

# Analiza životnog ciklusa odlagališta Karepovac

---

**Mikuličić, Petra**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:830094>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-19**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Petra Mikuličić**

**Split, 2016**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Petra Mikuličić**

**Analiza životnog ciklusa odlagališta Karepovac**

**Diplomski rad**

**Split, 2016**

## ZAHVALA

---

*Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Juri Margeti na stručnom vodstvu, korisnim savjetima i potpori tijekom izrade ovog rada.*

*Hvala mojoj obitelji i prijateljima koji su uvijek bili tu za mene i učinili studentske dane jednim lijepim razdobljem.*

*Posebna zahvalnost za bezuvjetnu podršku, ljubav i razumijevanje ide mojim roditeljima Petru i Dubravki, te Ranku.*

## **Analiza životnog ciklusa odlagališta Karepovac**

### ***Sažetak:***

U radu je analiziran životni ciklus odlagališta Karepovac od njegovog nastanka do buduće prenamjene. Prikazane su glavne značajke odlagališta kao sustava te analiziran njegov utjecaj na okoliš s obzirom na trenutno stanje odlagališta. Proučena su predlagana rješenja sanacije odlagališta te je izvršena usporedba sa današnjim konceptom gospodarenja otpadom po smjernicama EU. Predloženo rješenje sanacije je analizirano tako da bude u skladu s europskim propisima te da nema štetan utjecaj na okoliš. S obzirom da će odlagalište biokemijski i fizikalno biti aktivno još dugo vremena, definiran je koncept zbrinjavanja plina i procjednih voda te uređenje terena sa sustavom odvodnje površinskih i podzemnih voda. Predložena je prenamjena prostora uz prikazanu buduću viziju odlagališta.

### ***Ključne riječi:***

Odlagalište otpada, biokemijski reaktor, Plan gospodarenja otpadom, Centar za gospodarenje otpadom, kružna ekonomija, sanacija odlagališta, zaštita okoliša

## **Life cycle analysis of the landfill Karepovac**

### ***Abstract:***

This paper analyzes the life cycle of the landfill Karepovac from its creation to the future repurpose. The main features of the landfill as a system are presented and its impact on the environment was analyzed given the current state of the landfill. Proposed solutions for landfill remediation were examined, and a comparison was made with today's concept of waste management according to the EU guidelines. The proposed remediation solution was analyzed as to be in line with European legislation and that there is no harmful effect on the environment. Given that the landfill will be biochemically and physicochemically active for a long time, a waste gas and leachate management concept was defined, as well as landscaping with a system for surface and groundwater drainage. A space redevelopment was proposed alongside a display of a future vision of the landfill.

### ***Key words:***

Landfill, biochemical reactor, Waste Management Plan, Waste Management Center, circular economy, landfill remediation, environmental protection

# Sadržaj

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. UVOD .....</b>                                                                                                 | <b>1</b>  |
| 1.1. Predmet i cilj diplomskog rada.....                                                                             | 1         |
| 1.2. Metodologija istraživanja .....                                                                                 | 2         |
| <b>2. OSNOVNE ZNAČAJKE ODLAGALIŠTA KAREPOVAC .....</b>                                                               | <b>3</b>  |
| 2.1. Povijest odlagališta.....                                                                                       | 3         |
| 2.2. Odlagalište Karepovac kao sustav.....                                                                           | 4         |
| 2.2.1. Topografske i fizikalne značajke.....                                                                         | 4         |
| 2.2.2. Geološka obilježja .....                                                                                      | 5         |
| 2.2.3. Hidrogeološka i hidrološka obilježja.....                                                                     | 9         |
| 2.2.4. Klimatska obilježja.....                                                                                      | 11        |
| 2.2.5. Seizmološke značajke.....                                                                                     | 13        |
| 2.2.6. Ekološka mreža (Natura 2000) i zaštićena područja .....                                                       | 14        |
| 2.2.7. Vrste i karakteristike tvari koje ulaze u sustav .....                                                        | 16        |
| 2.2.8. Vrste i karakteristike tvari koje izlaze iz sustava.....                                                      | 20        |
| 2.3. Upravljanje odlagalištem.....                                                                                   | 22        |
| 2.4. Zaključak .....                                                                                                 | 30        |
| <b>3. DOSADAŠNJA RJEŠENJA I AKTIVNOSTI .....</b>                                                                     | <b>31</b> |
| 3.1. Prikaz aktivnosti i rješenja vezanih uz gospodarenje otpadom na području Splita .....                           | 31        |
| 3.2. Gradsko vijeće Grada Splita.....                                                                                | 50        |
| 3.3. Zaključak .....                                                                                                 | 53        |
| <b>4. PLANOWI O GOSPODARENJU OTPADOM U RH I NOVE SMJERNICE EU – KRUŽNA EKONOMIJA.....</b>                            | <b>54</b> |
| 4.1. Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje od 2015. – 2021. godine (prije kružne ekonomije)..... | 54        |
| 4.2. Kružna ekonomija .....                                                                                          | 56        |
| 4.3. Plan gospodarenja otpadom republike hrvatske za razdoblje 2016.-2022. (poslije kružne ekonomije).....           | 59        |
| 4.4. Analiza rješenja o odlagalištu "Karepovac" u odnosu na Kružnu ekonomiju .....                                   | 62        |
| 4.4.1. Razlike između usvojenog rješenja i principa kružne ekonomije – budući razvoj.....                            | 62        |
| 4.4.2. Razlike između usvojenog rješenja i principa kružne ekonomije – saniranje prošlosti                           | 63        |
| 4.5. Zaključak .....                                                                                                 | 64        |
| <b>5. BILANCA TVARI NA ODLAGALIŠTU .....</b>                                                                         | <b>66</b> |
| 5.1. Bilanca otpada .....                                                                                            | 66        |
| 5.2. Bilanca voda .....                                                                                              | 68        |

|      |                                                                       |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 5.3. | Bilanca plina.....                                                    | 69 |
| 6.   | <b>PRIJEDLOG SANACIJE ODLAGALIŠTA I IDEJNA PRENAMJENA ODLAGALIŠTA</b> | 71 |
| 6.1. | Odlagalište Karepovac kao sanitarno odlagalište otpada .....          | 71 |
| 6.2. | Odlagalište Karepovac kao uređeni gradski park .....                  | 76 |
| 7.   | <b>ZAKLJUČAK</b> .....                                                | 82 |
|      | <b>LITERATURA</b> .....                                               | 83 |

# 1. UVOD

## 1.1. Predmet i cilj diplomskog rada

Svijet u kojem danas živimo sve više postaje svjestan važnosti očuvanja okoliša, te su teme koje se tiču njegovog zbrinjavanja i zaštite jedne od najaktualnijih tema današnjice. Jedno od najvećih zagađivača predstavljaju odlagališta krutog otpada koja nisu adekvatno zbrinuta. Posebno su opasna ilegalna odlagališta na kojima se ne vodi računa što se baca ni u kojim količinama, što je opasno za sva živa bića koja žive u blizini odlagališta, te okoliš u cjelini jer se otpad vodama širi u vodne resurse i živi svijet koji tu vodu koristi. Život čovjeka i otpada je nerazdvojan jer čovjek svojim aktivnostima oduvijek generira otpad različitog sastava za koji se mora zbrinuti. Porast životnog standarda i tehnološkog napretka društva nosi sa sobom povećanje otpada i veće ugrožavanje okoliša.

