

# Unapređenje procesa gospodarenja otpadom primjenom Lean alata

---

Čiž, Sandra

Undergraduate thesis / Završni rad

2010

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:001340>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-03**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i brodogradnje

ZAVRŠNI RAD  
**UNAPREĐENJE PROCESA GOSPODARENJA OTPADOM  
PRIMJENOM LEAN ALATA**

NASTAVNIK: Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

STUDENT: Sandra Čiž

Zagreb, 2010. godine

IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad izradila potpuno samostalno, koristeći navedenu literaturu te znanje stečeno na Fakultetu strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Zagrebu.

Ovom se prilikom zahvaljujem prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću na stručnoj pomoći, strpljenju i mnogim korisnim savjetima tijekom izrade ovoga rada. Zahvaljujem se i dr. sc. Zlatku Milanoviću, dipl. ing., voditelju podružnice ZGOS, Zagrebački holding d.o.o. na pruženoj pomoći i savjetima, te na pruženoj korisnoj literaturi.

Čiž Sandra

## SADRŽAJ

POPIS SLIKA, DIJAGRAMA I TABLICA.....	5
1. UVOD.....	7
2. OTPAD.....	9
2.1. Općenito o otpadu.....	9
2.2 Komunalni otpad.....	12
2.2.1. Komunalni otpad u Republici Hrvatskoj.....	12
2.2.2.Upravljanje komunalnim otpadom.....	14
2.2.2.1. Primjer upravljanja komunalnim otpadom u Nizozemskoj.....	14
2.2.3. Odlagališta komunalnog otpada.....	16
2.3. Industrijski/opasni otpad.....	19
3. GOSPODARENJE OTPADOM.....	20
3.1. Postupci gospodarenja otpadom.....	20
3.2. Obrada otpada.....	21
3.3. Legislativa okoliša.....	22
3.4. Hrvatska – gospodarenje otpadom je strateško pitanje.....	23
3.5. Savjeti za odgovorno postupanje otpadom.....	26
4. ODLAGANJE OTPADA.....	27
4.1. Općenito o odlaganju.....	27
4.1.1. Povijest odlaganja otpada.....	27
4.1.2. Opći zahtjevi za odlaganje otpada.....	27
4.2. Odlagališta otpada.....	28
4.2.1. Organizacija suvremenih odlagališta.....	28
4.2.2. Mogućnost odlaganja – razvrstavanje otpada u klase.....	30
4.3. Odlagalište otpada Prudinec – Jakuševac.....	31

---

5. LEAN PROIZVODNJA.....	41
5.1. Općenito o Lean proizvodnji.....	41
5.2. Sedam načina rasipanja - Taiichi Ohno.....	43
5.3. Lean alati.....	44
6. UNAPREĐENJE PROCESA GOSPODARENJA OTPADOM PRIMJENOM LEAN ALATA.....	47
6.1. Gospodarenje otpadom u Gradu Zagrebu.....	47
6.1.1. Opis postojećeg stanja u Gradu Zagrebu.....	47
6.2. Unapređenje procesa gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu primjenom lean alata (5S i Kaizen).....	54
6.2.1. Edukacija/komunikacija s javnošću.....	54
6.2.2. Mjere izbjegavanja i nastajanja otpada.....	57
6.2.3. Odvojeno sakupljanje otpada.....	59
6.2.4. Gospodarenje otpadom prema najboljoj dostupnoj tehnologiji koja ne zahtjeva previsoke troškove.....	63
6.2.4.1. Kompostiranje u vlastitom vrtu.....	65
6.2.5. Mjere nadzora i praćenja gospodarenja otpadom.....	67
6.3. Dijagram tijeka gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu.....	70
6.3.1. Analiza dijagrama tijeka.....	72
7. POPIS NAZIVLJA I KRATICA U ZAVRŠNOM RADU.....	74
8. ZAKLJUČAK.....	77
9. POPIS LITERATURE.....	78

### POPIS SLIKA

Slika 1. Otpad

Slika 2. Primjer divljeg odlagališta – Sovjak

Slika 3. Prikaz vodonepropusne podloge odlagališta

Slika 4. Prikaz slojevitog slaganja

Slika 5. Primjer uređenog odlagališta – Mraclinska Dubrava

Slika 6. Presjek izgrađenog brda na odlagalištu Prudinec

Slika 7. Reciklaža građevinskog otpada

Slika 8. Postrojenje za obradu deponijskog plina na odlagalištu Prudinec

Slika 9. Uređaji za pročišćavanje vode

Slika 10. Biokompostiranje

Slika 11. Imisijska postaja za praćenje kakvoće zraka u naselju Jakuševac

Slika 12. Izgled odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac

Slika 13. Usporedba klasične i LEAN proizvodnje

Slika 14. Shematski prikaz planiranog cjelovitog sustava gospodarenja otpadom Grada  
Zagreba

Slika 15. Zeleni ili reciklažni otok

### POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1. Analiza komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj (2004. godine)

Dijagram 2. Prikaz prosječnih vrijednosti neugodnih mirisa izmjerene na imisijskoj postaji u  
naselju Jakuševac od 2001. do 2008. godine

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Procjena povećanja udjela otpada koji se odvaja iz komunalnog otpada primarnim odvajanjem do 2015. godine na nivou Republike Hrvatske

Tablica 2. Odvojeno sakupljeni otpad na području Grada Zagreba u 2007. godini putem kontejnera smještenih na javnim površinama

Tablica 3. Komunalni otpad odložen na odlagalištu Prudinec – usporedba odloženih količina otpada u 2000. i 2007. godini

Tablica 4. Količina odloženog komunalnog otpada Grada Zagreba po vrstama i kategorizaciji otpada u 2007. godini

Tablica 5. Sastav miješanog, neobrađenog komunalnog otpada Grada Zagreba za 2005. godinu

Tablica 6. Udio uporabe i recikliranja nekih vrsta otpada koji se stvaraju na području Grada Zagreba

Tablica 7. Prikaz gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu bez i sa poboljšanjem, odnosno primjenom lean alata 5S i Kaizen

## 1. UVOD

Sve ljudske djelatnosti utječu na okoliš i na određeni ga način "troše". Čovjek već dulje razdoblje ubrzano iskorištava Zemljina prirodna dobra i preopterećuje prirodu, posljedica čega su gospodarstvena i socijalna kriza.

Današnje pogoršan stanje okoliša ima više uzroka. Valja spomenuti neke: od početka dvadesetog stoljeća stanovništvo Zemlje povećalo se gotovo četiri puta, potrošnja energije povećala se trideset puta, industrijska proizvodnja pedeset puta, a bruto-svjetski proizvod dvadeset puta. Jedan od velikih problema zaštite okoliša, pogotovo u razvijenim zemljama, jest otpad, koji je čovjek uvijek proizvodio i koji, kao i utrošak energije, neminovno prati svaku proizvodnju. Stoga se nastoji smanjiti stvaranje otpada i utrošak energije.

Otpad međutim, pruža uvid u život i ponašanje prošlih generacija, a odražava i sliku materijala koje je čovjek rabio.

Gospodarenje otpadom uvijek je bilo odraz stupnja civilizacije. Neki antropolozi i arheolozi smatraju kako je otpad posredno djelovao i na organiziranje i napredak društva jer je upravo potreba za zbrinjavanjem otpada do stvaranja društva koje je bilo kadro to proizvesti.

Gospodarenju otpadom danas se u svijetu posvećuje velika pozornost, a za njega se našlo mjesto i u Agendi 21, dokumentu Ujedinjenih naroda, donesenog 1992. godine na Konferenciji UN-a o okolišu i razvoju (UNICED) održanoj u Rijui. Smanjenje otpada, te maksimiranje ekološki prihvatljive uporabe zacrtani su ciljevi kojima se teži u gospodarenju otpadom, a tu se još dodaje i promicanje prihvatljivog postupanja s otpadom, pri čemu je važno razvijanje državnih mjera za gospodarenje otpadom.

O gospodarenju otpadom u Republici Hrvatskoj jedva da se donedavno moglo govoriti, o čemu svjedoči više tisuća smetlišta koja treba sanirati, a novonastalim otpadom treba nastojati razumno gospodariti.



No proizvoditi se mora, a svaka je proizvodnja povezana s utroškom sirovina i energije. Iz te činjenice proizlaze dvije posljedice. Prvo, za proizvodnju je nužna energija, i drugo, posljedica svake proizvodnje je otpad. Proizvodnja bez potroška energije i nastajanja otpada je samo mit. Najbolji rezultat koji se može postići jest minimiranje potroška energije i smanjenje količine otpada.

Upravo je to i zadatak ovog završnog rada. Primjenom lean alata, konkretno primjenom alata 5S i Kaizen , pronaći rješenja pomoću kojih će se ostvariti unapređenje procesa gospodarenja otpadom, odnosno, pronaći načine na koje se količine otpada mogu smanjiti, načine na koje se otpad može obraditi i reciklirati s ekološki najprihvatljivijim metodama, kao i načine kako potaknuti stanovništvo na odgovorno gospodarenje otpadom.

## 2. OTPAD

### 2.1. Općenito o otpadu

Otpad je svaka tvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Ovisno o svojstvima otpada, otpad se može podijeliti na opasni, koji sadržava tvari s jednim od svojstava: eksplozivnost, radioaktivnost, štetnost, toksičnost, kancerogenost, reaktivnost, nagrizanje, teratogenost, ekotoksičnost i svojstvo otpuštanja otrovnih plinova kemijskom reakcijom ili biološkom razgradnjom, te neopasni ili inertni otpad koji ne ugrožava okoliš jer uopće ne sadržava ili sadržava malo tvari štetnih po okoliš.

Otpad može biti korisan otpad iz kojega dobivamo sekundarne sirovine (tvari koje možemo reciklirati , odnosno ponovno upotrijebiti kao što su metali, plastika, staklo, papir i dr.); organske ostatke možemo humificirati (reciklirati u gnojivo), dok gorivu tvar možemo spaljivati. Suprotan korisnom je nekorisni otpad. Njega čine otpaci koji se ne koriste (često je to sav otpad).

Otpad je izravno vezan za ljudski razvoj, i tehnološki i društveno. Sastav različitih vrsta otpada je varirao tijekom vremena , a industrijski razvoj i inovacije su izravno povezani s nastankom otpadnog materijala. Primjeri toga uključuju plastike i nuklearne tehnologije. Neke komponente otpada imaju ekonomske vrijednosti i te se mogu reciklirati.



Slika 1. Otpad

Postoje mnoge vrste otpada definirane prema suvremenom sustavu upravljanja otpadom.

Prema mjestu nastanka ih dijelimo na:

- **Komunalni čvrsti otpad**

Komunalni čvrsti otpad je otpad iz kućanstva, otpad koji nastaje čišćenjem javnih i prometnih površina, otpad sličan otpadu iz kućanstva koji nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima.

- **Građevinski otpad**

Građevinski otpad je otpad od iskopa, otpad s gradilišta, otpad od rušenja, lomljeni materijal od razgradnje i rekonstrukcije cesta i slično.

- **Industrijski otpad**

Industrijski otpad je otpad koji nastaje u proizvodnim procesima u industriji, gospodarstvu, obrtu, a po sastavu i svojstvima se razlikuje od komunalnog otpada.

- **Ambalažni otpad**

Ambalažni otpad je ambalaža preostala nakon što se proizvod raspakira, a obuhvaća sve proizvode u obliku kutija, posuda, omota i druge oblike koji služe držanju drugog proizvoda u svrhu njegove zaštite, rukovanja, promidžbe i prodaje.

- **Električki i elektronički otpad** je bilo koja električka i elektronička oprema koju posjednik otpada namjerava ili mora odbaciti, te njihovi dijelovi.

- **Otpadna vozila i otpadne gume** su otpad koji nastaje protekom životnog ciklusa proizvoda.

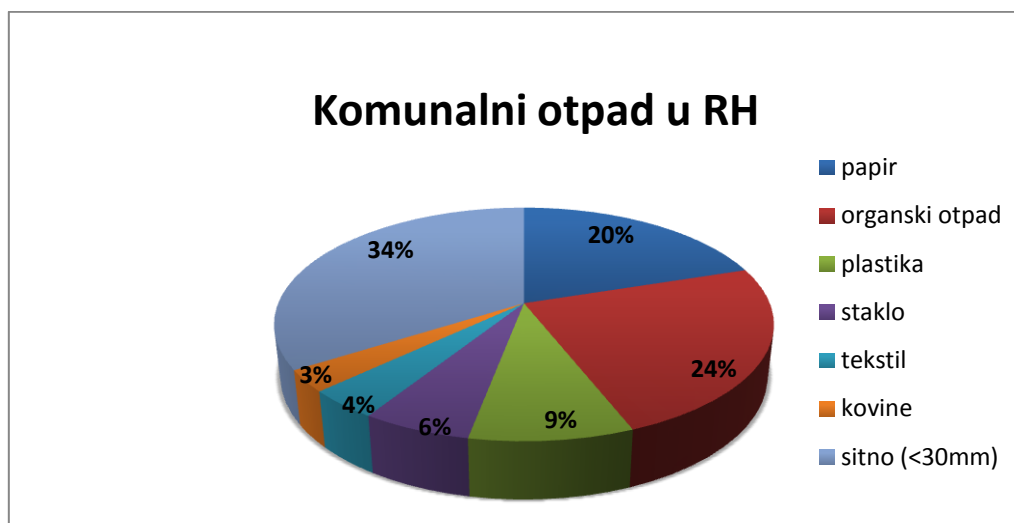
Podjela otpada prema njegovim svojstvima:

- **Opasni otpad** je svaki otpad koji sadrži tvari koje imaju neko od sljedećih svojstava: eksplozivnost, reaktivnost, zapaljivost, nadražljivost, štetnost, toksičnost, infektivnost, kancerogenost, mutagenost, teratogenost, ekotoksičnost, svojstvo oksidiranja, svojstvo nagrizanja i svojstvo otpuštanja otrovnih plinova kemijskom reakcijom ili biološkom razgradnjom. Komunalni, industrijski, ambalažni, građevni, električki i elektronički otpad i otpadna vozila svrstavanju se u opasni otpad ako imaju neko od svojstava opasnog otpada.
- **Neopasni otpad** je otpad koji nema neko od svojstava opasnog otpada.
- **Inertni otpad** je neopasni otpad koji ne podliježe značajnijim fizičkim, kemijskim ili biološkim promjenama. Inertni otpad nije topiv, goriv ni na druge načine reaktivan niti biorazgradljiv. Sa tvarima s kojima dolazi u dodir ne djeluje tako da bi to utjecalo na ljudsko zdravlje ili na povećanje emisija u okoliš. Vodotopivost, sadržaj onečišćujućih tvari u vodenom ekstraktu i ekotoksičnost vodenog ekstrakta (eluata) inertnog otpada mora biti zanemariva i ne smije ugrožavati kakvoću površinskih ili podzemnih voda.

## 2.2. Komunalni otpad

### 2.2.1. Komunalni otpad u Republici Hrvatskoj

Analize otpada u Hrvatskoj pokazuju da se godišnje stvara oko 1 350 000 t komunalnog otpada (prema podacima iz 2004. godine), koji pokazuje slijedeću strukturu (%):



Dijagram 1. Analiza komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj (2004. god)

Procjenjuje se da u Hrvatskoj nastaje i između 30 000 i 45 000 tona električnog/elektroničkog otpada godišnje, te da njegove količine godišnje rastu oko 10%.

U Hrvatskoj je 2004. odvojeno je, sakupljeno i reciklirano samo oko 4,5 % proizvedenoga komunalnog otpada iz kućanstava. Ukupno se u Hrvatskoj reciklira/razvrstava oko 50 000 tona komunalnog otpada od kućanstava, od čega:

- 12 500 tona papira i kartona
- 10 000 tona stakla
- 1 000 tona plastike
- 10 000 tona bijele tehnike i automobila
- 15 000 tona metala

- 3 500 tona gume, drva, tekstila i stiropora
- 30 tona otpadnih baterija (3% od oko 1 000 t)
- 6 000 tona (od oko 20 000 t) otpadnih akumulatora

U posljednjih nekoliko godina zabilježene su bitne i pozitivne promjene vezane uz recikliranje otpada:

- 60 000 tona stakla (boca)
- 18 000 tona plastičnih boca
- 1 400 tona aluminijskih limenki
- 7 500 tona otpadnih guma (u tri mjeseca)

**Tablica 1. Procjena povećanja udjela otpada koji se odvaja iz komunalnog otpada primarnim odvajanjem do 2015. godine na nivou RH**

Vrsta otpada	2004.		2015.	
	Odvajanje iz komunalnog otpada	Način	Odvajanje iz komunalnog otpada	Način
	%		%	
Biootpad	0,01	organizirano sakupljanje	3	organizirano sakupljanje
Papir i karton	3,69	RD, organizirano sakupljanje	6	primjena posebnih propisa, organizirano sakupljanje, RD
Staklo	1	RD, organizirano sakupljanje	6	primjena posebnih propisa, organizirano sakupljanje
Metal	0,02	organizirano sakupljanje	6	RD, organizirano sakupljanje
Plastika + PET	0,2	RD, organizirano sakupljanje	2	
<b>Ukupno</b>	<b>4,92</b>		<b>23</b>	
Ostalo	95,08		77	

### 2.2.2. Upravljanje komunalnim otpadom

U komunalnom otpadu ima do 45 % korisnog otpada stoga je glavni zadatak pronaći najbolji način za upravljanje njime kako bi se dalo iskoristiti sve što se može, te na taj način uštediti vrijeme, novac, a i energiju.

