehnologiju – PPT Karakteristike materijala, Doc.dr.sc. Zvonimir Katančić)	11
Slika 4. Osobna zaštitna protupožarna oprema (Izvor: https://www.gradkrk.hr/sto_ostaje_kad_intervencija.pdf)	15
Slika 5. Logo firme (Izvor: www.finInfo.hr web – Logo firme).....	17
Slika 6. Osnovni tehnološki procesi plastične mase (Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ (1/2020.)).....	21
Slika 7. Nacrt prostornog razmještaja tehnoloških procesa tvrtke „Drava International d.o.o.“ (Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“, verzija III, 20.02.2018.).....	22
Slika 8. Požar vanjskog skladišta tvrtke „Drava International d.o.o.“ (Izvor: www.index.hr).....	23
Slika 9. Pozicije započetog požara uz prikaz smjera vjetra (Izvor: Arhiva Javne vatrogasne postrojbe Osijek).....	24
Slika 10. Požar odlagališta – prikaz iz zraka (Izvor: Arhiva Javne vatrogasne postrojbe Osijek, 2023.)	24
Slika 11. Zgrada tvrtke Drava International d.o.o. u trenutku požara (Izvor: www.index.hr , 10. listopad 2023.).....	25
Slika 12. Snimka stanja nakon požara (Izvor: Arhiva Javne vatrogasne postrojbe Osijek, 2023.)	26
Slika 13. Stanje odlagališta nakon požara (Izvor: Arhiva Javne vatrogasne postrojbe Osijek, 2023.).....	27
Slika 14. Gospodarenje otpadom na Reciklažnom dvorištu „Treskavac“, Otok Krk (Izvor: autor, 2024.)	30
Slika 15. Gospodarenje otpadom na Reciklažnom dvorištu „Treskavac“, Otok Krk (Izvor: autor, 2024.)	31

Slika 16. Gospodarenje otpadom na Reciklažnom dvorištu „Treskavac“, Otok Krk (Izvor: autor, 2024.)	32
Slika 17. Gospodarenje otpadom na Reciklažnom dvorištu „Treskavac“, Otok Krk (Izvor: autor, 2024.).....	38
Slika 18. Pravilan način slaganja labave mase (Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02. 27.veljače 2020).....	42
Slika 19. Primjer razdvajanja pregradnim zidovima (Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02. 27.veljače 2020).....	43
Slika 20. Maksimalne vanjske širine skladišnih masa (Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02., 27.veljače 2020.).....	43
Slika 21. Primjer razdvajanja skladišnih masa od izvora požara (Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02., 27.veljače 2020.).....	45

8.3. Popis tablica

Tablica 1. Temperatura zapaljenja polimera (Izvor: PDF Zbrinjavanje polimernog otpada; https://www.fkit.unizg.hr)	12
Tablica 2. Način gorenja raznih vrsta polimera (Izvor: Milanović Z., Radović S. 2001.:“Požari i eksplozije na odlagalištima otpada“)	13
Tablica 3. Svrha koja se postiže obavljanjem postupka (Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ (1/2020.)).....	18
Tablica 4. Procesi i kapaciteti procesa po postupcima (Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ (1/2020.)).....	19
Tablica 5. Dopuštene količine otpada koje se smiju nalaziti na lokaciji (Izvor: Elaborat gospodarenja otpadom tvrtke „Drava International d.o.o.“ (1/2020.))	20
Tablica 6: Tablica požarnog opterećenja (Izvor: Čl. 7 Pravilnika o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/2008.))	35
Tablica 7. Minimalna količina protupožarnih hidranata za postrojenja bez provedene zaštite sprinkler sustavom i vanjska skladišta (Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požarau objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02. 27.veljače 2020.)	41
Tablica 8. Minimalne udaljenosti razdvajanja s obzirom na rizik od požara i načinskladištenja (Izvor: Smjernice sigurnosti od požara – Zaštita od požara u objektima otpada; Uprava za sigurnost zajednice NSW Government; Verzija 02.02., 27.veljače 2020.)	44