Početkom 60.-ih godina prošlog stoljeća, kada je za odlagalište otpada grada Splita odabrano mjesto na tadašnjoj dalekoj gradskoj periferiji nije se puno niti dugoročno vodilo računa o problematici krutog otpada. Danas se splitsko odlagalište otpada, poznatije kao "Karepovac" nalazi u geometrijskom centru urbane sredine i svakim danom predstavlja sve veću opasnost. Odlagalište nije uređeno kao sanitarno odlagalište; kruti, tekući i plinoviti otpaci odloženi na odlagalištu zagađuju okolno tlo, zrak i vodu što ima niz negativnih posljedica kao što su povećano onečišćenje okoliša, neposredna opasnost od požara i potencijalnih zaraza, te najviše degradiranje površine i zemljišta u središtu grada. Povećanje broja stanovnika grada Splita, kao i povećanje broja turista znači povećanje količina otpada a odlagalište je gotovo potpuno saturirano otpadom i kapacitet mu je iscrpljen. Jedino logičko rješenje koje se nameće je sanacija i zatvaranje odlagališta.

Cilj ovog diplomskog rada je prikazati analizu životnog ciklusa odlagališta Karepovac. Odlagalište se namjerava zatvoriti, ali će biokemijski i fizikalno biti aktivno još dugo vremena. Sve tekuće i plinovite emisije koje će se javiti tokom tog perioda trebaju se nužno zbrinuti. Sanacijom odlagališta Karepovac rješava se najveći ekološki problem grada Splita a s druge strane dobiva se veliki i vrijedni prostor za razvoj grada, te će se u ovom radu definirati jedna mogućnost njegove prenamjene. Konačni cilj je ojačati održivost življenja u gradu Splitu kroz sustavno rješavanje problema Karepovca. Zato je nužno Karepovac sanirati u skladu sa hrvatskim i EU propisima i normama. To je skupocjen i složen zadatak koji će se rješavati više godina.

Zadaci koje je potrebno ispuniti kako bi se došlo do željenog cilja su:

- iznijeti povijesne podatke o Karepovcu;
- prikazati trenutno stanje Karepovca;
- analizirati dosadašnja rješenja;
- opisati idejnu prenamjenu prostora odlagališta.

## **1.2. Metodologija istraživanja**

Pri izradi diplomskog rada koristit će se veći broj znanstvenih metoda. Svaka od metoda predstavlja niz postupaka koji se provode s ciljem prikupljanja, obrađivanja i interpretacije prikupljenih podataka. Temelj rada čini analiza prikupljenih podataka iz relevantne stručne i znanstvene literature te izvođenje novih spoznaja koje se temelje na navedenoj analizi.

Temeljne metode koje će se koristiti u radu su:

- kompilacija na temelju proučavanja postojeće literature o temi rada;
- metoda analize – postupak raščlanjivanja složenih cjelina na jednostavnije sastavnice;
- sveobuhvatna sinteza proučene građe – proučavanje prostornih struktura i procesa i međudnosa bez izrazitog raslojavanja na pojedine teme;
- metoda komparacije – postupak uspoređivanja istih ili srodnih činjenica kako bi se utvrdilo njihove sličnosti i različitosti;
- metoda indukcije – postupak donošenja zaključaka o općem sudu na temelju pojedinačnih činjenica;
- metoda dedukcije – postupak donošenja pojedinačnih zaključaka na temelju općeg suda.

Sve navedeno će se realizirati kroz primjenu sustavnog pristupa koji se koristi za rješavanje složenih problema.

## **2. OSNOVNE ZNAČAJKE ODLAGALIŠTA KAREPOVAC**

### **2.1. Povijest odlagališta**

Jedino službeno odlagalište otpada grada Splita je odlagalište otpada Karepovac, te se kao takvo koristi od 1964. godine. Na odlagalište se odlaže otpad iz sljedećih gradova i općina: Split, Omiš, Kaštela, Solin, Dugi Rat, Dugopolje, Klis, Marina, Podstrana, Šestanovac i Zadvarje.

Do kraja 1965. god. komunalni i drugi otpad splitske regije odlagao se na raznim lokacijama. To se uglavnom radilo na divljim odlagalištima i to u kraćim vremenskim periodima (npr. lokacija Ravne Njive, Sijovača i dr.). U tom periodu Grad Split je više puta ispitivao mogućnost pronalaženja lokacije za jedno trajno odlagalište otpada, što iz raznih razloga nije dalo povoljne rezultate. U takvoj situaciji 1964. god. izdaje se dozvola za otvaranje odlagališta otpada na lokalitetu "Karepovac" koji se nalazio u blizini grada koji je tada bio u velikoj ekspanziji. Ovo rješenje je trebalo premostiti samo period od narednih deset godina, jer se smatralo da će se naći nova lokacija za trajno zbrinjavanje otpada. Do te lokacije se u međuvremenu nije dolazilo, pa se kupnjom novih terena ovo odlagalište stalno povećavalo. Otpad je odlagan bez nekog posebnog rasporeda, onako kako je dolazio na odlagalište a odlagan je bez točne evidencije: komunalni i industrijski, organski i zauljeni otpad, acetilenski mulj iz brodogradilišta itd. Odlagalište Karepovac zadnjih godina je uredno prekriveno pokrivkom, tako da su određene ekscesne situacije (požar i sl.) danas svedene na minimum.