Kod upravljanja otpadom treba imati na umu da je i industriju potrebno prilagoditi sirovinama koje se sakupljaju u sustavu. Primjerice industriju papira treba promijeniti tako da može upotrebljavati stari papir (indikativan je slučaj USA i Njemačke gdje se sakuplja papir i izvozi jer ga industrija ne može upotrebljavati, dok Nizozemci imaju industriju koja upotrebljava 69% recikliranog materijala za proizvodnju papira i kartona). Željezo se lagano izvlači u svim koracima prerade otpada. Eksperimentira se s odvojenim sakupljanjem kemikalija (boje, otapala, baterijski ulošci), plastike, metala kako bi se dobio povoljniji sastav otpada za spaljivanje koji mora dati plinove u okviru određenih standarda.

#### 2.2.2.1. Primjer upravljanja komunalnim otpadom u Nizozemskoj

Indikativan je primjer Nizozemske u kojoj se pokušalo doći do integralnog rješavanja problema otpada. Na temelju procjene rizika zbrinjavanja ukupnog otpada (oko 50 Mt/god) u okviru Nacionalnog plana upravljanja okolišem pokazalo se da je potrebno štititi ukupni okoliš i rješavati se otpada na ukupno najmanje loši način.

Danas se od 6 Mt komunalnog otpada 15% reciklira, 35% spaljuje i 50% odlaže neprerađeno. No ukoliko se spaljuje cjelokupni otpad (bez prethodne separacije) dolazi do prevelike emisije dioksina (klorirani ugljikovi spojevi nastali nepotpunom oksidacijom kloriranih ugljikovodika - plastike) koji su izuzetno otrovni. Zbog povećane koncentracije dioksina u travi u okolici nekih spalionica, pa potom u mlijeku i siru, četiri od dvanaest sagrađenih spalionica u Nizozemskoj su zatvorene. Šljaka i pepeo koji ostaju nakon spaljivanja nisu podobni za upotrebu u građevinarstvu jer imaju povišene koncentracije izluživih tvari (teških metala i organskih mikrozagađivala, a prema zakonu o zaštiti tla ne bi se

smjeli niti odlagati u odlagališta). Metodom humifikacije nesortiranog otpada također se dobiva kompost koji nije standardan (ima suviše teških metala cinka, olova, žive). Na temelju ukupnih istraživanja nastanka otpada, postupanja s otpadom i određivanja najmanjeg rizika predložen je novi način zbrinjavanje komunalnog otpada u Nizozemskoj.

Prijedlog odlaganja komunalnog otpada u Nizozemskoj, za koju je karakteristično to da na malom prostoru živi puno ljudi, odnosno, gdje je gustoća naseljenosti velika, je sljedeći:

- **Separacija na mjestu nastanka (40%):**
  - a) ostatke hrane i vrtni otpad odvajati i samog ga humificirati (19%),
  - b) staklo odvajati na obojeno i bezbojno (8%),
  - c) papir (11%),
  - d) tekstil (1%),
  - e) plastične materijale (1%)
  
- **Ostatak od 60% spaljivati** uz uvjet da kvaliteta dimnih plinova mora zadovoljiti standarde zaštite okoliša. Pri tome se može izdvajati oko 2% željeza koje se može reciklirati. Time nastaje 6% šljake koju se može upotrebljavati u građevinarstvu. Ostaje samo 2% pepela koji se mora odlagati u odlagališta.

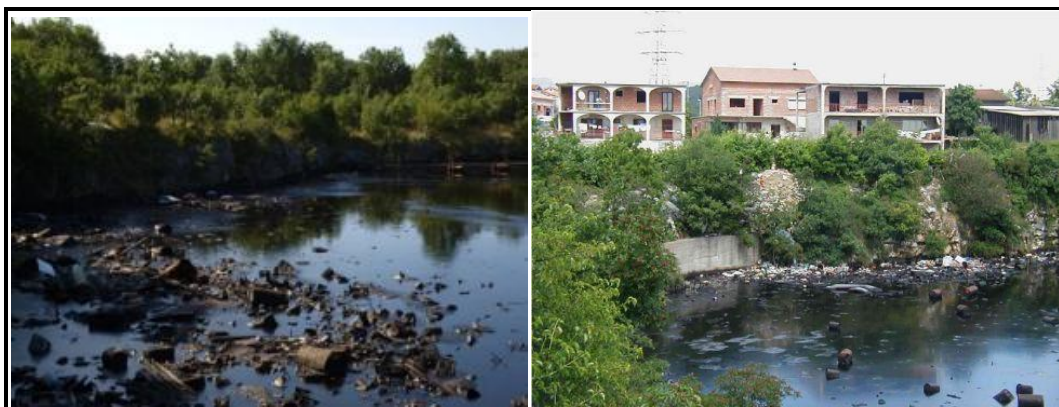


### 2.2.3. Odlagališta komunalnog otpada

Lokacija na kojoj se sakuplja, "zbrinjava" otpad je odlagalište otpada (smetlište ili deponij).

Na komunalnim odlagalištima sakuplja se čvrsti otpad koji uključuje otpad iz domaćinstava, iz trgovina i ureda, pa ima mnogo papira, ostataka hrane, uključuje vrtni otpad, plastiku, staklo, metale, ulično, te taloge septičkih jama.

U Hrvatskoj se komunalni otpad organizirano odvodi od oko 80 % stanovništva, ali 37 % komunalnog otpada završava na divljim odlagalištima (ima ih oko 3.000). Primjer takvog odlagališta je jama Sovjak, koja se nalazi u blizini Rijeke. Odlagalište je u aktivnoj uporabi od 1956. g, smješteno u ponikvi dubine oko 30 m, a u njega se odlaže kiseli katran iz rafinerije, otpadni katran iz koksare, acetilenski mulj, petrokemijski muljevi, otpadna otapala, razne emulzije, motorna ulja i sl.



Slika 2. Primjer divljeg odlagališta - Sovjak

Pri izgradnji odlagališta komunalnog otpada, treba voditi računa o sljedećem:

- Kada se u obzir uzme lokacija, odlagalište komunalnog otpada trebalo bi biti smješteno niti predaleko, ali ni preblizu grada, a trebalo bi biti i dostupno prijevozu.

- S obzirom na topografske, hidrološke i geološke karakteristike odlagalište treba biti izvedeno na način na koji će minimizirati svoj utjecaj na okoliš.

#### Topografija

Nagibi terena ne smiju biti preveliki, povoljne su visoravni, blage padine, eventualno doline, a o tome će ovisiti i dubina podzemne vode.

#### Geologija (litologija)

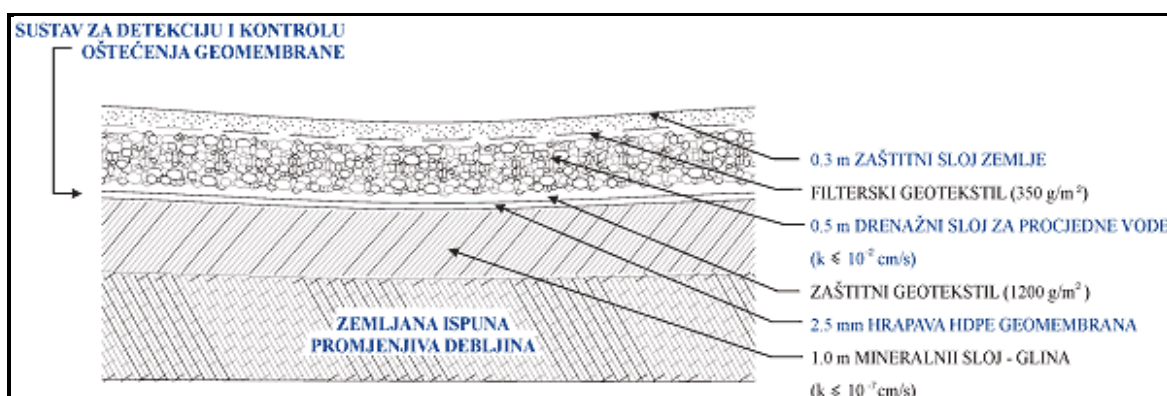
Za njegovu izgradnju trebaju se koristiti što nepropusnije stijene, prema mogućnosti bilo bi najbolje kada bi bilo izgrađeno u vodonepropusnim terenu (glina, škriljci i dr.).

#### Hidrologija

Razina podzemne vode trebala bi biti što niža i što manjih oscilacija, te bi odlagalište trebalo biti izgrađeno u nevodopoplavnom područje.

Uz spomenuto, odlagalište, da bi se moglo smatrati uređenim, mora zadovoljiti sljedeće kriterije:

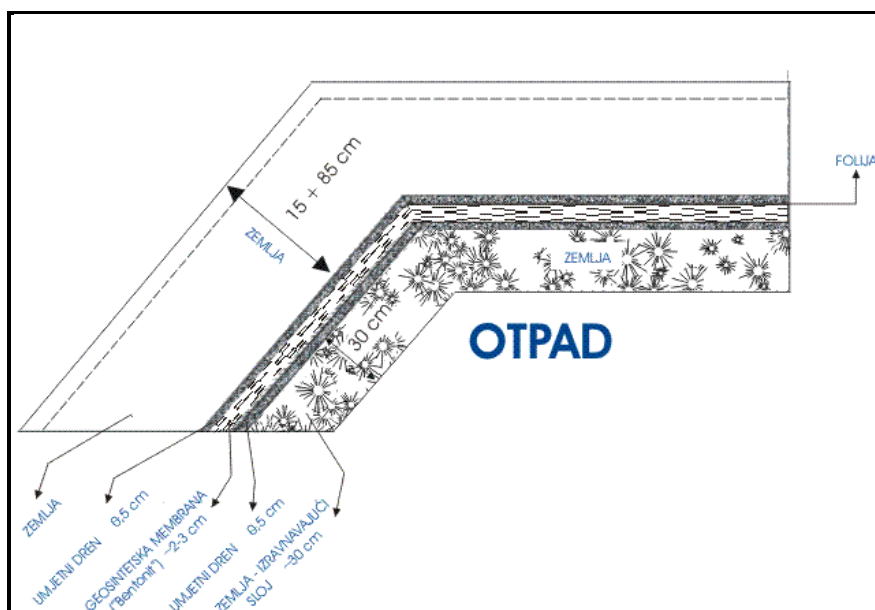
1. Mora imati vodonepropusnu podlogu i bokove (sloj gline i/ili plastične folije, asfalta, bitumena i sl.)



Slika 3. Prikaz vodonepropusne podloge odlagališta

2. Treba imati sustav drenaže i sakupljanja procjedne vode (eluat/filtrat) s njenim naknadnim pročišćavanjem ili rasprskavanjem po odlagalištu (radi isparavanja vode)

## 3. Slojevito slaganje + kompaktiranje (dnevno prekrivanje)



Slika 4. Prikaz slojevitog slaganja

## 4. Zaštitni pokrov i zelenilo (otplinjavanje)

## 5. Sustav praćenja kvalitete PV i kvalitete odvodne vode.



Slika 5. Primjer uređenog odlagališta – Mraclinska Dubrava

### 2.3. Industrijski/opasni otpad

Dio industrijskog otpada je inertni otpad (građevinski otpad - šuta, beton i sl.), a dio je često opasni/toksični otpad.

U USA industrijski otpad teži oko 300 milijuna tona, a 50 % toga je pravilnicima definirano kao opasni otpad. U Hrvatskoj je situacija malo bolja. Stvara se oko 3.000.000 t industrijskog, a od toga se smatra da je oko 200.000 t u kategoriji opasnog otpada.

Pod opasnim otpadom se podrazumijevaju ostaci nastali tijekom industrijskih procesa (tekući katran-gudron, organska otapala, strojna ulja, teški metali), ostaci pročišćavanja voda, filtri sustava za čišćenje plinova, ostaci boja, akumulatori/baterije, uništena oprema i uređaji, sintetski konstruktivni materijali, zaštitna odjeća i puno drugoga, kao i stara računalna oprema i mobiteli (električni/elektronički otpad).

Kako bi se smanjile količine i toksičnosti opasnog otpada, u svijetu se ide na ekološki kompatibilne tehnologije BAT (best available technologies), te se teži redukciji količine i toksičnosti tvari u samoj proizvodnji. Teži se supstituciji posebno otrovnih tvari (primjer Cd u baterijama - zamjena za FeNi, Li). Ono što se mora odlagati nastoji se činiti kontrolirano i sigurno u organiziranim odlagalištima s posebnim ciljem da se ne kontaminiraju podzemne vode a da se razgradi što se razgraditi može.

Odlagališta opasnog otpada su postala poseban unosan posao koji nosi velike profite. Uz odlagališta se obično rade centri za recikliranje i za predobradu, a obrada i odlaganje se skupo naplaćuju.

### 3. GOSPODARENJE OTPADOM

Gospodarenje otpadom je vrlo složena djelatnost koja zahvaća sve grane gospodarstva, proizvodnje i potrošnje, a uključuje skupljanje, prijevoz, obradu, recikliranje ili odlaganje, kao i nadzor otpadnih materijala. Izraz se obično odnosi na materijale koji nastaju uslijed ljudskih aktivnosti, te se općenito poduzima da se smanji njihov, uglavnom negativan utjecaj na zdravlje, okoliš ili estetiku. Gospodarenje otpadom uključuje upravljanje krutim, tekućim, plinovitim otpadom ili otpadom s udjelom radioaktivnih tvari, s različitim metodama i poljima znanja za svaki od spomenutih.

Gospodarenje otpadom u praksi je različito za razvijene zemlje i zemlje u razvoju, za urbana i ruralna područja, te za stambene i industrijske proizvođače.

#### 3.1. Postupci gospodarenja otpadom

U okviru cjelovitog sustava gospodarenja otpadom, zastupljeni su sljedeći važniji postupci:

- Izbjegavanje nastajanja otpada i smanjivanje opasnih svojstava
- Skupljanje i prijevoz otpada
- Vrednovanje – uporaba otpada:
  - odvojeno skupljanje
  - reciklaža
  - mehanička obrada
  - biološka obrada
  - termička obrada
  - kemijsko-fizikalna obrada
- Konačno zbrinjavanje otpada.

### 3.2. Obrada otpada

- **Mehaničko biološka obrada**

Cilj mehaničko bioloških obrada je smanjiti volumen obrađenom komunalnom otpadu, kroz izdvajanje pojedinih vrsta otpada koje se mogu sirovinski iskoristiti.

- **Kompostiranje**

Otpad se prevrće, rastresa i po potrebi vlaži, može se miješati dodacima poput kanalizacijskog mulja.

- **Fermentacija**

Fermentacija je anaerobna biološka obrada otpada i češće se primjenjuje u obradi muljeva, pri čemu se stvara bioplin kao glavni produkt fermentacije.

- **Termička obrada**

Djelotvoran ali skuplji način termičke obrade otpada, a osnovne vrste jesu: spaljivanje i piroliza

### 3.3. Legislativa okoliša

Cilj legislative (prava ili pravne strukture) okoliša je primjena svih zakonskih sredstava kada se radi o zaštiti, preventivi ili otklanjanju posljedica kod očuvanja eko sustava i prirode u cjelini, a dan je kroz sljedeće elemente:

- zaštita čovjekovog okoliša u cilju očuvanja zdravog života i razvoja kako za sadašnje tako i za buduće generacije,
- zaštita i očuvanje postojećih eko sustava planete Zemlje,
- zaštita i očuvanje svih biljnih i životinjskih vrsta, prije svega ugroženih,
- provođenje svih preventivnih radnji kada su u pitanju prirodni resursi i njihovo razumno korištenje,
- primjena mjera uputa, savjeta, smjernica, normi kao i svih vrsta kazni kod povrede zakona o očuvanju okoliša,
- provođenje mjera prikupljanje sredstava potrebnih za očuvanje eko sustava i okoliša u cjelini,
- otklanjanje posljedica kod nastupa događaja koji su štetni po životne zajednice i okoliš,
- uvođenje obveze javnih komunikacija i informacija kada je okoliš u pitanju i
- podrška filozofiji i praksi održivog razvoja.

U svemu ovome, posebno se izdvajaju dvije vrste pravnih normi:

1. norme zaštite okoliša koje su usmjerene na zakone o zaštiti eko sustava, biljnih i životinjskih vrsta, biosfere, atmosfere, litosfere i hidrosfere
2. norme sprečavanja zlouporabe okoliša (trovanje, emisije, zagađenja bilo koje vrste, stvaranje potencijalne opasnosti po zdravlje čovjeka i prirodu itd.).

Obje vrste normi imaju prije svega za cilj preventivno djelovanje i zaštitu, a tek u krajnjim slučajevima provođenje sankcija. Sve skupa upućuje na postojanje vrlo jasne filozofije i politike okoliša koju u svim elementima podržava sve izgrađenija i konkretna

pravna zaštita. U čitavom pokretu za očuvanje resursa i prirode pravna osnova je, ako se zaista provodi, najviši i najefikasniji oblik zaštite. Osnovni problem u ovoj oblasti zaštite je neovisnost od politike - što je najčešće nemoguće postići.