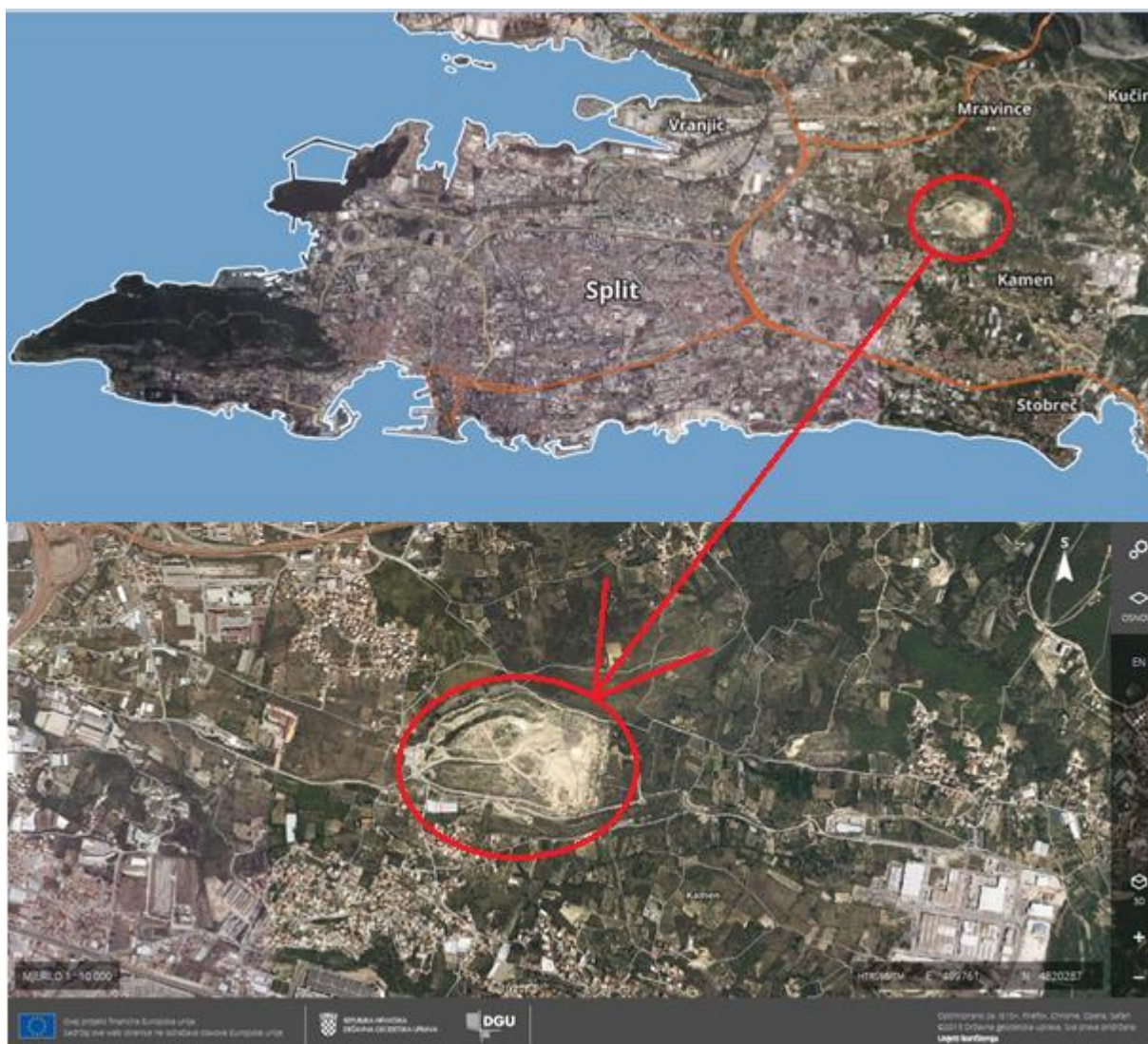
Odlagalište je rađeno u vremenu kada propisi o pravilnom zbrinjavanju otpada nisu postojali u današnjem obliku tako da odlagalište nema sve mjere zaštite kao što su: donji i gornji brtveni slojevi, kontrola odlagališnog plina te kontrola oborinskih i procjednih voda. U sadašnjem obliku odlagalište otpada Karepovac predstavlja nesanirano odlagalište na koje je odlagan komunalni, a ponekad i opasni otpad.

Odlagalištem otpada Karepovac upravlja J.P. "Čistoća" d.o.o. Split. Ovo komunalno poduzeće vrši prikupljanje, prijevoz i odlaganje komunalnog otpada za gradove i područja Splita, Solina i Kaštela. Otpad koji stiže na odlagalište proizvede otprilike 300 000 stanovnika kao i 10-12 milijuna turističkih noćenja kroz godinu.

## 2.2. Odlagalište Karepovac kao sustav

### 2.2.1. Topografske i fizikalne značajke

Odlagalište otpada Karepovac smješteno je u istočnom dijelu Splita, 6 km zračne udaljenosti od centra, 2.9 km istočno od uvale Vranjic i oko 2.7 km u smjeru zapad-sjeverozapad od uvale Stobreč. Lokaciji se može pristupiti iz samog grada, javnom cestom. Na udaljenosti oko 300 m nalaze se urbana područja koja u uskom luku okružuju odlagalište. Oko odlagališta su poljoprivredna zemljišta i makija. Sjeverno oko 2 km od odlagališta protječe rijeka Jadro, a 2.3 km južno od odlagališta rijeka Žrnovnica.



Slika 1. Ortofoto prikaz lokacije odlagališta Karepovac (Državna geodetska uprava)

Odlagalište se nalazi u prirodnoj krškoj depresiji, ispod mjesta Mravinci. Površina terena je prvotno imala blagi nagib prema istoku, a u pravcu sjever-jug je imala blagi oblik depresije.

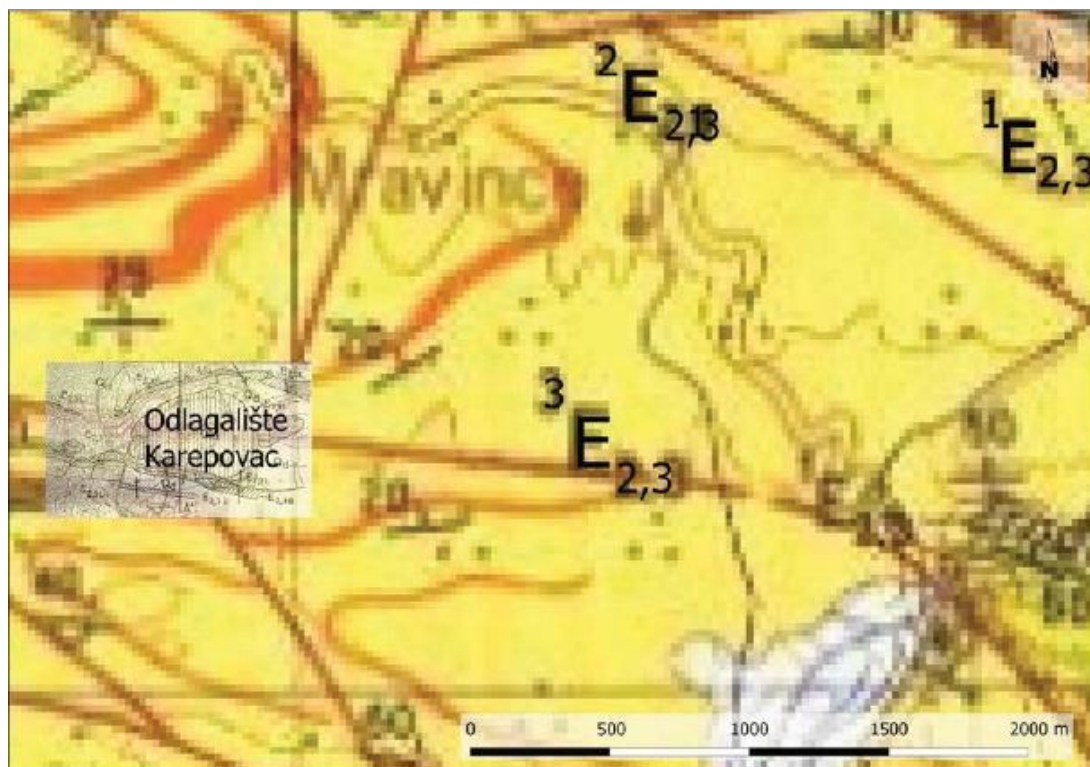
Danas odlagalište ima oblik brda čija dubina raste prema istoku. Odlagalište prekriva površinu od oko 230.000 m<sup>2</sup>, a trenutačna maksimalna visina odloženog otpada prelazi 60 metara od prirodnog terena. S obzirom na različite kote terena i kote odloženog otpada u različitim presjecima, visina otpada varira od presjeka do presjeka. Najviša kota odlagališta iznosi oko 102 m n.m. Procjenjuje se da je današnji volumen deponija oko 6.000.000 m<sup>3</sup>, a količina komunalnog otpada koja se doprema na odlagalište trenutno iznosi preko 120.000 tona godišnje.



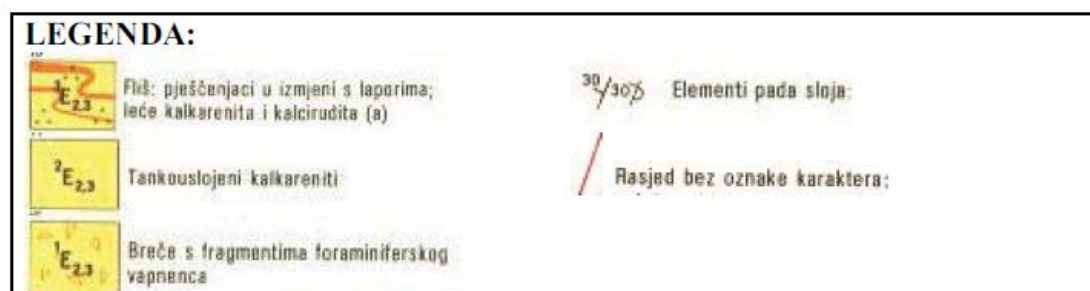
**Slika 2. Odlagalište otpada Karepovac**

### **2.2.2. Geološka obilježja**

Širi prostor Splita pripada tektonskoj jedinici Primošten – Trogir – Split. Krajem krede i početkom paleogena, u lamarijskoj orogenoj fazi, dolazi do značajnih tektonskih pokreta kada se formiraju osnovni nabori. Na granici paleocena i eocena dolazi do transgresije, s vremenom i do sve većeg produbljivanja bazena te se počinje taložiti fliš. Pod utjecajem orogenetskih pokreta u pirenejskoj fazi krajem eocena, bazen naglo oplicava. Tektonski pokreti ovog razdoblja sve više kompliciraju geološku građu terena, a tokom emerzijske faze u neogenu i kvartaru teren je podvrgnut jakim denudacijskim utjecajima. Područje Karepovca je na Osnovnoj geološkoj karti (OGK) prekriveno zapadnim dijelom lista Omiš (Marinčić i sur. 1968. – 1969.) koji je zajedno sa pripadajućim tumačem (Marinčić i sur. 1969.) korišten za interpretaciju. Osim OGK korišteni su i podaci geološkog kartiranja na mikrolokaciji (Šestanović, 1997.).



Slika 3. Odlagalište otpada Karepovac na izvadku iz Osnovne geološke karte, list Omiš (Modificirano prema Marinčić i sur., 1968.-1969., nadopunjeno prema Šestanović, 1997.)



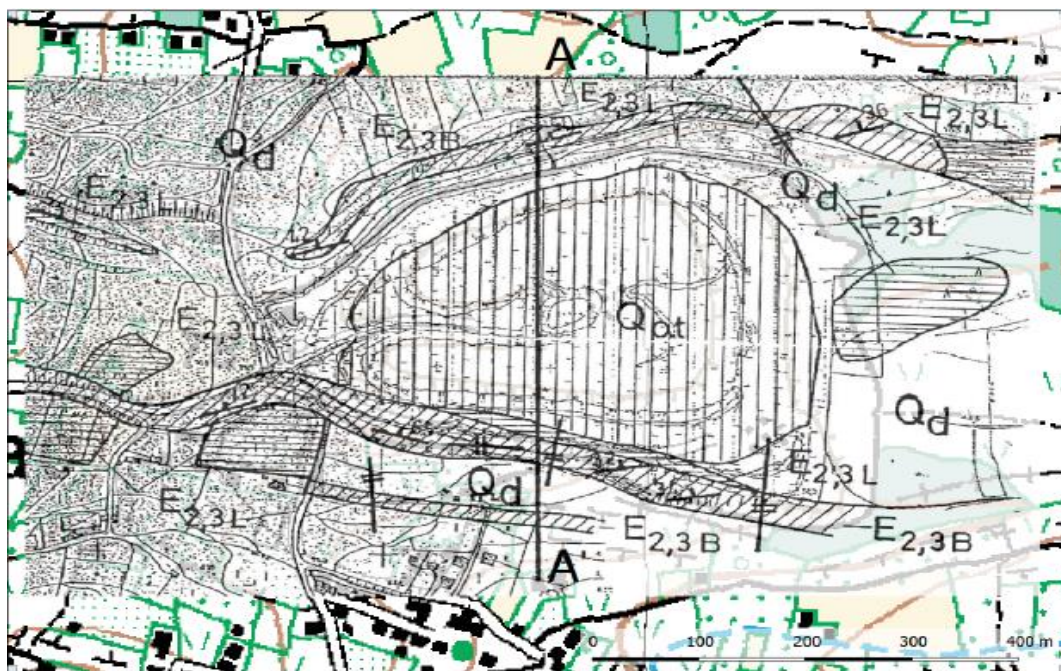
Slika 4. Izvadak iz Legende Osnovne geološke karte, list Omiš (Modificirano prema Marinčić i sur., 1968.-1969.)