### **3.4. Hrvatska - gospodarenje otpadom je strateško pitanje**

Hrvatska se nalazi pred vrlo važnom i krupnom odlukom; kojim smjerom krenuti u provedbi strategije gospodarenja komunalnim otpadom. Radi se o većinskom dijelu otpada stvorenog u kućanstvu i sličnog otpada iz proizvodne i uslužne djelatnosti, u odnosu na manji dio nekih vrsta otpada koje se već dijelom skupljaju odvojeno, kao što su ambalaža, baterije i akumulatori, ulja, gume, metal, vozila i sl. Ključno pitanje je: spaljivati otpad u postojećim cementarama, te graditi nove spalionice, ili mijenjati strategiju odustajanjem od takve gradnje s potpunim usmjerenjem na odvojeno skupljanje i recikliranje otpada? [4]

Hrvatska je sreća ili nesreća, kako se uzme, što odabir ispravnog smjera nije uvjetovan nekom prijašnjom tehnologijom. Odabir pogrešnog koncepta imao bi velike posljedice koje je naknadno vrlo teško mijenjati. [4]

Kako se ovdje radi o vrlo velikoj investiciji s procijenjenim ulaganjem od 3,252 milijarde eura do 2025. godine (obuhvaćeno zbrinjavanje svih vrsta otpada), jasno je da vlada vrlo veliki interes raznih lobija koji žele nametnuti svoj koncept, koji će za njih biti najprofitabilniji. Pri tome su im hrvatski strateški interesi, kao što su zdravlje građana i zaštita izvora pitkih voda, zraka i tla, te ekonomski interesi zemlje, od manjeg značenja. [4]

Sagledavajući opisano stanje i važnost trenutka, Odbor za problematiku ekološkog postupanja i gospodarenja otpadom (PEPGO), sastavljen od petnaest ekoloških udruga i nekoliko pojedinaca s područja cijele Hrvatske, u nizu svojih priopćenja upozorio je na pogrešan smjer provedbe strategije gospodarenja otpadom koji bi uključivao gradnju spalionica otpada, spaljivanje otpada u cementarama te gradnju velikih MBO regionalnih



centara, zapravo sabirališta za pripremu smeća za spaljivanje (posebno onih u krškom području zbog opasnosti od onečišćenja pitkih voda). [4]

Takav koncept, uz strateško opredjeljenje Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja s planiranim odvajanjem otpada do 2025. od skromnih 25 posto, Odbor je ocijenio kao izravan ustupak "spaljivačkom" lobiju. [4]

Upozoreno je na nužnost uspostave dosljedno ekološkog sustava zbrinjavanja otpada temeljenoga na odvojenom prikupljanju već od domaćinstva i na reciklaži, po uzoru na niz naprednih gradova u svijetu koji recikliraju više od 70 posto otpada. Kao dobar primjer u Republici Hrvatskoj naveden je otok Krk, koji je već nakon godinu dana od uspostave sustava gospodarenja otpadom zabilježio 25 posto recikliranog otpada. [4]

Odbor je stoga zatražio prihvaćanje dosljedno ekološkog koncepta gospodarenja otpadom temeljenog na odvojenom skupljanju i recikliranju otpada s planom od 80 posto do 2015. godine, saniranju postojećih odlagališta bez gradnje velikih regionalnih centara i spalionica te donošenje zakonske zabrane su/spaljivanja otpada, posebno u cementarama.

U naporima za rješavanjem segmenata navedenih problema uočeno je i nekoliko dobrih poteza MZOPU-a (Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva), kao što su: donošenje pravilnika o postupanju s određenim vrstama otpada (ambalaža, baterije i akumulatori, ulja, gume, vozila, azbest), a na nekim od tih područja postignuti su i dobri rezultati (PET ambalaža, aluminijske limenke, itd.); donošenje nove Uredbe o graničnim vrijednostima emisija (GVE) onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora, usklađene s uputama EU, ali s odgodom rokova zagađivačima, posebno cementarama s trostruko dopuštenim prekoračenjem GVE. No, poticajne mjere postoje za odvojeno prikupljanje samo nekih vrsta otpada, dok za najveći dio otpada takve mjere ne postoje. [4]

Sintagma uporaba provlači se kroz Strategiju gospodarenja otpadom i Zakon o otpadu često kao jedinstveni pojam, čime se zapravo izjednačuje spaljivanje s recikliranjem.

Također, uopćeno govoreći o predviđenom rastu recikliranog i obrađenog otpada, MZOPU propušta reći da je tim rastom obuhvaćeno i neodvojeno skupljanje smeća koje se planira razdvajati na dio korišten kao gorivo za su/spaljivanje i "reciklirani" dio biootpada upotrijebljen kao polu-upotrebljivi biokompost.

Kad je riječ o visokim tehnologijama koje se spominju za zbrinjavanje otpada, stav Odbora je da o tome može biti riječi tek za onaj preostali dio otpada koji se ne uspije reciklirati. Spalionice su tehnologija stara 30-ak godina i iako su današnje visoko sofisticirane, one se grade u onim zemljama kojima je sustav zbrinjavanja otpada uvjetovan već postojećom sličnom tehnologijom, odnosno gdje firme koje ih grade zbog svoje egzistencije to nastavljaju i dalje. Tako tu tehnologiju žele "utrapiti" i drugim zemljama. [4]

S obzirom na sve poznato o radu spalionica, iskustvima drugih zemalja, cijeni gradnje i održavanja, odlaganju toksične šljake i ostalom gore navedenom, spalionice Hrvatskoj nisu potrebne.

Osim toga, predimenzioniranje spalionica otpada vodi u novi potencijalni problem poznat pod nazivom "turizam otpada". Poznato je da u EU postoje lobiji koji žele u zakonodavstvo ugraditi odredbe koje bi omogućile slobodan protok otpada među zemljama članicama, po ekonomskim kriterijima veće isplativosti zbrinjavanja, što je sinonim za dovoz otpada u zemlje s nižim ekološkim standardima. Primjeri "zalutalih" vlakova otpada u susjednim zemljama zorno pokazuju što može snaći i Hrvatsku jednom kada uđe u EU.

### 3.5. Savjeti za odgovorno postupanje otpadom

Gospodarenje otpadom jedan je od gorućih problema današnjice. Godišnje se u Hrvatskoj na službena odlagališta odloži 1 200 000 tona komunalnog otpada, odnosno svaki pojedinac dnevno stvori 0,40 do 0,95 kg otpada. Posljedice neprimjernog gospodarenja otpadom su višestruke: nepovoljno stanje u prostoru, smanjena kakvoća okoliša i kakvoća življenja te nepovoljni učinci na ljudsko zdravlje. Kako bi se izbjegle ove posljedice, potrebno je pridržavati se sljedećih mjera u hijerarhiji ispravnog gospodarenja otpadom:

- izbjegavanje/smanjivanje nastanka otpada
- ponovna uporaba bez obrade
- recikliranje i ponovna uporaba
- minimalno odlaganje ostatka od obrađenog otpada

Izrada proizvoda od recikliranog materijala zahtjeva manje količine energije. Primjerice, za izradu limenke od recikliranog materijala (aluminija) troši se 95% manje energije nego kada se za izradu iste limenke upotrebljava primarna sirovina.

Recikliranjem se čuva okoliš i štedi energija. Na primjer, energija uštedjena reciklažom jedne aluminijske limenke dovoljna je za tromjesečni rad televizora.

Otpad se treba razvrstavati, te odlagati u, za njega predviđene, spremnike - plavi spremnik za papir, zeleni za staklo, crveni za baterije, žuti za PET ambalažu, a sivi za aluminijsku ambalažu.

Stiropor, karton, akumulatori, motorna ulja, opasni otpad iz kućanstva (pesticide, fungicide, lijekove, razrjeđivače, boje, otapala i ostale kemikalije), električnu i elektroničku opremu i zeleni otpad treba odlagati u reciklažna dvorišta.

Velik dio kuhinjskog otpada može se pretvoriti u visokovrijedan kompost, koji će vrlo učinkovito zamijeniti umjetna gnojiva u vrtu ili voćnjaku.

Uvijek kada je moguće treba koristiti baterije koje se mogu više puta ponovo puniti.

## 4. ODLAGANJE OTPADA

### 4.1. Općenito o odlaganju

Odlaganje otpada najjednostavniji je, najrašireniji i najstariji način njegova zbrinjavanja. Istraživanja provedena u 15 najrazvijenijih zemalja u svijetu (ukupan broj stanovnika 730 milijuna) pokazala su kao u njima godišnje nastaje 250 milijuna tona komunalnog otpada. To znači da svaki stanovnik u tim zemljama prosječno po danu proizvede 0,94 kg komunalnog otpada. Ostale zemlje proizvede 0,5 kg otpada po stanovniku. Na osnovi raspoloživih podataka može se procijeniti da se 92-93% ukupno proizvedenog komunalnog otpada odlaže, a od toga najmanje 60-70% bez potrebne kontrole na divljim odlagalištima. [2]

U nerazvijenim se zemljama gotovo sav otpad jednostavno baca u okoliš, u zemljama u razvoju stanje je nešto bolje, dok se u razvijenim zemljama odlaganjem još zbrinjavaju najveće količine otpada. [2]

#### 4.1.1. Povijest odlaganja otpada

Iz povijesti je poznato da je još u indijskoj kulturi od prije 6 500 godina postojao sustava odvoženja otpada. Slično se susreće i kod Egipćana, te u drugim starim kulturama, a higijensko je odlaganje otpada bilo opisano već i u Bibliji.

#### 4.1.2. Opći zahtjevi za odlaganje otpada

Najvažnije su smjernice za moderno postupanje s otpadom u prvom redu sprječavanje nastajanja otpada, zatim njegovo iskorištavanje, te na kraju odstranjivanje otpada. Iz toga proizlazi da otpad mora biti netopljiv (npr. trajno teško topljiv), te sporo reagirati sa zrakom, vodom, razrijeđenim kiselinama i drugim otpadom.

Za mikroorganizme koji razgrađuju otpad postoje lako i teško razgradljivi organski materijali. Lako razgradljivi organski materijali jesu škrob, celuloza, proteini itd., a teško su razgradljivi smole, vosak i gumeni materijali.

## **4.2. Odlagališta otpada**

### **4.2.1. Organizacija suvremenih odlagališta**

Suvremeno je odlagalište objekt koji je izveden i opremljen za trajno, kontrolirano, organizirano i suvremeno odlaganje otpada. Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom zahtjeva, prije odluke o odlaganju otpada, njegovo prethodno iskorištenje i oporabu, radi smanjenja volumena, količine i otrovnosti otpada, te njegovu neutralizaciju i higijenzaciju. [2]

Dosadašnja su praktična iskustva pokazala da osnovni problem zbrinjavanja otpada na odlagalištima nije samoizvedba, tj. opremljenost odlagališta, već i stanje otpada koje se na njemu odlaže. Naime, neobrađeni otpad u tijelu odlagališta može nekontrolirano reagirati pod različitim nepredvidljivim fizikalnim, kemijskim i biološkim uvjetima.

Sve veći tehnički zahtjevi za izvedbu odlagališta, da bi ono bilo što sigurnije za okoliš, stalno povećavaju troškove odlaganja otpada, a sve veće količine i sve niža nasipna gustoća otpada zahtijevaju sve veće površine zemljišta za odlaganje neobrađenog otpada.

Ovisno o lokalnim uvjetima odlaganja otpada, specifična je površina zemljišta potrebna za odlaganje 0,1-0,5 m<sup>2</sup>/t. Uz specifičnu potrebu 0,2 m<sup>2</sup>/t otpada, nužna površina za odlaganje 300 000 t otpada najmanje je 6 hektara, a tako veliku slobodnu površinu zemljišta za nova odlagališta posebice je teško osigurati u blizini urbanih sredina, gdje i nastaju najveće količine otpada.

Problem potrebnih površina za nova odlagališta pokušava se riješiti gradnjom velikih regionalnih odlagališta za najmanje 150 000 priključenih ekvivalent-stanovnika, te sa što

većom visinom odlaganja otpada, čak i višom od 50 m. Tako se povećava iskorištenost zemljišta jer se na 1 m<sup>2</sup> površine odlagališta može odložiti više od 20 t otpada. Gradnjom tako velikih i visokih odlagališta izravno se smanjuju investicijski troškovi po m<sup>3</sup> odlagališnog prostora. Ipak, sagraditi velika odlagališta nije nimalo jednostavno jer je teško pronaći mjesto za velika odlagališta koje će ujedno biti i optimalno s obzirom na troškove transporta, a upravo zbog transporta neće izazvati dodatno opterećenje okoliša. Isto tako, kod velikih je odlagališta teže i skuplje nadzirati stanje nepropusnosti i popraviti eventualno nastala oštećenja.

Najveći praktični problem svakog odlagališta danas je svakako onečišćenost podzemnih voda procjednim deponijskim vodama i onečišćenost površinskih voda vodama s odlagališta. Suvremena sanitarna odlagališta izvode se s posebnom drenažom, te donjim i bočnim (prirodnim i umjetnim) brtvljenjem. Sve količine odlagališnih voda koje nastaju i dolaze u tijelo odlagališta moraju se stalno, utjecajem gravitacije, odvoditi, oporabljivati i/ili pročišćavati, te kontrolirano ispuštati u prirodu.

Unatoč sve većem razvoju tehnike odlaganja otpada moguća su, osobito pri odlaganju neobrađenog otpada, oštećenja i havarije odlagališta. U odlagalištu neobrađenog komunalnog otpada razvijaju se razne nepredvidljive reakcije koje mogu izazvati štete i nezgode. Dosadašnja je praksa pokazala da plastične folije za brtvljenje odlagališta načinjene od polietilena visoke gustoće ili propilena, a koje se često upotrebljavaju, nisu potpuna zaštita jer su osjetljive primjerice na dioksine i furane u otpadu.

Kao i sve u prirodi, i folije za odlagališta su podložne starenju, ali posve nekontrolirano jer se nalaze pod velikim naslagama sirovog otpada. Naime, osim bioloških, u odlagalištu nastaju i kemijski procesi koji dovode do promjene temperature i tlaka, razvoja plinova, para i sl. Sustavi brtvljenja deponija izloženi su i velikim mehaničkim opterećenjima koje naknadnim investicijama gotovo nije moguće kompenzirati.

Vrlo je opasno naknadno oštećenje nepropusnosti velikih odlagališta na kojima se, zbog velike površine, oštećenje obično teško i kasno otkriva.

Upravo zbog takvih opasnosti odlaganje neobrađenog otpada zadnje je u cjelovitim sustavima zbrinjavanja otpada, a iskustva razvijenih zemalja pokazuju da je odlaganje takva otpada u budućnosti potrebno potpuno napustiti.

Odlaganje otpada, odnosno ostataka otpada koji se ne mogu zbrinuti na neki drugi način neizbježna je karika u lancu cjelovita sustava gospodarenja otpadom. Usavršavanjem tehnike odlaganja u prethodnom obradom otpada rizici vezani uz odlagališta moraju se smanjiti, tj. odlaganje otpada mora se moći što više nadzirati.

#### **4.2.2. Mogućnost odlaganja – razvrstavanje otpada u klase**

Ovisno o stupnju onečišćenja otpada, odlučuje se i gdje će se odlagati. To se određuje s pomoću klase eluata koja ne daje egzaktnu prognozu koncentracije i pojavljivanja opasnih materijala u otpadnim vodama.

Ovisno o količini otrovnosti otpadnog materijala, postoje i različite klase eluata:

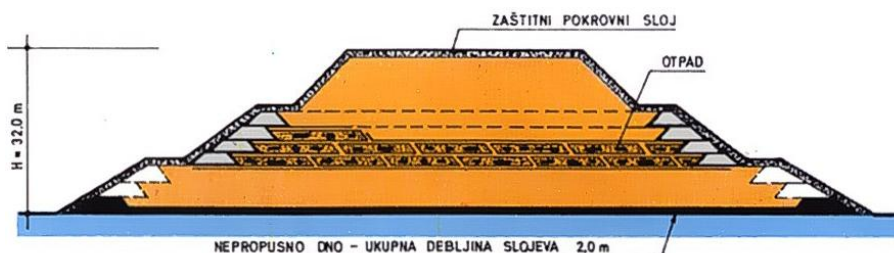
- Otpad s nehomogenim sastavom (kućni otpad)
- Otpad s promjenjivim karakteristikama koji mijenja svoja biološka, kemijska i fizička svojstva (otpad živežnih namirnica)
- Ambalažni otpad (konzerve, baterije)

### 4.3. Odlagalište otpada Prudinec – Jakuševac

Smetlište Jakuševac bilo je jedan od najvećih i najtežih ekoloških problema na području grada Zagreba, kako zbog činjenice da su ondje bile odložene goleme količine otpada različita podrijetla tako i zbog njegova vrlo nepovoljnog smještaja uzvodno od područja Črnkovca gdje se nalaze glavne pričuve kvalitetne podzemne vode koje imaju veliku važnost za vodoopskrbu grada Zagreba. Smetlište se za odlaganje otpada grada Zagreba počelo upotrebljavati prije četrdesetak godina. Iako su geološke i hidrološke karakteristike područja vrlo nepovoljne za smještaj odlagališta otpada, u to je vrijeme, nažalost, prevagnula praktična činjenica daje lokacija smještena samo 5 km od centra grada. Za održavanje odlagališta otpada Prudinec zadužen je Zagrebački holding – podružnica ZGOS d.o.o.