Na području odlagališta otpada Karepovac mogu se iz OGK, list Omiš, izdvojiti tri kartirane jedinice: breče s fragmentima foraminiferskog vapnenca ( $^1E_{2,3}$ ), tankouslojeni kalkareniti ( $^2E_{2,3}$ ) i fliš – pješčenjaci u izmjeni s laporima ( $^3E_{2,3}$ ).

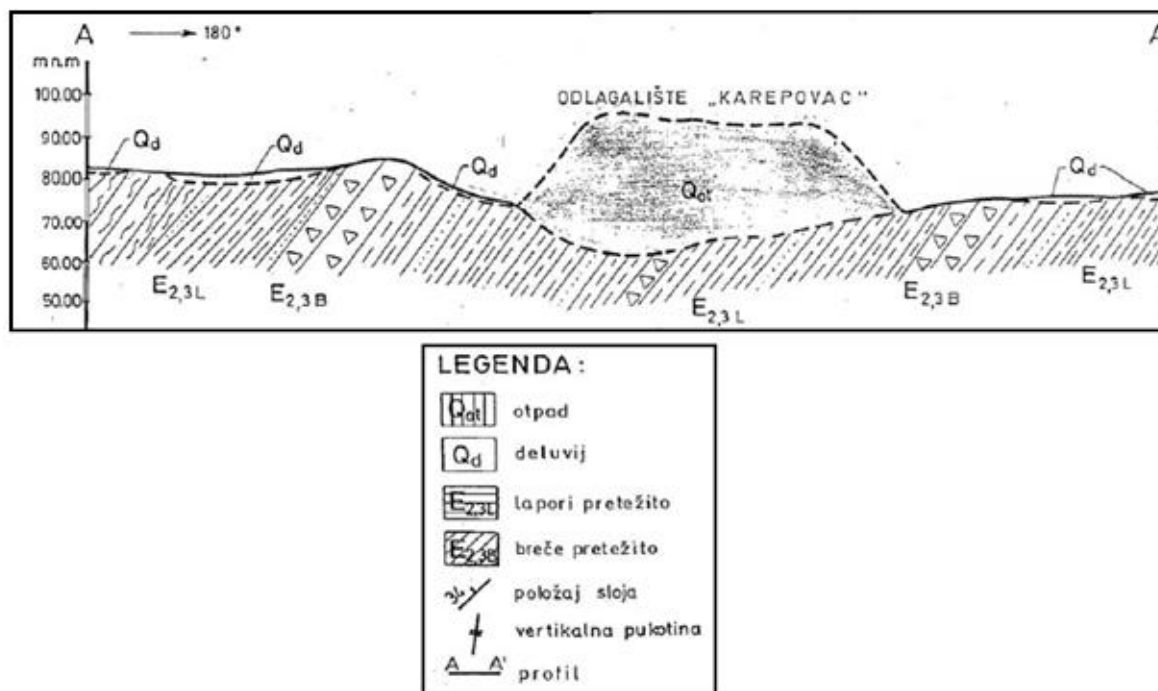
U pogledu geološke građe, teren na lokaciji odlagališta izgrađuju flišne naslage eocenske starosti izgrađene od pješčenjaka i vapnenaca u izmjeni s laporima, kao matične stijene, prekrivene naslagama kvartarnih sedimenata (površinske glinovito-prašinate naslage s učešćem stijenskog kršja) i nasipnim materijalima nanesenim ljudskom aktivnošću (otpad). Pretežiti dio stijenske mase spomenutog kompleksa izgrađuju lapori s visokim udjelom karbonatne komponente (preko 60%  $\text{CaCO}_3$ ) i vapnenački lapori do laporoviti vapnenci,

mjestimično s proslojcima vapnenačkih pješčenjaka i breča. Površinski sloj kvartarnih sedimenata iznad matične stijene je heterogenog sastava (prašinasta glina i degradirani fliš u formi laporovitog praha s nejednolikim učešćem stijenskog kršja), postanka vezanog uz degradaciju matične laporovite stijene, i varirajuće debljine (od nekoliko cm do nekoliko metara) koja je u direktnoj korelaciji sa stupnjem rastrošenosti osnovne stijene u podlozi. U području južno od odlagališta pruža se u pravcu istok – zapad izraziti greben sastavljen od karbonatnih članova fliša (brečokonglomerati, breče i pješčenjaci), debljine oko 8 do 30 m. Manji greben vapnenačkih pješčenjaka okružuje deponiju sa sjeverne strane. Zgnječene naslage fliša slabijih fizikalno – mehaničkih karakteristika i bez izražene slojevitosti uočene su s istočne strane deponije.

Za potrebe sanacije odlagališta otpada, Šestanović je 1997. g. izradio geološku kartu mikrolokacije odlagališta Karepovac (slika 5) gdje je detaljnije razradio litološke članove na lapore, breče, deluvij i otpad (slika 6).



Slika 5. Geološka karta mikrolokacije odlagališta otpada Karepovac (Šestanović, 1997)



Slika 6. Geološki profil A-A' i legenda uz geološku kartu i geološki profil mikrolokacije odlagališta otpada Karepovac (Šestanović, 1997)

**Otpad (Q<sub>ot</sub>)** – Odlaganje otpada započelo je početkom 1960.-ih godina. Količina i sastav odloženog otpada variraju u ovisnosti o periodu kada su odloženi. Debljine otpada se razlikuju, ali prosječna debljina otpada iznosi oko 30 m.

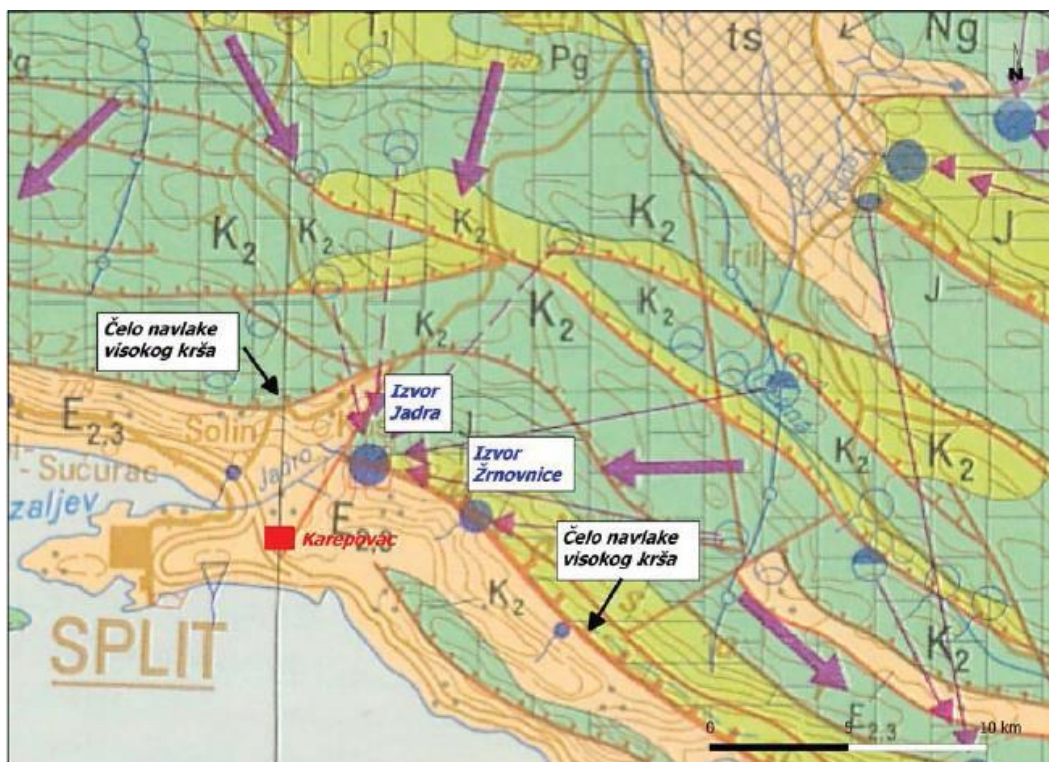
**Deluvij (Q<sub>d</sub>)** – Ovaj član predstavlja rastrošeni materijal ishodišne stijene uslijed egzogenih procesa uzrokovanih meteorološkim (vjetar, kiša itd.) i antropogenim utjecajima. Deluvij se nakuplja u spuštenijim dijelovima terena i malih je debljina od nekoliko centimetara do nekoliko metara i u direktnoj je korelaciji sa stupnjem rastrošenosti ishodišne stijene.

**Breče (E<sub>2,3B</sub>)** – Ovaj član spada u krupnozrnatu frakciju fliša i izmjenjuje se sa slojevima pješčenjaka i lapora. Ove naslage su izgrađene od fragmenata starijih stijena, pri čemu dominira karbonatna komponenta s manjim udjelom valutica čerta.

**Lapori (E<sub>2,3L</sub>)** – Lapori se izmjenjuju s brečama i predstavljaju sitnozrnatu frakciju fliša a mjestimično prelaze u gline. Ritmički se izmjenjuju s krupnozrnatom frakcijom s kojom su u konkordantnom kontaktu.

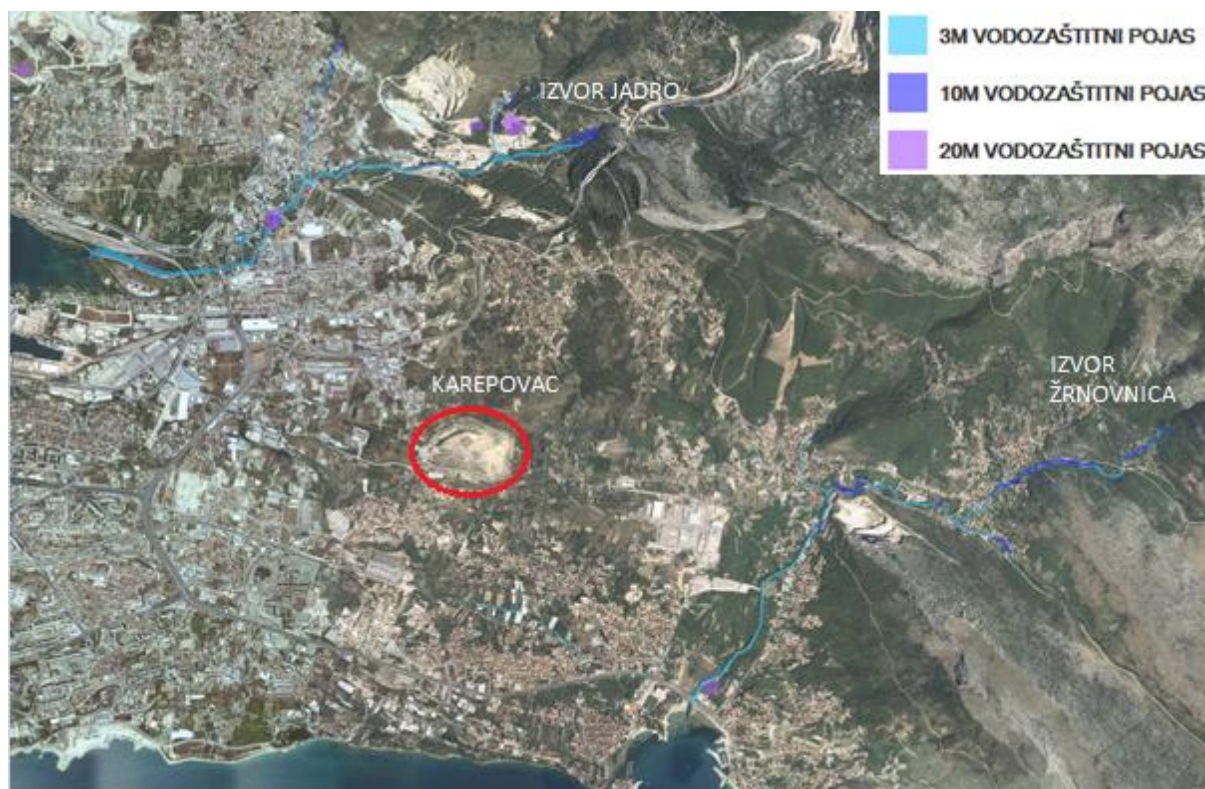
### 2.2.3. Hidrogeološka i hidrološka obilježja

U neposrednoj blizini odlagališta otpada Karepovac nalaze se stijene različitih hidrogeoloških svojstava. U hidrogeološkom smislu nasipni materijali (otpad) i kvartarne površinske glinovito-prašinate naslage s učešćem stijenskog krša predstavljaju (zbog svoje međuzrnske poroznosti) sprovodnike oborinskih voda. One se kroz njih procjeđuju, kao i zagađene procjedne vode iz odlagališta, te nekontrolirano otječu niz depresiju. Naslage s promjenjivim stupnjem vodopropusnosti su deluvijalni i aluvijalni sedimenti čiji stupanj vodopropusnosti ovisi o količini sadržane gline. Slabo vodopropusne do vodonepropusne naslage su slojevi lapora i vapnenački lapori fliša. Dno odlagališta izgrađeno je pretežno od slabo vodopropusnih do propusnih naslaga. Dno odlagališta je iznad nivoa podzemnih voda u tom području. Istražnim bušenjem koja su rađena na planiranoj trasi tunela Stupe izbušene su dvije bušotine u neposrednoj blizini odlagališta. Zapaženo je da podzemna voda nema kontinuirano vodno lice nego se pojavljuje unutar pukotinskih sustava (naročito unutar raspucalih karbonata), a oscilacije vodnog lica su ovisile o oborinama. Ovo jasno govori da je teren dosta propustan jer se oscilacije brzo javljaju kao posljedica kiša, odnosno infiltracije s terena. Zbog toga i procjedna voda iz odlagališta najvjerojatnije istječe u podzemne vode.