Neposredno prije njegova nedavnog pretvaranja u uređeni sanitarni deponij, na toj je lokaciji ukupno odloženo više od 5 milijuna tona otpada na površinu od 800 000 m<sup>2</sup>. Procjenjuje se da svaki građanin Zagreba proizvede na dan gotovo 1 kg otpada te je tako, na primjer, tijekom 2003. godine na deponij Jakuševac-Prudinec dovezeno ukupno 266 475 t otpada od čega je oko 190 210 t bio komunalni otpad, 65 476 t glomazni i 10 790 t ulični otpad.

Glavni dio sanacije se odvijao u razdoblju od 1996. do 2003. godine, dok se potpuni završetak svih planiranih radova sanacije namjerava dovršiti do kraja 2011. godine. U tom razdoblju je vrlo skupim zahvatom pod smeće ugrađena vodonepropusna podloga, površina je smanjena s 80 na 57 ha, a brdo je naraslo do 45 m.



Slika 6. Presjek izgrađenog brda



Odlagalište se prostire na oko 90 ha i organizirano je na sljedeći način:

### 1. Ulaz na odlagalište

Na ulazu se nalaze tri elektroničke mosne vage. Vozila s otpadom se važu prilikom ulaza i izlaza, te se u računalu evidentiraju potrebni podaci. Uz to se obavlja vizualna kontrola i preuzimanje zakonom propisane dokumentacije. Ulaz je opremljen opremom za video nadzor i uređajem za automatsko mjerenje radioaktivnosti.

### 2. Plato za međudlaganje (privremeno skladištenje)

U sklopu ulaza izveden je plato za međudlaganje iskoristivih vrsta otpada. Plato je podjeljen u nekoliko odjeljaka u koje se zasebno privremeno skladište otpadne gume, metalni glomazni otpad, suha frakcija iz otpada, a sve u svrhu reciklaže i smanjenja odlaganja.

### 3. Reciklaža građevnog otpada

Prihvaćeni odvojeno prikupljeni građevni otpad (šuta, armirani beton, cigle, crijep i slično) usmjerava se u postrojenje za reciklažu gdje se na dvije drobilice (čeljusnoj i udarnoj) drobi uz izdvajanje metala i nečistoća. Kapacitet samog postrojenja za reciklažu građevnog otpada je 50 t/h. Čisti iskop zemlje prihvaća se u ograničenim količinama za tehnološke potrebe Odlagališta. Iz postrojenja se dobivaju različite granulacije materijala koji služi za razne građevne potrebe.



Slika 7. Reciklaža građevinskog otpada

#### 4. Gospodarenje plinom

Postrojenje za gospodarenje plinom osigurava stalno nadzirano sakupljanje i obradu odlagališnog plina. Na taj se način izbjegavaju štetne emisije u okoliš i efekt staklenika, omogućuje se zaštita ozonskog sloja te se istovremeno omogućava proizvodnja električne i toplinske energije iz prikupljenog deponijskog plina. Sustav aktivnog otplinjavanja Odlagališta (stanje 2009. godine) sastoji se od:

- 68 plinskih zdenaca
- 26 kondenziranih lonaca
- Oko 6,5 km plinovodne mreže
- Plinske stanice s opremom (2 baklje, 2 crpke, 2 plinsko-motorna generatora, transformator i mjerna oprema)



Slika 8. Postrojenje za obradu deponijskog plina na odlagalištu otpada Jakuševac

#### 5. Tijelo Odlagališta s platoom za dnevno odlaganje

Odlagalište se sastoji od 6 ploha, od kojih su do 2009. godine 4 plohe popunjene. Trenutno se otpad odlaže i ugrađuje na 5. plohu. Ukupna površina za odlaganje otpada je 46,35 ha, a kapacitet 15,12 mil.m<sup>3</sup>.

## 6. Pročišćavanje procjednih voda

Na području Odlagališta izgrađeni su sustavi za odvojeno prikupljanje i obradu sljedećih voda:

- otpadne sanitarne vode
- oborinske vode
- procjedne vode

Posebno važan dio sustava zaštite okoliša je interventni crpni sustav (ICS). Izgrađena su 4 zdenca koja imaju zadaću crpiti zagađenu podzemnu vodu. Zdenca ICS-a postavljeni su tako da predstavljaju hidrauličku barijeru čime se sprječava daljnje zagađenje izvorišta pitke vode nizvodno od Odlagališta. Kapacitet ICS-a je do 400 l/s. Sustav kontrolnih okna i bazeni procjednih voda u potpunosti su izvedeni s dvije stijenke, tako da se može stalno nadzirati prostor između dviju stijenki. Za prikupljanje procjednih voda izgrađen je drenažni sustav. Odvojeno se drenažom prikupljaju procjedne vode sa sjeverne strane Odlagališta i s južne strane Odlagališta. Crpkama se procjedne vode iz sabirnih bazena dobivaju do uređaja za pročišćavanje procjednih voda. Na uređaju za pročišćavanje procjednih voda izgrađena su dva bazena volumena svaki 1000 m<sup>3</sup> koja se naizmjenično pune i prazne ovisno o režimu čišćenja. Vode s područja Odlagališta, uključujući i oborinske vode, prije ispusta skupljaju se u retencijskom bazenu, a voda iz tog bazena se nadzire na kontrolnom mjernom oknu prije ispuštanja u rijeku Savu.



Slika 9. Uređaji za pročišćavanje vode

## 7. Biokompostana

Izgrađena je na sjevernom dijelu Odlagališta i sastoji se od dva dijela:

- Mehaničko-biološka obrada otpada u postrojenju zatvorenog tipa s potpunom kontrolom procesa i redukcijom emisije neugodnih mirisa.

Sastoji se od postrojenja za biokompostiranje:

- kapaciteta 2000 t/a bio-razgradivog otpada
  - otpad koji se može kompostirati je odvojeno sakupljeni otpad biološkog porijekla, zeleni otpad, otpad s tržnica i prerađivački bio-otpad
  - otpad se obrađuje aerobno u dvije faze:
    - zatvoreno intenzivno truljenje s obradom ispušnih plinova
    - otvoreno naknadno truljenje
- Tehnologija za generiranje tla otvorenog tipa u hrpama:
    - Kapacitet 30 000 t/a
    - Ulazni materijal se sastoji od zelenog otpada i zemljanog materijala
    - Otpad se obrađuje kao aerobno kompostiranje u otvorenim hrpama
    - Proces traje oko 10 tjedana

Produkt, mješavina zemlje i komposta, između ostalog se koristi za ozemljavanje Odlagališta.



Slika 10. Biokompostiranje

## 8. Automatski uređaji za pranje kotača

Na izlazu iz Odlagališta postoje dva uređaja koji služe za automatsko pranje kotača vozila svih korisnika Odlagališta. Na taj se način sprječava iznošenje onečišćenja i blata na prometnice van Odlagališta.

## 9. Monitoring

Za praćenje kvalitete rada Odlagališta izuzetno je važan sustav motrenja-monitoring. Monitoring obuhvaća praćenje kakvoće zraka na imisijskoj postaji u naselju Jakuševac, kemijske analize podzemnih voda na 10 piezometara, praćenje kakvoće procjednih voda na 3 lokacije, svakodnevno praćenje meteoroloških parametara, praćenje slijeganja tijela Odlagališta te upravljanje interventnim crpnim sustavom koji služi za prihvaćanje ukupnog toka prije onečišćene podzemne vode na prostoru Odlagališta otpada Jakuševac čime se osigurava zaštita budućeg crpilišta pitke vode Črnkovec od onečišćenja.

Redovito se u okviru monitoringa nadzire:

- kakvoća zraka u okolici Odlagališta
- zaprimljene količine i vrste otpada
- količina i kakvoća oborinskih, procjednih i podzemnih voda
- rad interventnog crpnog sustava



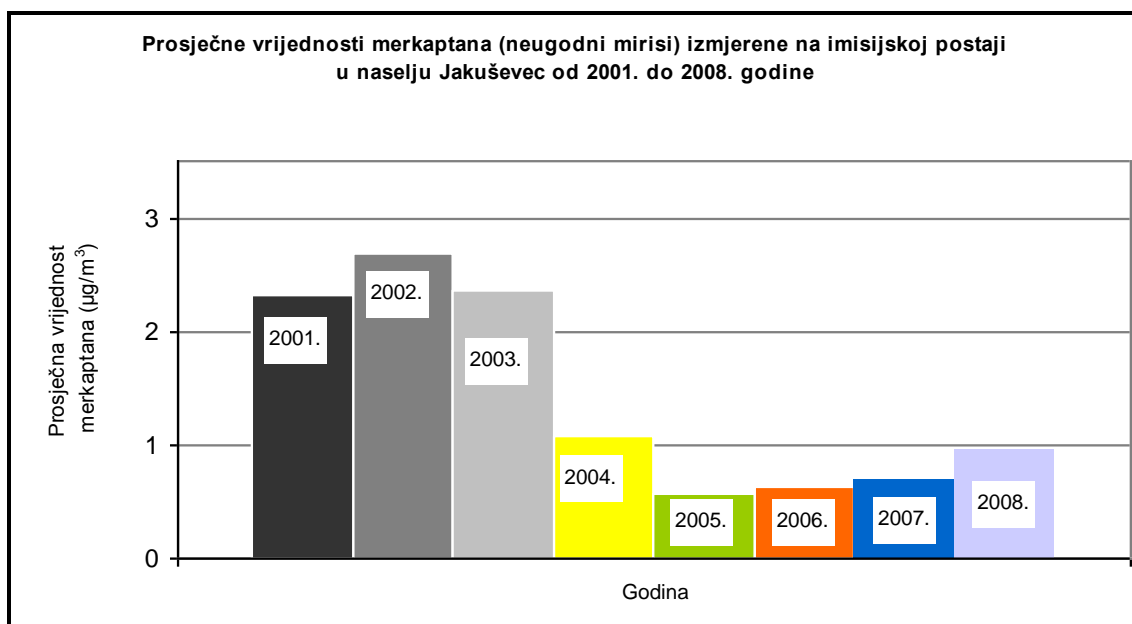
Slika 11. Imisijska postaja za praćenje kakvoće zraka u naselju Jakuševac

Odlaganje otpada na odlagalištu Prudinec u Jakuševcu se mora odvijati prema sljedećim napucima, a na način da budu zadovoljeni svi zahtjevi zaštite okoliša:

- Prilikom ulaza na odlagalište otpada građani su dužni predati zakonom propisanu dokumentaciju koja, između ostaloga, zahtjeva točnu deklaraciju dovezenog otpada.
- Zabranjeno je odlaganje opasnog otpada i to naročito infektivnog, radioaktivnog, eksplozivnog, azbestnog, kapljevito i plinovito otpada. Eventualno istovareni takav otpad se vraća vlasniku – prijevozniku koji preuzima sve troškove vezano uz naknadni utovar otpada.
- Iskoristive vrste otpada (na temelju Zakona o otpadu) ne smiju se odlagati u tijelo Odlagališta.
- Autogume se prihvaćaju odvojeno i odlažu na posebnu površinu koje se nalazi uz sam ulaz. Zabranjeno je odlaganje starih autoguma pomiješanih s ostalim otpadom.
- Metalni glomazni otpad, također se mora odvojeno odložiti na međuskladište koje se nalazi uz ulaz. Zabranjeno je odlaganje i metalnog glomaznog otpada pomiješanog s ostalim otpadom.
- Razvrstani građevinski otpad se odlaže na postrojenje za reciklažu građevinskog otpada. Na odlagalištu otpada Prudinec u Jakuševcu izgrađeno je postrojenje za reciklažu građevinskog otpada kojim se štuka, betonski lom te ostali otpad s gradilišta prerađuje u reciklirani materijal. Korištenjem recikliranog materijala (npr. za prekrivanje otpada te izgradnju pristupnih puteva na deponij) sprječava se uništavanje prirodnih resursa. [3]

Sanacijom smetlišta Jakuševac i njegovom transformacijom u uređeno odlagalište otpada I. kategorije, u skladu s hrvatskim propisima i normama Europske unije, napravljen je veliki korak u globalnoj i lokalnoj zaštiti okoliša općenito te posebno u zaštiti rezerve pitke vode grada Zagreba, odnosno budućeg vodocrpilišta Črnkovec.[3]

Rezultati ispitivanja kakvoće zraka i vode u okolici Odlagališta te komunikacija sa stanovnicima okolinih naselja ukazuju da je došlo do značajnih poboljšanja kvalitete života stanovnika u blizini Odlagališta.[3]



Dijagram 2. Prikaz prosječnih vrijednosti neugodnih mirisa izmjerene na imisijskoj postaji u naselju Jakuševac od 2001. do 2008.

Smrad se neutralizira redovitim, svakodnevnim prekrivanjem otpada inertnim materijalima, odnosno čistom zemljom.

Politika kvalitete i zaštite okoliša koja se provodi na Odlagalištu Prudinec predstavlja okvir za postignuće trajnih ciljeva kvalitete i zaštite okoliša i to na način:

1. provoditi sve projektom sanacije određene mjere za sustavno unapređenje stanja okoliša
2. biti transparentan u svakodnevnim zadacima odlaganja otpada prema korisnicima Odlagališta otpada i okolnim naseljima te organima društva
3. poštovati sve pravne i druge zahtjeve u izvođenju svih aktivnosti na Odlagalištu otpada



Ovi ciljevi mogu biti ostvareni svakodnevnim kompetentnim i svjesnim zalaganjem, kao i stalnim educiranjem svih radnika društva, te zapisima i redovitim izvješćivanju o učincima u:

- trajnom nadzoru stanja okoliša
- nadzoru prihvata i odlaganju ostatnog komunalnog i sličnog otpada, koji po eluatu odgovara odlaganju na odlagalište otpada I. i II. kategorije te sanitarnom načinu odlaganja i reciklaže
- radu interventnog crpnog sustava do postizanja vrijednosti parametara do vrijednosti za pitku vodu
- radu sustava za gravitacijsko skupljanje, odvodnju i pročišćavanje procjednih voda iz tijela Odlagališta otpada
- radu sustava za skupljanje, obradu i iskorištavanje odlagališnog plina
- predobradi i reciklaži biološkog otpada, reciklaži i uporabi auto guma, metalnog glomaznog otpada i drugih materijala koji se mogu iskoristiti i reciklaži čistog građevinskog otpada putem postrojenja za reciklažu građevinskog otpada.



Slika 12. Izgled Odlagališta otpada Prudinec Jakuševac



Upravljanje kvalitetom i zaštitom okoliša u podružnici uključuje obvezu ZGOS-a, svakog radnika, ali i svake osobe čiji rad, koji izvodi za ZGOS ili u ime ZGOS-a, može prouzročiti značajan utjecaj na okoliš, za cjelovitim i trajnim poboljšavanjem učinkovitosti sustava i odnosa prema kvaliteti i okolišu i sprečavanja onečišćenja okoliša.[3]

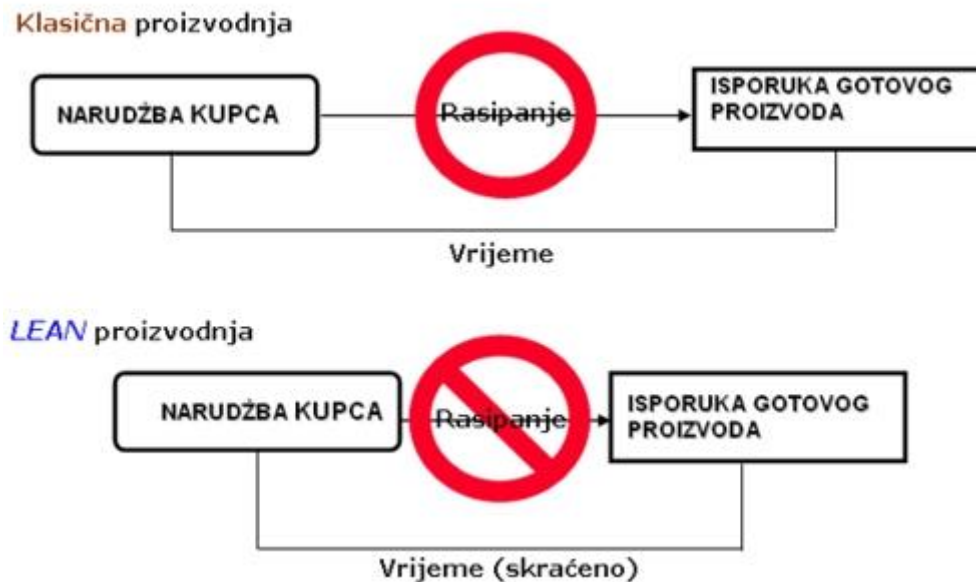
Sustavom mjerenja utjecaja otpada na okoliš dokazat će se kvaliteta čitavog projekta, a praćenje utjecaja na okoliš obavljat će se, prema hrvatskim propisima, 20 godina nakon zatvaranja Odlagališta.