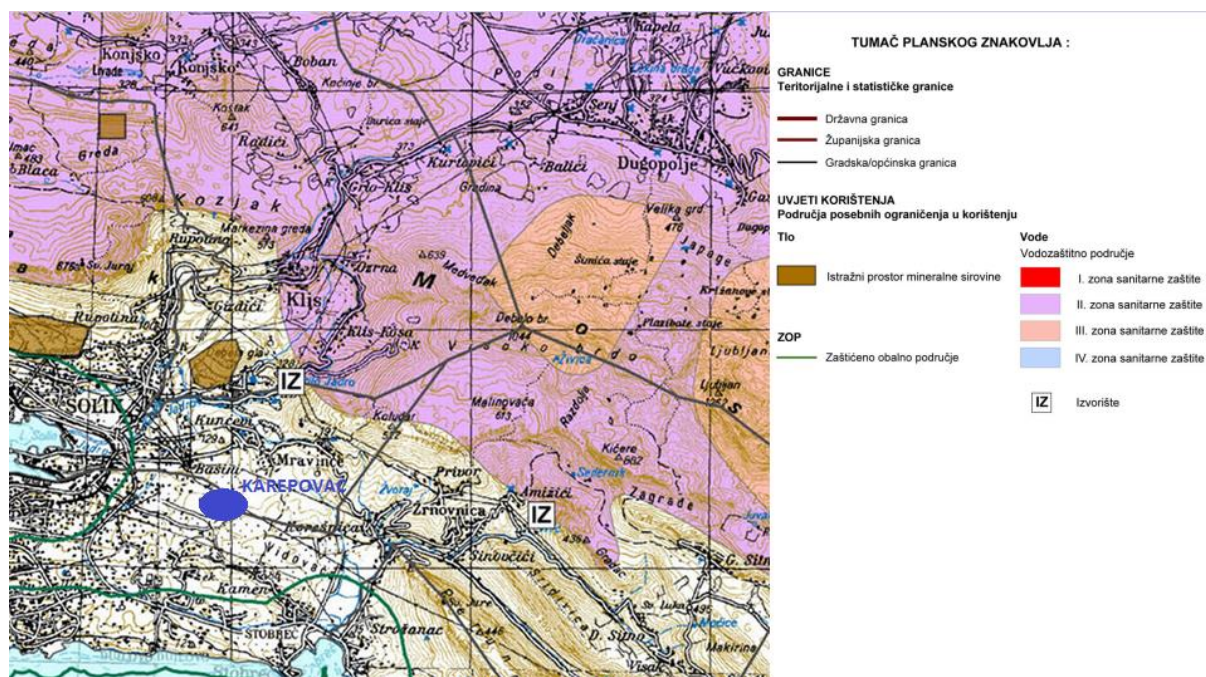
Slika 7. Odlagalište otpada Karepovac na izvadku iz Osnovne hidrogeološke karte SFRJ 1:500 000, list Sarajevo. Zelena boja označava propusne stijene ( karbonate mezozoika i tercijara), a žutosmeđa nepropusne stijene (eocenski fliš)

Što se tiče hidroloških obilježja odlagalište Karepovac nema stalne površinske tokove zbog geološke građe tog kraja. Na terenu južno od Karepovaca se nalazi povremeni bujični vodotok Gladnica, te na terenu istočno od odlagališta povremeni bujični vodotok Rokalovo. Infiltracija oborina kroz odlagalište je brza i procjedne vode odlagališta onečišćuju pliće podzemlje i povremeni vodotok Gladnica, a uglavnom otječu u smjeru Stobreča i Dujmovače. Nasipavanjem terena mijenja se topografija prostora i značajke sliva pa time i hidrološke značajke cijelog prostora. Odlagalište nema obodnu drenažu tako da površinske vode nekontrolirano otječu terenom u skladu sa njegovim padom. Najznačajnija vodna područja su izvori rijeka Jadro i Žrnovnica (slika 8). Izvor Jadro nalazi se sjeveroistočno od odlagališta na udaljenosti od oko 3 km. Izvor Žrnovnica nalazi se istočno od odlagališta Karepovac na udaljenosti od oko 4 km.



**Slika 8. Površinske vode na širem području odlagališta Karepovac (ARKOD preglednik)**

Izvori Jadra i Žrnovnice se koriste kao temeljni objekti vodoopskrbe Splita i šire regije. Prostor odlagališta Karepovac nalazi se izvan slivnog područja izvora Jadra i Žrnovnice, te na njihovu kvalitetu nema utjecaj.



**Slika 9. Odlagalište otpada Karepovac na izvadku iz kartografskog prikaza 3.2. Područja posebnih ograničenja u korištenju (Prostorni plan Splitsko-dalmatinske županije)**