Uspostavljanjem sustava upravljanja kvalitetom i sustava upravljanja zaštitom okoliša u skladu s prioritetima održivog razvoja te implementacijom, dokumentiranjem, provedbom i održavanjem istih u organizaciju podružnice, bolje se ostvaruju zahtjevi svakodnevne interakcije sa zbivanjima na Odlagalištu otpada i realizacije postavljenih ciljeva.[3]

## 5. LEAN PROIZVODNJA

### 5.1. Općenito o Lean proizvodnji

Lean je proizvodna filozofija koja kada je implementirana skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, eliminirajući sve izvore rasipanja, tj. gubitaka (waste) u proizvodnom procesu. Glavni cilj je isporuka usluge ili proizvoda koji se potpuno podudara sa željama kupaca, sa što manje gubitaka. [1]



Slika 13. Usporedba klasične i LEAN proizvodnje

Pojam "lean production" odnosno vitka proizvodnja dolazi iz SAD-a kao rezultat analize izvršene za američku automobilsku industriju u cilju pronalaženja ključa japanskih proizvođača. Naravno, vitka proizvodnja nije ograničena samo na automobilsku industriju već može primijeniti na sve funkcije unutar poslovnog sektora, kao i na odnose s dobavljačima. [1]

Može se definirati kao pristup proizvodnji koji zapošljava široko osposobljene radnike, koristi međufunkcionalne timove, integrirane komunikacije, partnerstvo s dobavljačima i visokofleksibilne automatizirane strojeve za proizvodnju raznovrsnih proizvoda. Koncept vitke proizvodnje podrazumijeva širenje poslova zaposlenika do maksimuma i jačanje njihove odgovornosti. To je u potpunoj suprotnosti s repetitivnim proizvodnjama, kod kojih se skida odgovornost i razmišljanje o poslu da bi ga se pojednostavnilo do maksimuma. [1]

Vitka proizvodnja je vrlo zahtjevna što se tiče zaposlenika, sredstava za rad i preostroja dok bi s druge strane trebala osiguravati najveće moguće približavanje savršenstvu u proizvodnji i ukupnom poslovanju. [1]

Vitka proizvodnja omogućuje da proizvodimo više koristeći manje ljudskog truda, naprava, vremena, prostora istovremeno pružajući klijentima upravo ono što su tražili. Osim povećanja produktivnosti, pozitivni efekti vitke proizvodnje očituju se i u kvaliteti i raznovrsnosti proizvoda što omogućava zadovoljenje klijenata u kraćem roku. [1]

"Vitkost" zapravo predstavlja način poslovanja gdje radimo prave stvari, na pravom mjestu, u pravo vrijeme i u pravim količinama, uz minimiziranje otpada, fleksibilnost i otvorenost za promjene. Stalno usmjeravanje prema savršenstvu očituje se u konstantnom smanjivanju troškova, principu nula pogrešaka, nula zaliha i raznovrsnosti zaliha. [1]

Sustavnim i neprekidnim Lean programom postiže se:

- Eliminacija aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, a troše resurse
- Smanjenje kapitala vezanog u zalihama
- Poboljšanje protočnosti procesa
- Pravovremenost isporuka
- Fleksibilnost i pripravnost na zahtjeve tržišta
- Bolju iskorištenost prostornih resursa
- Bolju iskorištenost ljudskih resursa
- Neprestano povećanje znanja

- Promjenu kulture organizacije
- Poboljšanje kvalitete i zadovoljstvo kupca
- Poboljšanje organizacije rada i zadovoljstvo zaposlenika
- Brže postizanje operativne izvrsnosti

## 5.2. Sedam načina rasipanja - Taiichi Ohno

- **Prekomjerna proizvodnja**

Stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržište, izrada dokumentacije koju nitko ne traži ili se neće poslije koristiti, slanje uputa prema previše ljudi ili obratno.

- **Transport**

Nepotrebno prenošenje materijala između operacija ili između skladišnih površina, neučinkovit transportnih informacija te neuspješna komunikacija (gubitak podataka, nekompatibilnost i nepouzdanost informacija).

- **Vrijeme čekanja**

Čekanje materijala između operacija, čekanje radnika na strojevima, čekanje na isporuku.

- **Prekomjerna obrada**

Predimenzionirani strojevi, pogrešna ili nedostatna tehnološka oprema, čišćenje između obrade, previše procesa obrade, predetaljna obrada, loš dizajn proizvoda koji zahtijeva previše koraka obrade.

- **Zalihe**

Zalihe su povezane s prekomjernom proizvodnjom.

- **Nepotrebni pokreti**

Loš raspored strojeva i nepotrebno kretanje radnika.

- **Škart**

Prekid toka proizvodnje zbog grešaka, trošenje vremena i sredstava za analizu pogreške i otklanjanje uzroka.

Eliminacijom otpada unapređuje se kvaliteta, smanjuje se vrijeme proizvodnje, a i troškovi.

### 5.3. Lean alati

#### **JIT - Just in time**

Just in time je ekonomski pojam koji predstavlja strategiju smanjenja troškova u proizvodnji, gdje se proračunom postiže kraće vrijeme skladištenja dijelova, repromaterijala odnosno sirovina ili samo izbjegavanje skladištenja, te stavljanje istih u najkraćem roku u proizvodni proces. Prema Shigeou Shingou, to je sustav čiji je glavni zadatak eliminiranje svega nepotrebnog. Tom prilikom dobija se na skraćanju vremena izrade pojedinih dijelova proizvodnje, sinkroniziranju procesa rada, faza proizvodnog procesa, balansiranju kapaciteta.

#### **Kaizen**

Kaizen je japanski izraz za kontinuirano poboljšavanje koje uključuju i menadžere i radnike. U proizvodnji Kaizen se odnosi na pronalaženje i uklanjanje gubitaka na strojevima, uklanjanje gubitaka samog rada ili proizvodnih metoda. Osnovna filozofija kaizena je brzo, jednostavno i lagano, ali neprekidno poboljšanje radne učinkovitosti što donosi velik uspjeh i kvalitetu.

#### **Kanban**

Kanban je sustav koji koristi kartice pomoću kojih se signalizira potreba za određenim proizvodom ili sirovinom, a koristi se kako bi se postigao "Just in time". Uz kartice imamo i kontejnere i police (svaki kontejner mora imati svoju karticu), a temelji se na tome da prethodna operacija proizvodi točno ono što iduća treba po principu pull sustava.

#### **5 S**

5 S je metodologija za organizaciju, čišćenje, razvoj i održavanju produktivnog radnog okruženja. Poboljšana sigurnost, vlasništvo nad radnim mjestom, poboljšana produktivnost i poboljšano održavanje su neke od prednosti programa 5S.

### **Seiri – Sort – sortiranje**

- Potrebno je identificirati sve stvari nepotrebne za rad, odnosno proizvodnju i eliminirati ih iz radnog prostora
- Odabrati alat neophodan za rad
- Alat i materijali koji nisu često korišteni u zasebna spremišta
- Stvari koje se uopće ne koriste baciti

### **Seiton – Straighten – red**

- Stvari koje koristimo trebaju biti sistematski posložene, tako da ih možemo jednostavno koristiti te da ih svatko može lako pronaći!
- Stvari moramo organizirati tako da svaki predmet ima određeno mjesto gdje pripada. Sljedeće smjernice će zasigurno minimizirati uzaludno kretanje zaposlenika:
  - često korišten alat mora biti smješten u blizini mjesta gdje se koristi
  - koji se koriste zajedno moraju biti i smješteni zajedno;
  - alat treba biti spremljen prema onom redoslijedu kojim se i koristi
- Etiketiranje: bez označavanja se vrlo lako zaboravlja gdje stvari stoje
- Ergonomija: često korišten alat treba biti smješten na lako dostupnom mjestu i da se izbjegne nepotrebno saginjanje, istezanje ili pretjerano hodanje
- Stvari kasnije treba biti jednostavno vratiti na njihovo mjesto –posebno je bitno da označavanje bude razumljivo i jednostavno. Često korištena oprema, alat i materijali, a naravno i njihovo mjesto skladištenja moraju biti jasno označeni.

### **Seiso – Scrub – čišćenje**

- Stvari i radni prostor treba održavati i čistiti; otpad i prljavština na radnom prostoru su neprihvatljivi
- Nije dovoljno jednom očistiti i urediti radni prostor i pribor

- Nužno je redovito čišćenje, obično na dnevnoj bazi, jer se u suprotnom sve vraća na staro

#### **Seiketsu – Standardite – standardizacija**

- U ovom koraku uspostavljamo standardne rutine i pretvaramo ih u navike
- Jedan od najvećih problema je kako izbjeći vraćanje starim navikama
- Za početak je dobro postaviti pisane standarde i procedure na plakatima (uočljivi natpisi)

#### **Shisuke – Sustain – samodisciplina**

- Sustain ili samodisciplina najkompleksniji je zadatak jer nije dovoljno povremeno počistiti radno mjesto kako bi odali dojam organizacije i čistoće, već je potrebno održavati taj redi prilagođavati se novonastalim uvjetima

## 6. UNAPREĐENJE PROCESA GOSPODARENJA OTPADOM PRIMJENOM LEAN ALATA

### 6.1. Gospodarenje otpadom u Gradu Zagrebu

Zagreb je na ovim prostorima kroz godine prednjačio u odgovornom gospodarenju otpadom, za što imamo i mnoge primjere: 1986. godine je započeo s odvojenim sakupljanjem stavivši u uporabu zelene kontejnere za staklo, a 1990. godine plave kontejnere za papir; 1993. godine uvodi prvu strategiju gospodarenja otpadom, a 1994. godine uvodi posude, odnosno kontejnere za PET/MET (plastičnu i metalnu ambalažu), a te iste godine gradi i prvu biokompostanu u Hrvatskoj na smetlištu Jakuševac. U razdoblju od 1992. do 2000. godine pomoću raznih promidžbenih spotova naslova "To je to" pokušali su educirati javnost o važnosti pravilnog gospodarenja otpadom. 1995. godine započela je sanacija smetlišta Jakuševac koja je, točno prema planu, završena 2003. godine.

Gospodarenje otpadom u Gradu Zagrebu se odvija na dvjema lokacijama – na odlagalištu otpada Prudinec/Jakuševac, te u reciklažim dvorištima, odnosno tzv. zelenim otocima: RD Jakuševac, RD Stenjevec, RD Tunel, RD Utrina, RD Kuniščak, RD Podbrežje, RD Prilesje, RD Dubrava i RD Sesvete.

#### 6.1.1. Opis postojećeg stanja u Gradu Zagrebu

##### Sustav posuda i kontejnera na javnim površinama

Posude i kontejneri su na javnim površinama Grada Zagreba postavljeni kao reciklažni otoci ili samostalno. Posude i kontejneri za miješani komunalni otpad smješteni su na javnim gradskim površinama ili unutar objekata i drugih prostora za tu namjenu. Na javnim gradskim površinama raspoređeno je ukupno oko 4.150 kontejnera za izdvojeno skupljanje papira i kartona, ambalažnog stakla i ambalažne plastike te oko 300 posuda za baterije.

Na području Grada Zagreba organizirano sakupljanje i odvoz otpada vodi Zagrebački Holding d.o.o. - Podružnica Čistoća. [5]



Tablica 2. Odvojeno skupljeni otpad na području Grada Zagreba u 2007. godini putem kontejnera smještenih na javnim površinama

Vrsta otpada	Čistoća Zagreb (tona)	Unijapapir d.d. (tona)	Ukupno (tona)
Ambalažno staklo	107,4		107,4
Papir i karton	5.402,40	3.640,00	9.042,40
Baterije	10,9		10,9
<b>Ukupno</b>	<b>5.520,70</b>	<b>3.640,00</b>	<b>9.160,70</b>

### Reciklažna dvorišta

Na području Grada Zagreba otvoreno je devet reciklažnih dvorišta, od kojih sa sedam upravlja tvrtka Zagrebački holding d.o.o.- Podružnica Čistoća, a s dva tvrtka Unijapapir d.d.

### Odlagalište Prudinec

Na odlagalištu Prudinec odlaže se neopasni otpad, koji mora zadovoljiti kriterije za odlaganje prema Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada. [5]

Tablica 3. Komunalni otpad odložen na odlagalištu Prudinec – usporedba odloženih količina otpada u 2000. i 2007. godini za Grad Zagreb

Naziv otpada	2000. god (tona)	2007. godina (tona)
Miješani komunalni otpad	210.849	279.580
Ostaci od čišćenja ulica	7.249	8.874
Glomazni otpad	27.518	57.308
Komunalni otpad koji nije specificiran na drugi način	22.102	13.083
<b>Ukupno</b>	<b>267.718</b>	<b>358.844</b>

### Uređaj za obradu metalnog otpada

Metalni otpad se mehanički obrađuje na uređaju za separaciju metalnog od nemetalnog otpada na području industrijske zone Jankomir. [5]

**Uređaji za sortiranje i obradu papira i plastike**

Na području Grada Zagreba postoje dva postrojenja za sortiranje i obradu papira, kartona i plastičnog otpada. [5]

**Uređaj za obradu staklenog krša**

Stakleni krš se obrađuje u pogonu u Sesevskom Kraljevcu. [5]

**Uređaj za reciklažu građevnog otpada**

Uređaj za obradu građevnog otpada smješten je na lokaciji odlagališta Prudinec. [5]

**Kompostane**

Biorazgradivi otpad obrađuje se na kompostanama (Markuševac, Prudinec i Jankomir) kojima upravlja tvrtka Zagrebački holding d.o.o. - Podružnica Zrinjevac. Biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina obrađuje se u postrojenju za intenzivnu aerobnu razgradnju, s naknadnom biorazgradnjom u sklopu kompostane smještene na lokaciji odlagališta Prudinec. [5]

**Tablica 4. Količina odloženog komunalnog otpada Grada Zagreba po vrstama i kategorizaciji otpada u 2007. godini**

Naziv otpada	Odloženo (tona)	Udio (mas%)
Biorazgradivi otpad iz kuhinja	640	0,2
Biorazgradivi otpad	4.617	1,3
Miješani komunalni otpad	271.301	75,6
Otpad s tržnica	3.019	0,8
Ostaci od čišćenja ulica	8.874	2,5
Glomazni otpad	57.308	16
Komunalni otpad koji nije specificiran na drugi način	13.083	3,6
<b>Ukupno</b>	<b>358.844</b>	<b>100</b>

Tablica 5. Sastav miješanog, neobrađenog komunalnog otpada Grada Zagreba za 2005. godinu

Komponenta	Sastav (mas%)
Guma	0,6
Papir i karton	25,3
Staklo	5,1
Plastika	14,9
Metal	3,4
Drvo	1,4
Kuhinjski biootpad	30,6
Vrtni biootpad	5,3
Interni otpad	3,7

Za odgovorno gospodarenje otpadom, njegovo prikupljanje i reciklažu u Gradu Zagrebu osim Zagrebačkog holdinga d.o.o. i njegovih podružnica, zadužena su i neka druga poduzeća koja su specijalizirana za pojedine vrste otpada.

**Agroproteinka d.d.** najveći je prerađivač klaoničkog otpada i ostalog otpada životinjskog podrijetla u Hrvatskoj te ujedno i jedini objekt tzv. "otvorenog tipa" za reciklažu odnosno utilizaciju otpada životinjskog podrijetla u državi. Ima 50-godišnju tradiciju u obavljanju ove važne uloge. Pogon se nalazi u Sesevskom Kraljevcu, a tvrtka zapošljava 72 djelatnika.

**Unija nova d.o.o.** osnovana je 1961. godine kao inicijator sakupljanja otpadnog stakla i prerade staklenog loma. 2005. godine započinje gradnja novog Pogona povećanog kapaciteta i prilagođenog za predobradu više vrsta ambalažnog otpada (staklo, PET, MET), kao i svih vrsta ostalog otpadnog stakla (ravnog-prozorskog, auto stakla, sigurnosnog, žičanog stakla, i sl.). Tvrtka Unija Nova, zajedno sa svojim partnerima, danas pokriva 60% urbanog dijela Republike Hrvatske oporabom što staklenog otpada svih vrsta, što ostalog ambalažnog otpada (PET, MET, papir), koji čini veći dio svakodnevnog otpada iz kućanstva.

**C.I.O.S. d.o.o.** je poduzeće čija je osnovna djelatnost proizvodnja sekundarnih sirovina – metala, odnosno, njihova je djelatnost postupanje s otpadom ili prerada otpadaka i ostataka u sekundarnu sirovinu s dominantnom metalnom komponentom, gdje su ostaci i otpaci input, a output je sekundarno željezo i čelik ili obojeni metali pripremljeni za korištenje u metalurškim procesima ili pak optimalno pripremljeni za topionice i rafinacije obojenih metala, a sve na gospodarskim i načelima zaštite okoliša.

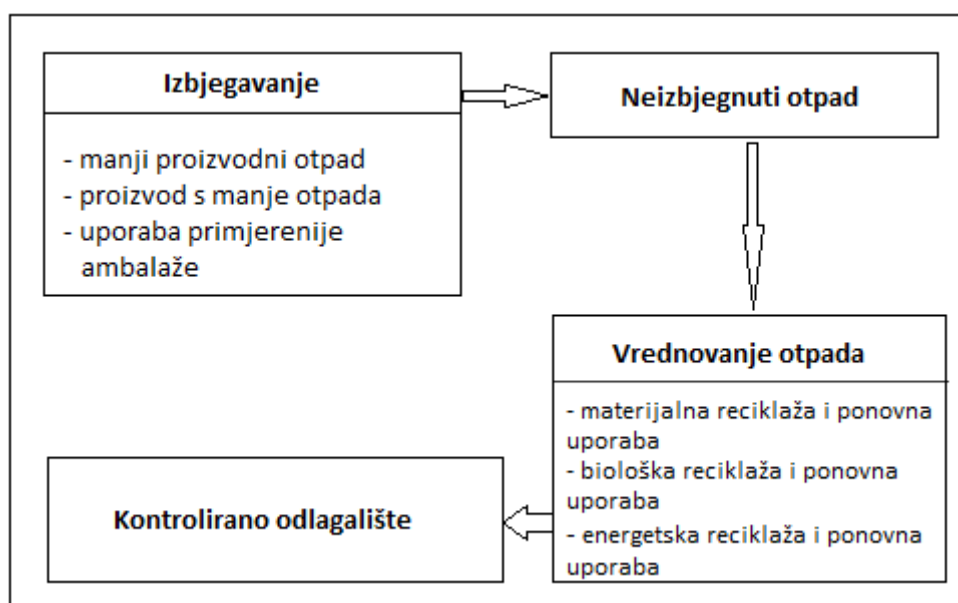
**Unija papir d.d.** je registriran za postupanje s otpadom, odnosno njegovo skupljanje, skladištenje, uvoz, izvoz i prijevoz. Težište u skupljanju otpada stavljeno je na neopasni otpad, odnosno, papir.

No uz sav taj trud da se u Gradu Zagrebu na što bolji i kvalitetniji način upravlja otpadom još uvijek postoje mnogi problemi koji se žele eliminirati ili barem smanjiti. Neki od njih su:

1. Nadzor toka otpada
2. Edukacija + komunikacija s javnošću
3. Kompostiranje (biootpad, male kompostane/vrtno kompostiranje)
4. Odvojeno skupljanje – reciklaža
  - povećati odvojeno skupljanje (želje su da se poveća na više od 50%)
  - glomazni otpad
  - "divlja" odlagališta
  - suhi otpad
  - eko-toksiološki koeficijent dovesti na pozitivne vrijednosti.
5. Oporaba – obrada
6. "Bezdeponijski koncept"
7. Suvišno administriranje (Prateći lis)
8. Promjena propisa bez prijelaza (nemogućnost provedbe)

S obzirom na velike količine otpada koje se odlažu na odlagalištu Prudinec, bilo je upitno da li će se nakon 2010. godine uopće više moći odlagati otpad na Odlagalište, no nakon sanacije odlagališta otpada Prudinec u Jakuševcu predviđeno je da će se otpad moći primati još barem do 2017. ili čak 2019. godine. Naravno, sve ovisi o tome koliko će se idućih godina proizvoditi otpada koji se mora odlagati. [5]

Rješenje zagrebačkog otpada je Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (CSGO) koji polazi od toga da se sustavno smanjuje količina otpada koji se odlaže. Jednako tako, u budućnosti treba spriječiti svaki pokušaj odlaganja neobrađenog otpada. Suvremene spoznaje i propisi Europske unije izuzetno ističu vrijednost komunalnog otpada koji se nikako ne bi smio odlagati, a da se prethodno ne obradi i da se, s druge strane, ne iskoristi njegova energetska vrijednost. [5]



Slika 14. Shematski prikaz planiranog cjelovitog sustava gospodarenja otpadom Grada Zagreba

Stručnjaci smatraju da nakon zatvaranja Jakuševca nikako neće biti rješenje pronaći novu lokaciju za odlaganje otpada jer bi to značilo daljnje odlaganje neobrađenog otpada u Gradu Zagrebu.

Na koji način upravljati otpadom u Gradu Zagrebu? Odvojeno sakupljanje otpada i reciklaža, prerada otpada i spalionica? U svakom slučaju, prednost svakako treba dati onom rješenju sukladnom strategiji gospodarenja otpadom Republike Hrvatske i Europske unije, ekološki najprihvatljivijem.

Elementi sustava gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu planirani su sukladno Strategiji gospodarenja otpadom RH, Planu gospodarenja otpadom u RH, smjericama EU-a i nacionalnog zakonodavstva, te iskustvima zemalja članica EU, time da se planirano unapređivanje sagledava kroz dva kriterija:

1. zadovoljavanje najviših standarda zaštite okoliša koja nameće postojeća ali i buduća zakonska regulativa (uključujući uvažavanje direktiva EU-a)
2. tehničko-financijsku-ekološku opravdanost investicija imajući u vidu sadašnju cijenu zbrinjavanja otpada, buduću cijenu usluga, količinu i strukturu otpada.

## **6.2. Unapređenje procesa gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu primjenom lean alata (5S i Kaizen)**

Ljudi su odgovorni za vlastiti otpad. Poželjno bi bilo postupno, ali sustavno i uporno, prijeći sa neodrživog na održivo gospodarenje otpadom, odnosno, najbolje rješenje bi bilo pronaći "humanog čovjeka", čovjeka s "nula otpada" ("zero waste"), što je naravno, gledano iz današnje perspektive nemoguće, ali kontinuiranim usavršavanjem i unaprijeđenjem te edukacijom možda jednoga dana i to postane barem djelomično moguće.

Stoga se postavlja pitanje kako riješiti sve probleme gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu, kako pronaći čovjeka koji će proizvoditi "nula otpada"?

Jedno od mogućih rješenja je svakako primjenom prije spomenutih lean alata jer je njihova zadaća upravo stalno usmjeravanje prema savršenstvu koje se očituje se u konstantnom smanjivanju troškova, principu s nula pogrešaka, nula gubitaka, nula zaliha. Svaki od navedenih alata bi se mogao upotrijebiti za rješavanje postavljenih problema, ali biti će dovoljna i samo dva alata pomoću kojih bismo mogli pronaći dobra, pozitivna rješenja za pojedine probleme. To su lean alat 5S, te Kaizen, alat koji služi za eliminiranje gubitaka.

U ZGOS-u smatraju da su primarni problemi gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu kompostiranje, obrada otpada te odvojeneno sakupljanje ili reciklaža.

### **6.2.1. Edukacija / komunikacija s javnošću**

Polazna točka prije poduzimanja bilo kakvog pothvata je komunikacija s građanima, odnosno njihova edukacija o važnosti pravilnog i odgovornog gospodarenja otpadom jer bez toga nije moguć bilo kakav pozitivan pomak. Stoga, da bismo potaknuli ekološku svijest građana, za početak trebamo imati na umu lean alat 5S i njegov Seiketsu (Standardite/standardizacija) koji upravo govori o potrebi mjenjanja navika, odnosno o potrebi uspostavljanja nekih standardnih rutina i njihovog pretvaranja u navike. Jambo

plakati sa prikladnim porukama i crtežima o važnosti pravilnog gospodarenja otpadom su odličan početak takve kampanje. Takvi bi plakati trebali biti upečatljivi i zanimljivog sadržaja kako bi zaintrigirali ljude da saznaju više o ekologiji i važnosti gospodarenja otpadom. Uz jambo plakate, odličan potez su i promidžbeni spotovi na televiziji ili radiju koji svakako trebaju biti zanimljivi – zanimljiva i ugodna glazba koja prati reklamu, neobičnost reklame kao i glas koji govori o reklami, važni su za postizanje uspješnosti kampanje. Svakako se ne smiju izostaviti ni reklame u novinama, časopisima i na internetu, što sve zajedno zaista ne iziskuje mnogo utrošenog novca, a itekako može imati veliki pozitivni učinak jer je poznata činjenica da su ljudi "robovi" reklama i da one imaju veliki utjecaj na nas, pogotovo ako se u reklami pojavljuje neka poznata ličnost.

Znamo da je vrlo teško mijenjati ljudske navike i to je u ovom slučaju najveći problem. Ljudi jednostavno ili ne žele ili zaborave ili uopće ne razmišljaju prilikom odlaganja i odvajanja otpada, te većina jednostavno sav otpad iz kućanstva, uključujući kartone ili plastične boce od mlijeka, papir, limenke, ostatke hrane i slično, odloži u koš za smeće te potom sve u jedan kontejner. Možda su neki svjesni činjenice da je to kriv način, ali navike se teško mijenjaju i to je već godinama tako. Stoga su svakako dobar početak promidžbeni spotovi zanimljivog sadržaja kao na primjer "Energija uštedjena reciklažom jedne aluminijske limenke dovoljna je za tromjesečni rad televizora!" koji će ih educirati i potaknuti na promjene i na odvajanje otpada.

No, ne smije se izostaviti činjenica da je vrlo važno, ako ne i najvažnije educiranje djece i poticanje ekološke svijesti kod njih jer ipak su oni budućnost čovječanstva. Djeca predškolskog uzrasta ili ona koja su tek krenula u školu su u fazi učenja, oni još ne znaju što je dobro, a što nije i zato upravo u toj fazi treba kod njih od prvoga dana usaditi pozitivne navike kako bi naučili koliko je važno odvajati otpad i kako bi to i činili jer što se u toj fazi nauči, to ostaje za čitav život. Ilustrirane slikovnice su odličan potez za to, kao i možda neki kratki animirani filmovi. To ne zahtjeva velike novčane izdatke, a sigurno će imati veliki pozitivni učinak. Ne smije se izostaviti činjenica da ako djeca usvoje te navike u toj ranoj fazi svoga života, to će im ostati za čitav život te će oni te iste navike prenositi na svoju djecu, ona na svoju i tako dalje, te će se kao krajnji rezultat zasigurno povećati ekološka svijet.



Kada se to sve uzme u obzir, možemo navesti nekoliko ciljeva vezanih uz edukaciju, odnosno komunikaciju s javnošću:

- Poželjno bi bilo provoditi sustavnu i trajnu edukaciju, odnosno odgoj (obrazovanje) svih društvenih skupina. Pritom je posebno važno sustavno i cjelovito osposobljavati djelatnike lokalne uprave i samouprave i pravnih osoba u vlasništvu Grada Zagreba, a za donošenje razvojnih odluka vezanih uz gospodarenje otpadom, zaštitu okoliša i održivi razvoj te za kvalitetno komuniciranje u procesima odlučivanja. Znači, provoditi kontinuiranu edukaciju i usavršavanje svih, ne samo građana već i djelatnika lokalne uprave, menadžera baš onako kako nalaže Kaizen.
- Razvijati programe izobrazbe za sve društvene (ciljne) skupine te istraživati najdjelotvornije metode u odgoju i obrazovanju za okoliš i primjenjivati ih.
- Provoditi trajnu komunikaciju s javnošću te u tom smislu cjelovito, točno i pravodobno informirati o stanju okoliša i svim aktivnostima, kao i učincima na području gospodarenja otpadom, zaštite okoliša i održivog razvoja.
- Provoditi kontinuiranu promidžbu (poticajno informiranje/kampanje) s ciljem smanjivanja nastajanja otpada u proizvodnji i potrošnji te mobilizirati znanje, iskustvo i distribucijske kanale medija za prijenos pouzdanih informacija i ključnih poruka o pitanjima vezanim uz održivi razvoj.
- Podržavati praćenje svjetskih i vlastitih iskustava provedbe CSGO-a u stručnim novinama.
- Redovito pripremati letke, knjige, internetske informacije i druge oblike komuniciranja o problemima s otpadom u Zagrebu, pri čemu pasivan pristup treba zamijeniti aktivnim koji polazi od pravovremenog uključivanja građana i drugih proizvođača otpada u rješavanje tih problema.

### 6.2.2. Mjere izbjegavanja i nastajanja otpada

Izbjegavanje nastajanja otpada je najpovoljnija i hijerarhijski najvažnija mjera za rješavanje problema otpada, te s drugim mjerama za smanjivanje nastajanja otpada čini najvažniju kariku u cjelovitom sustavu gospodarenja otpadom. Provođenje mjera izbjegavanja i smanjivanja otpada izravno je povezano i ovisno o stalnoj i sustavnoj edukaciji i komunikaciji s javnošću. Međutim, i edukacija i komunikacija s javnošću, kao i mjere izbjegavanja i smanjivanja, tek sustavnim i dugoročnim djelovanjem omogućuju postizanje ciljeva. U tom smislu, prevencija nastajanja otpada i mjere za smanjivanje nastajanja otpada se odnose na procese ili mjesta nastajanja otpada u svim područjima djelovanja, a podrazumijevaju odgovarajuće postupke, odnosno promjene u proizvodnim ili uporabnim procesima u svrhu smanjivanja otpada po količini, obujmu i štetnim sastojcima, a to je cilj Kaizen alata – eliminacija gubitaka, smanjenje troškova. Izbjegavanje i smanjenje otpada u praksi se vrlo teško postiže, ali treba tome težiti. Dio mjera za izbjegavanje i smanjenje otpada bit će reguliran zakonskim propisima. Smanjenje količina otpada i opasnih svojstava otpada može se postići na više načina, a najvažniji su:

- sprječavanje nastajanja pojedinih vrsta i količina otpada
- sprječavanje da se u proizvod za tržište ugrađuju problematični sastojci
- sprječavanje miješanja raznih vrsta materijala pri proizvodnji novih roba za tržište, koji onemogućavaju da se otpadni materijal koristi za ponovnu upotrebu.

Prioritet svakog cjelovitog sustava gospodarenja otpadom treba biti sprječavanje nastanka otpada. Suština izbjegavanja nastanka otpada sadržana je u izreci: "Najbolji otpad je onaj koji uopće ne nastane". Pod tim se podrazumijeva činjenica da otpad koji se izbjegne ne oštećuje čovjekovo zdravlje i okoliš i ne troše se sredstva za njegovu obradu i/ili odlaganje. Korištenjem pogodnih načina proizvodnje i obrade, uvođenjem na tržište "povoljnih" vrsta proizvoda, te ekološki svjesnim ponašanjem krajnjih potrošača, mogu se smanjiti količine i štetnost otpada koji bi trebalo obraditi i/ili odložiti.

Prvi korak u realizaciji koncepta izbjegavanja nastanka otpada je izrada programa s mjerama za izbjegavanje nastanka otpada te načina njegovog provođenja.

Osnovne mjere za izbjegavanje nastajanja otpada mogu se svesti na:

- Izbjegavanje otpada u proizvodnji:
  - razvoj tehnologije koja ne stvara otpad
  - otpad vraćati u vlastitu proizvodnju
  - otpad upućivati na recikliranje i koristiti u drugim proizvodnim procesima
  - proizvoditi robu koja nakon upotrebe ima manje otpada kojeg treba obraditi
  - pri proizvodnji za tržište izbjegavati oblikovanje proizvoda s pretjeranom količinom i štetnosti otpada
  - proizvod na tržište davati u najnužnijoj ambalaži
  - koliko je to moguće proizvode ne pakirati u ambalažu koja služi za jednokratnu upotrebu, a nakon toga se odbacuje kao otpad
  
- Ponašanje potrošača
  - da ne kupuju proizvode koji se ne mogu reciklirati
  - da pri kupovanju izbjegavaju robu u jednokratnoj ambalaži, odnosno da pri kupovanju robe preferiraju povratnu ambalažu
  - da smanje korištenje plastičnih vrećica i slične ambalaže
  
- Ostalo
  - utjecati na pravne osobe u vlasništvu Grada Zagreba za primjenu mjera za izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada u sklopu svojih djelatnosti
  - uspostaviti i provoditi novi sustav naplate skupljanja i odvoza otpada po količini i svojstvima, koji uključuje stimuliranje kućanstava/građana za odvojeno skupljanje korisnog i štetnog otpada

### 6.2.3. Odvojeno sakupljanje otpada

Otpad koji nije izbjegnut trebao bi se odvojeno prikupljati, i to po mogućnosti na mjestu njegovog nastanka.

Odvojenim prikupljanjem i oporabom otpada smanjuje se ovisnost od uvoza, povećava energetska učinkovitost, te povećava izvoz. Dokazano je da odvojeno skupljanje osigurava zapošljavanje i razvoj novih gospodarskih djelatnosti. Za odvojeno prikupljanje komunalnog otpada u Gradu Zagrebu, trebali bi se organizirati sljedeći sustavi reciklaže:

- postupna zamjena postojećih kontejnera s kontejnerima od 1.100 litara (papir, plastika, staklena ambalaža) na zelenim (reciklažnim) otocima
- izgradnja novih reciklažnih dvorišta za prihvatanje otpada iz domaćinstava (poželjno bi bilo kada bi svaka gradska četvrt imala po jedno reciklažno dvorište)
- uvođenje pilot-projekata u sklopu projekta poboljšavanja cjelovitog sustava gospodarenja otpadom
- odvojeno skupljanje biootpada od obrtnika (cvjećarnice, rasadnici, plastenici) i groblja

Odvojeno skupljanje otpada utemeljuje se kao dinamički sustav, koji se stalno može i treba prilagođavati lokalnim i globalnim uvjetima. Dogradnja sustava skupljanja komunalnog otpada u Gradu Zagrebu je vrlo odgovoran i uvijek aktualan zadatak. Kod toga treba težiti da sustavi odvojenog prikupljanja, odnosno primarne reciklaže, ekološki (održivi ekotoksikološki ekvivalent) i gospodarski (društveno odgovorni trošak) budu optimalizirani. Sustavi odvojenog prikupljanja moraju biti tržišno povoljni. Opravdano je odvojeno prikupljati otpad za koji je poznat konačni način reciklaže odnosno oporabe. [5]

Posude, odnosno kontejneri za sakupljanje otpadnog papira, ambalažnog stakla, plastične, metalne i ostale ambalaže trebaju se postaviti na što više javnih površina u gradu, a svi ti kontejneri koji se nalaze na jednoj lokaciji čine "reciklažni otok". Bilo bi poželjno povećati volumen tih kontejnera na 1.100 l. Svaki reciklažni otok bi trebao imati 3 do 4 kontejnera volumena 1.100 l, i to plavi za papir, zeleni za ambalažno staklo i žuti za plastičnu

ambalažu. Prelazak na kontejnere volumena 1.100 l može se smatrati tehnološki povoljnijim rješenjem, a posebno za pražnjenje i održavanje. Na području Grada planira se postupno postaviti oko 11.000 kontejnera (do 2015. godine). [5]



Slika 15. Zeleni ili reciklažni otok

Poželjna bi bila i izgradnja reciklažnog dvorišta u svakoj gradskoj četvrti – znači, ukupno njih 17, a potrebni je radni prostor za svako reciklažno dvorište od 1000 do 3000 m<sup>2</sup>. Reciklažno dvorište mora udovoljavati osnovnim tehničko-tehnološkim uvjetima:

- mora biti ograđeno
- otpad se mora skladištiti odvojeno po svojstvu, vrsti, i agregatnom stanju
- podna površina mora biti nepropusna i otporna na djelovanje uskladištenog otpada
- mora biti opremljeno tako da se spriječi rasipanje ili prolijevanje otpada, širenje prašine, buke, mirisa i drugih emisija
- mora biti opremljeno uređajima, opremom i sredstvima za dojavu, gašenje i sprečavanje širenja požara te drugom sigurnosnom opremom sukladno posebnim propisima
- stacionirana posuda, spremnik i druga ambalaža moraju biti izrađeni tako da je moguće sigurno punjenje, pražnjenje, odzračivanje, uzimanje uzoraka te nepropusno zatvaranje i pečaćenje
- na uočljivom mjestu mora biti istaknut plan djelovanja u slučaju izvanrednoga događaja koji sadrži sljedeće podatke: o vrstama otpada koji se skladišti; o mogućim

izvanrednim događajima; imena, prezimena i telefonske brojeve odgovornih osoba i njihova ovlaštenja; telefonski broj policije, telefonski broj vatrogasaca i telefonski broj hitne pomoći

- mora biti označeno natpisom "Reciklažno dvorište" s podacima o vrstama otpada koje se prima, ključnom broju iz kataloga otpada sukladno posebnom propisu te nazivu pravne ili fizičke osobe i radnom vremenu.

Organizirano skupljanje glomaznog otpada u reciklažnim dvorištima trebalo bi se odvijati u skladu s propisima, te bi se na taj način mogla postići kvalitetnija usluge i smanjivanja troškova.

U pojedinim reciklažnim dvorištima trebao bi se uspostaviti i sustav prihvata štetnih tvari iz domaćinstava, kao što su:

- proizvodi za osobnu higijenu
- boje, lakovi i premazi
- kemikalije za kućanstva
- pesticidi, fungicidi, herbicidi i sl.
- sprejevi i mamaci za insekte i druge štetočine
- sredstava za održavanje i potrošnog materijala za održavanje vozila (samostalno održavanje i zamjena potrošnog materijala)
- svjetiljke
- baterije

Skupljeni štetni otpad trebao bi se odvoziti na privremeno skladištenje u za to predviđeni objekt. Skupljeni otpad bi se zatim trebao predavati ovlaštenom skupljaču koji će otpad dalje predavati obrađivaču ili izvozniku. Zatim bi se otpad trebao prevoziti namjenskim vozilima za ovakvu vrstu otpada. U skladu s nastojanjem za poboljšanjem usluge građanima, bilo bi poželjno organiziranje mobilnog skupljanja štetnog otpada iz domaćinstava korištenjem posebno opremljenog vozila.

Prednosti odvojenog sakupljanja u RD-ima (reciklažnim dvorištima):

- građani mogu tijekom cijele godine, radnim danima i subotom, besplatno odložiti glomazni otpad
- povećavaju se prikupljene količine otpada u reciklažnim dvorištima, čime se smanjuju prosječni troškovi
- napušta se eventualno razbacivanje glomaznog otpada po javnim gradskim površinama
- provodi se kvalitetnije odvojeno prikupljanje glomaznog otpada i time efikasnije recikliranje i uporaba (autogume, metali, rashladni uređaji, e-otpada, i drugo)
- omogućuje se ravnomjernije i efikasnije sortiranje te priprema za daljnju obradu

#### 6.2.4. Gospodarenje otpadom prema najboljoj dostupnoj tehnologiji koja ne zahtjeva previsoke troškove

Dakle, u Gradu Zagrebu bi se trebalo napustiti odlaganje neobrađenog otpada, a razvijati daljnje unapređivanje odvojenog sakupljanja otpada, recikliranja i uporabe pojedinih vrsta otpada kombiniranjem termičke, biološke i mehaničke obrade i odlaganja ostatnog otpada, kako zbog prilagodbe normama EU-a, tako i radi zaštite okoliša i zdravlja ljudi.

Tablica 6. Udio uporabe i recikliranja nekih vrsta otpada koji se stvaraju na području Grada Zagreba

Otpad	Rok	Udio (mas%)	
		Oporaba	Recikliranje
Ambalažni otpad	2010. 2015.	50 - 60 65	25 - 45 55 - 60
Otpadna vozila	2015. 2025.	85 95	80 85
e-otpad	2015.	70 - 80	50 - 80
Otpadne gume vozila	2010. 2015.	70 - 80 90	60 - 70 70
Otpadna ulja	2010.	90	

Odvajanje tokova otpada na mjestu nastanka omogućuje da se korištenje najbolje dostupne tehnologije provodi uz prihvatljive troškove. Za određene vrste otpada koriste se različiti postupci obrade s ciljem potpunog izbjegavanja ili što je moguće većeg smanjenja odlaganja otpada. Obradom se ostatni otpad inertizira/mineralizira, oporabljuje i – što je najvažnije, minimaliziraju se opasnosti odlaganja. Budući da je u gospodarenje otpadom potrebno uložiti velika financijska sredstva, treba težiti da otpada bude manje po masi i volumenu, te da se zbog ograničene dostupnosti energije i sirovina iz otpada iskoristi sve što je ekonomski isplativo ("otpad nije smeće"). Najbolje raspoložive tehnologije (BAT – best available technology) u zbrinjavanju krutog komunalnog otpada su one koje postižu najbolje



učinke u smanjenju količina otpada koje je potrebno zbrinuti odlaganjem otpada, iskorištavanju energije otpada i odlagališnog plina te smanjenju emisija u zrak.

Na području Grada Zagreba se najčešće primjenjuju sljedeće tehnologije s pripadajućim objektima:

- Biološka obrada odvojeno skupljenog biorazgradivog (zelenog) otpada s javnih površina te biorazgradivog otpada iz domaćinstava  
Bilo bi poželjno da se izgradi objekt gdje će se moći iz takvog biorazgradivog otpada proizvoditi bioplina, ali i kompost. [5]
- Termička obrada odlagališnog plina pomoću energane (ENOP) na odlagalištu Prudinec  
Termičkom obradom odlagališnog plina u energani za odlagališni plin - ENOP, iskorištava se energija odlagališnog plina za proizvodnju električne i/ili toplinske energije, koje se koriste za energetske potrebe odlagališta otpada, za potrebe okolnih potrošača ili se plasira u električnu mrežu. Obradom otpada prije odlaganja smanjuje se potreba za ENOP-om. Proizvodnjom energije iz odlagališnog plina smanjuje se emisija stakleničkih plinova. [5]
- Termička obrada ostatnog otpada pomoću energane (ENO)  
Termička obrada ostatnog otpada na energani na otpad - ENO je skupina postupaka kojima se smanjuje volumen otpada, pri čemu se izdvajaju i/ili uništavaju potencijalno opasne tvari iz otpada. Uz to, termičkom je obradom moguće iskoristiti energetska vrijednost otpada za proizvodnju električne i/ili toplinske energije te recikliranje metala iz ostatnog otpada. Redukcija volumena odlagališta, bitno manji problematični utjecaji na okoliš u odnosu na odlaganje neobrađenog otpada i biološku obradu (smanjenje reaktivnosti otpada mineralizacijom) i dobre mogućnosti prodaje proizvedene energije, što djelomice kompenzira razmjerno visoka ulaganja, neke su od prednosti ove metode te razlozi zašto bi se trebalo težiti korištenju iste. [5]

- Mehanička obrada krutog otpada (MO)

Ovom metodom bi se prvenstveno trebao obrađivati glomazni otpad. Pod glomaznim otpadom s pretežno metalnim sastavom podrazumijevaju se odbačena bijela tehnika (hladnjaci, ledenice, perilice, sušilice rublja, grijalice, bojleri i sl.), dijelovi automobila i dr. Svi oni sadrže značajne količine metala, dok pod glomaznim otpadom s pretežito nemetalnim sastavom podrazumijevamo građevinski otpad. Sakupljanje i obrada glomaznog otpada smanjuje potrebe za odlagališnim prostorom za oko 20 % što je veliki pomak s obzirom na sadašnje stanje, a to se može postići sakupljanjem i organiziranjem tog otpada, te njihovim odlaganjem u za to predviđena reciklažna dvorišta gdje bi se taj otpad trebao sortirati i nakon toga odvoziti na daljnju obradu.

[5]

#### **6.2.4.1. Kompostiranje u vlastitom vrtu**

Jedan od većih problema na kojeg stručnjaci upozoravaju je kompostiranje. Mnogo je hrane koja se jednostavno odbacuje zajedno s ostalim otpadom kao što su papir i plastika, a da se pri tome ni ne razmišlja o pogrešci koja se čini i o prednostima koje nam kompostiranje daje.

Kompostiranje je razgradnja biootpada uz pomoć niza živih organizama pri čemu nastaju ugljikov dioksid, voda, toplina i kompost. To je najstariji i najprirodniji način recikliranja otpada. Biootpad koji se može kompostirati uključuje kuhinjski otpad (ostatke od pripreme hrane) i vrtni ili zeleni otpad. Dvije su važne prednosti kompostiranja – štedimo novac, a i štitimo okoliš. Kompost je kvalitetnije organsko gnojivo koje je potpuno besplatno.

Kompostiranjem se količina otpada koja završava na odlagalištu može smanjiti čak za 1/3, a time pomažemo rješavanje gorućeg problema zaštite okoliša ne samo Grada Zagreba nego i cijele Republike Hrvatske. Odvajanjem otpada smanjujemo onečišćenje podzemlja procjednim vodama s odlagališta, smanjujemo stvaranje stakleničkog plina metana koji

doprinosi klimatskim promjenama te smanjujemo opasnost od požara. Izbjegavamo upotrebu umjetnih gnojiva koja smanjuju kvalitetu voda i tla te ugrožavaju zdravlje ljudi, biljaka, životinja. Kompost poboljšava strukturu tla i sprečava isušivanje.

Upravo zbog svih tih prednosti kompostiranja predlaže se program "kompostiranje u vlastitom vrtu". Naravno, to je veliki problem za ljude koji žive u zgradama i koji nemaju vlastiti vrt, ali to nije izgovor da se to ne radi jer treba imati na umu da uvijek postoje livade pokraj zgrada na kojima bi se to moglo primjenjivati. Zamisao ovoga projekta je navesti ljude da sve otpatke od hrane, kao i vrtni ili zeleni otpad ne bacaju u kontejnere već da ga iskoriste za stvaranje organskog gnojiva.

Da bi se to postiglo i da bi se ljudi potaknuli na takve pothvate, može nam poslužiti lean alat 5S i njegov "Seiketsu" koji govori o promjeni navika. Jambo plakati, reklame na televiziji, radiju te u tiskanim medijima su definitivno dobar početak takve kampanje jer mogu zaintrigirati čovjeka te ga navesti na promjene.

Prihvatanjem "kompostiranja u vlastitom vrtu" eliminiraju se mnogi štetni učinci koje imamo u slučaju kada otpad ne kompostiramo – štedimo novac jer dobivamo kvalitetno organsko gnojivo potpuno besplatno, dakle, ne mora se kupovati, a i smanjuju se količine otpada koje se odvoze na odlagališta te se na taj način štiti okoliš. A upravo o tome nam govori lean alat Kaizen. Njegov zadatak je kontinuirano poboljšavanje cijelog procesa, u ovom slučaju procesa koji uključuje gospodarenje otpadom iz kućanstva – njegovo odlaganje i kompostiranje, te eliminiranje gubitaka tog procesa.

### 6.2.5. Mjere nadzora i praćenja gospodarenja otpadom

Za učinkovito gospodarenje otpadom Grada Zagreba od osobite je važnosti primjena mjera nadzora i praćenja gospodarenja otpadom.

Planirane opće mjere su sljedeće:

#### 1. Osigurati stalan nadzor tijekom otpada

#### 2. Osigurati stalan nadzor odlagališta

- Kontrolirati otpad te onemogućiti dovoz nedozvoljenih vrsta otpada (opasni otpad, proizvodni otpad koji se ne smije odlagati, eksplozivna sredstva, neprosušeni muljevi i sl.)
- Proizvodni otpad primiti samo ako sastav eluata odgovara odredbama iz Pravilnika o postupanju s otpadom
- Provoditi organizaciju rada na odlagalištu uz redovito prekrivanje otpada inertnim materijalom na kraju dana, čime se izbjegava stvaranje i širenje neugodnih mirisa s odlagališta

#### 3. Odvojeno skupljanje i obrada

Za nadzor nad provedbom odvojenog skupljanja pojedinih komponenti otpada treba:

- koordinirati, analizirati, nadzirati i općenito raditi na poslovima vezanim uz gospodarenje s otpadom
- osiguravati sredstva za provedbu predviđenih aktivnosti prema godišnjem planu
- nadzirati opremu i objekte – održavanje i sprječavanje mogućeg posrednog ili neposrednog štetnog utjecaja na okoliš
- jedanput mjesečno pregledati objekte skladišta, objekte predobrade ili obrade smještene na području Grada Zagreba (kao što su RD-i, RGO-i, kompostane, skladišta za privremeno skladištenje skupljenog otpada) i objekte za obradu materijala odvojeno skupljenih iz domaćinstva i uslužnih djelatnosti

- kontrolirati rad koncesionara i nadzirati tijek odvojeno skupljenog otpadnog materijala kontrolom evidencija, potvrda o preuzimanju materijala od strane obrađivača ili krajnjeg korisnika i dr.
- osmišljavati i provoditi edukaciju stanovništva posredstvom novina, radija, televizije, letaka, prospekata i na druge načine, a naročito na područjima na kojima postoje odgovarajuća sredstva za provođenje odvojenog skupljanja

#### 4. Termička obrada ostatnog otpada

Sustavi za nadzor i kontrolu procesa u postrojenjima za termičku obradu otpada imaju veliku ulogu u optimiziranju parametara procesa, s obzirom na različitosti u sastavu otpada koji se spaljuje. Projektiranje sustava nadzora i kontrole najviše ovisi o konstrukciji postrojenja, pa je potrebno detaljno poznavanje parametara procesa i njihove međusobne ovisnosti. Stoga je projektiranje ovog sustava od presudne važnosti za postizanje maksimalne iskoristivosti postrojenja za termičku obradu otpada. Termička obrada otpada u Zagrebu bit će u skladu s najvišim standardima glede učinkovitog uništavanja otpada, zaštite od emisija u okoliš i kvalitete ostataka. Uvjeti za početak rada, pogonski uvjeti, uvjeti za prekid rada, način ulazne kontrole otpada, kvalifikacija zaposlenika, način zaštite zraka, tla i voda, te gospodarenje ostacima u procesima termičke obrade otpada propisani su u Pravilniku o načinima i uvjetima termičke obrade otpada

#### 5. Monitoring

Planirane mjere provedbe monitoringa su sljedeće:

- osigurati stalan nadzor tijeka otpada
- unaprijediti odvojeno skupljanje
- osigurati stalan nadzor rada odlagališta, objekata za odvojeno skupljanje, predobradu i obradu odvojeno sakupljenog otpada
- kontrolirati rad koncesionara i tijekom odvojeno skupljenog otpadnog materijala
- provoditi edukaciju stanovništva
- osiguravati sredstva za provedbu predviđenih aktivnosti prema godišnjem planu

Tablica 7. Prikaz gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu bez i sa poboljšanjem, odnosno primjenom lean alata 5S i Kaizen

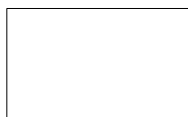
	Gospodarenje otpadom u gradu Zagrebu	
	Bez poboljšanja	Uz poboljšanje (koristeći lean alate 5S i Kaizen)
<b>Edukacija/ komunikacija s javnošću</b>	Bez adekvatne edukacije, ekološka svijest građana je minimalna, a na taj način je i njihov odnos prema odgovornom upravljanju otpadom sveden na minimum	Edukacijom građana o pravilnom načinu postupanja otpadom, potiče se razvoj njihove ekološka svijest te briga za okoliš
<b>Obrada i reciklaža otpada</b>	Gomilanje količine neobrađenog otpada na odlagalištu Prudinec što vodi potrebi za pronalaskom nove lokacije za odlaganje otpada	Obradom otpada, te njegovom reciklažom, smanjuju se količine dovoza otpada na odlagalište Prudinec
<b>Odvojeno sakupljanje otpada</b>	Otpad se odlaže bez prethodnog odvajanja pojedinih vrsta te se na taj način isto tako povećava količina otpada koji se odlaže na odlagalištu Prudinec, a u povećava s mogućnost nastanka "divljih" odlagališta	Odvojenim sakupljanjem otpada, njegovim odlaganjem u za to propisane kontejnere, kao i njegovim odlaganjem u odgovarajuća reciklažna dvorišta, smanjuje se količina otpada koja odlazi na Prudinec, povećava se njegova energetska iskoristivost, a i smanjuje se broj "divljih" odlagališta
<b>Kompostiranje</b>	Kompostiranje je slabo zastupljeno, otpad koji bi se mogao kompostirati se ne kompostira te se odlaže zajedno sa svim ostalim otpadom što isto tako dovodi do povećanja količine otpada	Građani sav otpad koji se može kompostirati (zeleni otpad, ostatke hrane..) ne bacaju, već ga kompostiraju u za to predviđenim kompostanama, a po mogućnosti vrše i kompostiranje u vlastitom vrtu te na taj način štede novac jer dobivaju besplatno organsko gnojivo za svoje vrtove, a i smanjuju se količine otpada koje se moraju odložiti što je svakako glavni cilj

### 6.3. Dijagram tijeka gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu

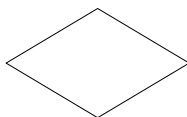
Dijagram tijeka je upravljačko – organizacijski alat pri poslovima upravljanja, rukovođenja, nadzora i kontrole koji služi kao predložak iz kojeg se može vidjeti tok procesa u bilo kojoj djelatnosti poslovanja, neovisno o vrsti proizvoda ili usluga kojom se određeno poduzeće bavi. Dijagram tijeka predstavlja sliku procesa, odnosno, popis događaja, aktivnosti, pravnih i fizičkih osoba, dokumenata i drugih nositelja informacija koji su posloženi u vremensko – prostorni redoslijed, te su međusobno povezani uzročnim, posljedičnim i povratnim vezama u dijagramu.

Sljedećim simbolima su označeni dijelovi dijagrama tijeka koji opisuje navedeni proces:

AKTIVNOST

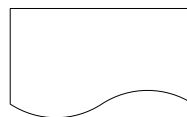


ODLUKA



DOKUMENT

(nositelj informacija)



OSOBA

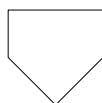
(pravna ili fizička)



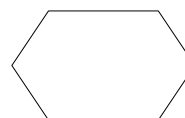
POVRATNA VEZA

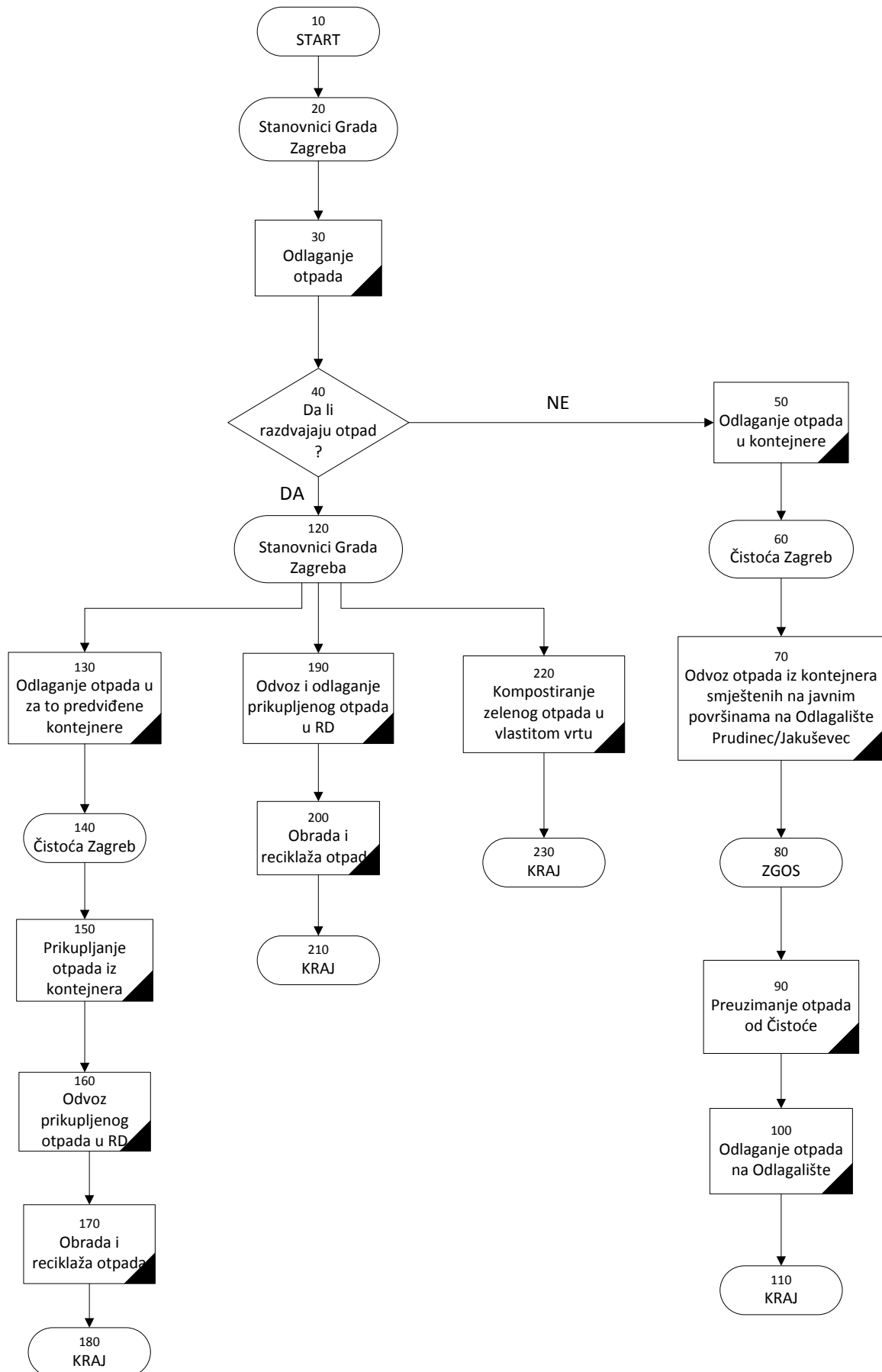


POVEZIVANJE LISTOVA



PRIPREMA







### 6.3.1. Analiza dijagrama tijeka

BLOK 10 – 30: Proces gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu započinje od svakog stanovnika Grada koji upravo stvaraju sav taj otpad te bi ga na određene načine trebali negdje i na neki način odložiti.

BLOK 40: Stanovnici Grada Zagreba prilikom odlaganja otpada mogu odlučiti da li će taj otpad razvrstati, znači odvojiti papir, plastiku, metale, staklo i slično ili neće to učiniti.

BLOK 50 – 110: U slučaju da se ne odluče odvojiti otpad, sav će taj otpad odložiti zajedno u kontejnere koji su za to namjenjeni, nakon čega će radnici Čistoće Zagreb, podružnice Zagrebačkog holdinga d.o.o, pokupiti sav taj otpad iz kontejnera te ga svojim prijevoznim sredstvima odvesti na Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac gdje će se taj otpad odložiti neobrađen, što je vrlo nepoželjno. To je način koji se želi izbjeći i upravo zbog takvog načina gospodarenja otpadom su potrebne promjene i njegovo unapređenje. Uz to, otpad će se samo gomilati te će se morati tražiti nova lokacija za odlaganje otpada što je svakako suprotno od onoga čemu se teži, a to je da se količine otpada svakim danom sve više smanjuju te da se otpad obrađuje i reciklira.

BLOK 120: U slučaju da se stanovnici Grada Zagreba ipak prije odlaganja odluče odvojiti otpad, to mogu učiniti na nekoliko načina koji su prikazani sljedećim blokovima.

BLOK 130 – 180: Stanovnici će odvojiti određene vrste otpada te ih odložiti u za to predviđene kontejnere: u žuti kontejner plastiku, u plavi papir, a u zeleni staklo, nakon čega će Čistoća Zagreb prikupiti taj razdvojeni otpad te isti odvesti u reciklažna dvorišta uređena za specifične vrste otpada gdje će se taj otpad obraditi i reciklirati. Na taj se način sprječava odlaganje neobrađenog otpada, što je svakako jedan od glavnih ciljeva unapređenja gospodarenja otpadom, ali se i smanjuju količine odloženog otpada na Odlagalištu Prudinec.

BLOK 190 – 210: Stanovnici će, nakon što razdvoje pojedine vrste, sami odvesti otpad u reciklažna dvorišta. Uglavnom se ovaj dio odnosi na odlaganje glomaznog otpada (bijela tehnika, automobili i sl.). Na taj način stanovnici štede novac jer su odlaganja u reciklažnim dvorištima besplatna, ali i štite okoliš od "divljeg" odlaganja tog istog otpada. To je ispravni način gospodarenja otpadom i treba se težiti tome da raste broj građana koji će razmišljati i djelovati na taj način.

BLOK 220 – 230: Stanovnici koji imaju mogućnost, mogu zeleni otpad, kao i kuhinjski otpad, odnosno ostatak hrane sami kompostirati u vlastitom vrtu. To je svakako jedan od prijedloga za unapređenje gospodarenja otpadom jer se na taj način prvenstveno smanjuju količine otpada koje se odlažu na Odlagalištu, a to je "misao vodilja" kada je riječ o gospodarenju otpadom. Uz to, građani štede i novac jer na taj način dobivaju organsko gnojivo potpuno besplatno.

## 7. NAZIVLJE I KRATICE U RADU

### Nazivi

**Ambalažni otpad** je otpad definiran u kategorijama Kataloga otpada i znači ambalažu i ambalažni materijal koji ostane nakon što se proizvod otpakira i odvoji od ambalaže, isključujući proizvodne ostatke.

"**Divlje odlagalište**" je odlagalište na koje neko naselje, skupina domaćinstava ili pojedina domaćinstva unutar neke općine ili grada odlažu svoj otpad na nekontroliran način.

**Gospodarenje otpadom** je skup aktivnosti, odluka i mjera za sprječavanje nastanka otpada, smanjivanje količine otpada i/ili njegovog štetnog utjecaja na okoliš; skupljanje, prijevoz, uporaba i zbrinjavanje (obrada i zbrinjavanje), uključujući i nadzor nad takvim operacijama i brigu o odlagalištima koja su zatvorena.

**Građevni otpad** je otpad koji nastaje tijekom proizvodnje građevinskih proizvoda ili poluproizvoda, gradnje, rušenja i rekonstrukcije građevina.

**Inertni otpad** je otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim i/ili biološkim promjenama.

**Komunalni otpad** je otpad iz kućanstava, te otpad iz proizvodne i/ili uslužne djelatnosti ako je po svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstava.

**Monitoring** (praćenje stanja okoliša) je sustavno mjerenje emisija i imisija, praćenje prirodnih i drugih pojava, praćenje kakvoće okoliša i promjena stanja u okolišu.

**Obrada otpada** je postupak kojim se u mehaničkom, fizikalnom, termičkom, kemijskom ili biološkom procesu, uključujući razvrstavanje, mijenjaju svojstva otpada radi smanjivanja količine i/ili opasnih svojstava, te olakšavanja rukovanja i poboljšavanja iskoristivosti otpada.

**Odlagalište** je najrasprostranjenija i najjeftinija metoda odlaganja otpada. Otpad se odlaže na pripremljeni teren, zbija se buldožerima ili kompaktorima, a na kraju radnog dana prekriva se slojem inertnog materijala. Procjedne vode se sakupljaju tako da je izbjegnuto onečišćenje površinskih i podzemnih voda. Lokacija odlagališta je udaljena od građevinske zone i dobro je povezana pristupnim cestama. Nakon odlaganja biorazgradivi otpad se razgrađuje. Sakupljeni plinovi ispuštaju se kroz odzračne kanale. Odlagalište mora biti čuvano i ograđeno te mora imati izrađene prateće sadržaje i opremu.

**Okoliš** je prirodno okruženje: zrak, tlo, voda, klima, biljni i životinjski svijet u ukupnosti uzajamnog djelovanja te kulturna baština kao dio okruženja kojeg je stvorio čovjek.

**Onečišćavanje okoliša** je promjena stanja okoliša koja je posljedica štetnog djelovanja, ili izostanka potrebnog djelovanja, ispuštanja, unošenja ili odlaganja problematičnih tvari, ispuštanja energije i utjecaja drugih zahvata i pojava nepovoljnih za okoliš.

**Opasni otpad** je svaki otpad koji može ugroziti okoliš zbog svojih svojstava, kao što su otrovnost, korozivnost, reaktivnost, zapaljivost ili drugi razlog.

**Oporaba otpada** jest svaki postupak ponovne obrade radi njegova korištenja u materijalne i energetske svrhe.

**Otpadnim tvarima** podrazumijevaju se sve tvari ili predmeti određeni kategorijama otpada propisanih posebnim pravilnikom, a koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti.

**Postupanje s otpadom** po gospodarskim načelima i načelima zaštite okoliša podrazumijeva: sakupljanje, skladištenje, obrađivanje, odlaganje, uvoz, izvoz i provoz otpada, zatvaranje i saniranje građevina namijenjenih odlaganju otpada i drugih otpadom onečišćenih površina.

**Reciklažni (zeleni) otok** čine dvije do četiri posude ili kontejnera za odvojeno sakupljanje komponenti otpada, kao što su papir i karton, staklena ambalaža, plastika i drugo.

**Reciklažno dvorište** je građevina namijenjena razvrstavanju i privremenom skladištenju određenih vrsta otpada.

**Recikliranje** je ponovna uporaba otpada u proizvodnom procesu osim uporabe otpada u energetske svrhe.

**Sakupljač otpada** je pravna ili fizička osoba koja sakuplja, razvrstava ili prevozi otpad.

**Sakupljanje otpada** je prikupljanje, razvrstavanje i/ili predobrada otpada iste vrste u svrhu prijevoza.

**Štetna tvar** je tvar čija su svojstva opasna za ljudsko zdravlje i okoliš, s dokazanim akutnim i kroničnim toksičnim učincima, vrlo nadražujuća, kancerogena, mutagena, nagrizajuća, zapaljiva i eksplozivna tvar, ili tvar koja u određenoj količini i/ili koncentraciji ima takva svojstva.

**Zbrinjavanje otpada** podrazumijeva svaki postupak obrade ili odlaganja otpada propisan Zakonom o otpadu.

**Kratice**

**BAT** - Najbolja raspoloživa tehnologija (*Best available technology*)

**CSGO** - Cjelovit sustav gospodarenja otpadom

**ENO** - Energana na otpad

**ENOP** - Energana na odlagališni plin

**EU** - Europska unija

**GVE** – Uredba o graničnim vrijednostima emisija

**MO** - Mehanička obrada

**MZOPUG** - Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva

**PEPGO** – Odbor za problematiku ekološkog postupanja i gospodarenja otpadom

**PET** - Polietilen tereftalat

**RD** - Reciklažno dvorište

**RGO** - Reciklaža građevnog otpada

**RH** - Republika Hrvatska

**ZO** - Zeleni otok

## 8. ZAKLJUČAK

Cilj ovog završnog rada bio je primjenom lean alata, konkretno primjenom alata 5S i Kaizen, kojima je glavni cilj eliminacija, odnosno smanjivanje gubitaka, troškova, vremena, pronaći rješenja pomoću kojih će se ostvariti unapređenje procesa gospodarenja otpadom, odnosno, pronaći načine na koje se količine otpada mogu smanjiti, načine na koje se otpad može obraditi i reciklirati s ekološki najprihvatljivijim metodama, kao i načine kako potaknuti stanovništvo na odgovorno gospodarenje otpadom.

U radu je dan prikaz sadašnjeg stanja gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj, te su dani neki opći podaci o otpadu i vrstama otpada u RH, kao i o njegovom odlaganju.

No naglasak za poboljšanje te unapređenje procesa gospodarenja otpadom je stavljen na otpad koji se stvara u Gradu Zagrebu te su sva predložena rješenja rađena prema mogućnostima Grada, ali i odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac.

Načini na koji se otpad odlaže u Gradu, kao i načini na koje bi se otpad trebao odlagati, prikazani su dijagramom tijeka.

Unapređenje procesa gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu može se postići na nekoliko načina – potrebno je educirati javnost o važnosti odgovornog i pravilnog postupanja otpadom, treba poticati građane na smanjivanje količina nastajanja otpada te svakako treba sav otpad razvrstavati i pravilno odlagati u za to predviđene kontejnere i reciklažna dvorišta kako bi se mogao iskoristiti te na taj način štedimo i novac i energiju. Treba uvesti praksu primjenjivanja kompostiranja, pogotovo kompostiranja u vlastitom vrtu, načina na koji građani sami kompostiraju kuhinjske ostatke, kao i zeleni otpad te na taj način štede novac jer dobivaju kvalitetano gnojivo besplatno, a i količine otpada koji se neobrađen odlaže se smanjuju.

## 9. POPIS LITERATURE:

[1] M. Šercer, D. Opsenica, G. Barić: "Oporaba plastike i gume", Zagreb, 2000.

Internet, službene stranice:

[2] [www.foi.hr/CMS\\_library/studiji/.../Skripta\\_OP\\_2006\\_2007.doc](http://www.foi.hr/CMS_library/studiji/.../Skripta_OP_2006_2007.doc)

[3] [www.zgos.hr](http://www.zgos.hr)

[4] [www.kvalis.com](http://www.kvalis.com)

[5] [www.zagreb.hr](http://www.zagreb.hr)

[6] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[7] [www.fsb.hr/ctt/prezentacije/stefanic.pps](http://www.fsb.hr/ctt/prezentacije/stefanic.pps)