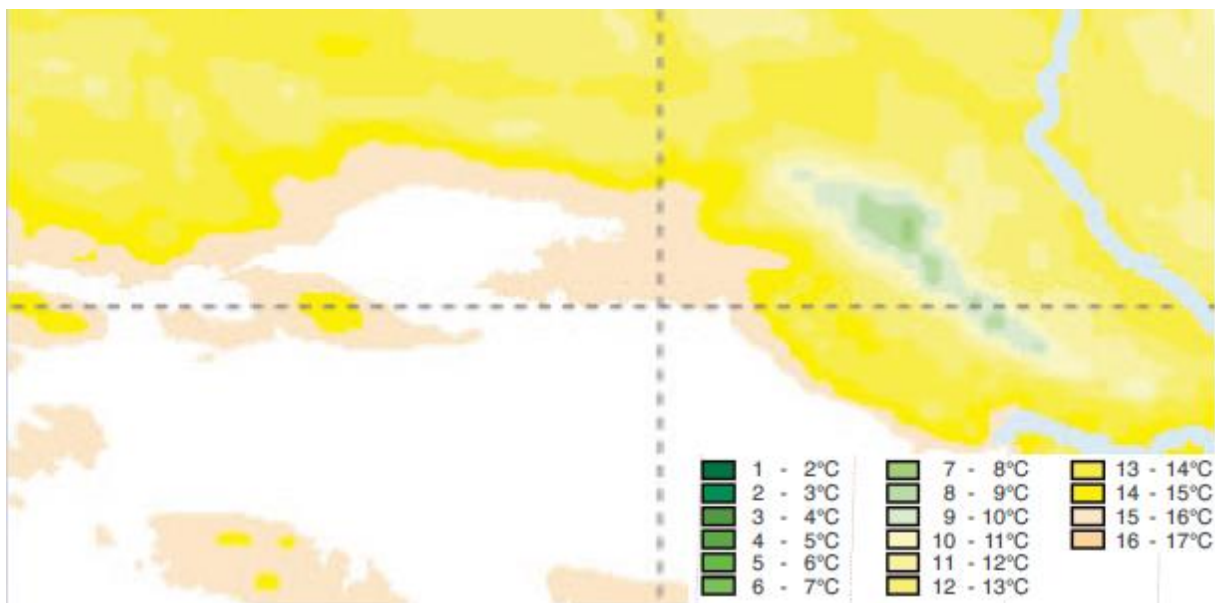
#### 2.2.4. Klimatska obilježja

Grad Split ima mediteransku klimu. Sušno razdoblje je u ljetnim mjesecima, a najsušiji mjesec ima manje od 40 mm oborina i manje od trećine najkišovitijeg mjeseca u hladnom dijelu godine. Ljeta su vruća, sa srednjom temperaturom najtoplijeg mjeseca višom od 22°C i više od četiri mjeseca u godini sa srednjom mjesečnom temperaturom višom od 10°C. U Splitu je najviša srednja temperatura u srpnju i u prosjeku iznosi 26°C. Najniže temperature su u siječnju, prosječno 7°C. Srednja godišnja temperatura područja iznosi 16 °C (slika 10). Srednja godišnja maksimalna temperatura zraka je 19 °C, a srednja godišnja minimalna temperatura zraka je 12 °C.

Po Thornthwaiteovoj klasifikaciji klime koja predstavlja omjer između količine oborinske vode i vode za potencijalnu evapotranspiraciju, Split ima subhumidnu ili poluvlažnu klimu.

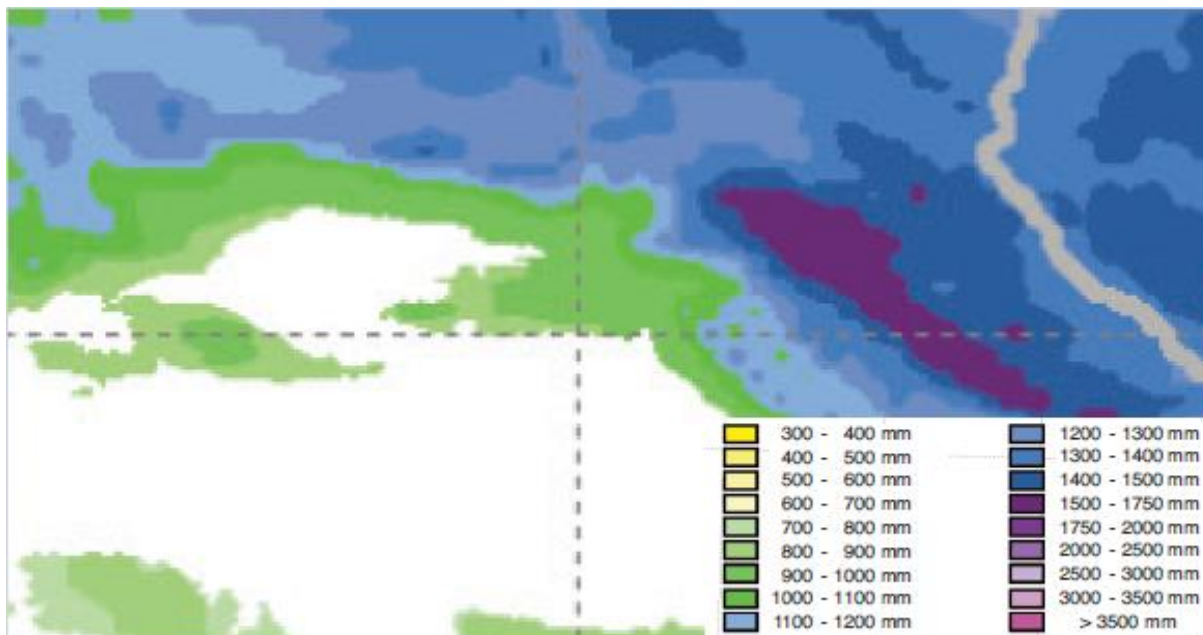
Premda prosječna ljetna temperatura ne dostiže višesatne maksimume koji mogu iznositi i preko 30°C, visoke temperature tijekom većeg dijela godine nepovoljno utječu na sve oblike otvorenih sustava. Pošto je fermentacija (organskog dijela) komunalnog otpada direktno ovisna o vanjskoj temperaturi ista može značajno utjecati na razvoj neugodnih mirisa na lokacijama

nesaniranih odlagališta otpada. Ne treba zaboraviti da zbog insolacije sunca dolazi do velikog zagrijavanja površine tla, a time i otpada na odlagalištu.



**Slika 10. Srednja godišnja temperatura Splita (Klimatski atlas Hrvatske, Zaninović, 2008)**

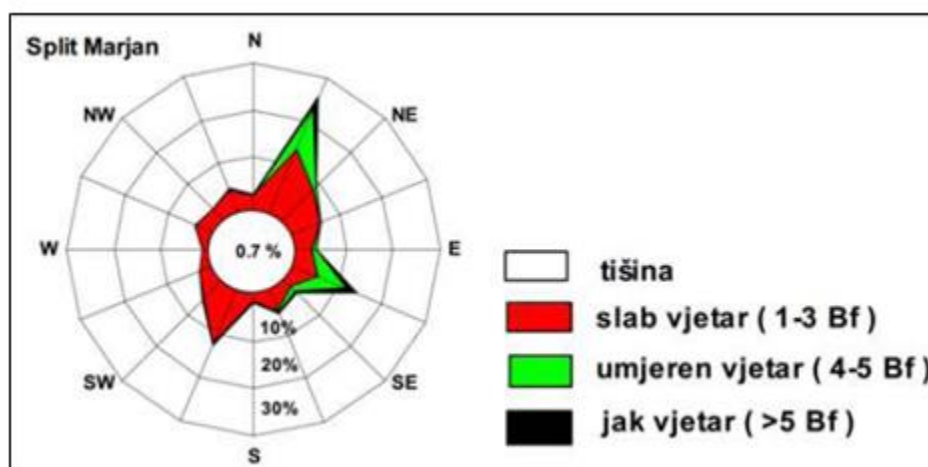
Prosječna godišnja količina padalina iznosi oko 800 mm (slika 11) s maksimumom u studenom oko 108 mm i minimumom u srpnju od svega 30 mm. Najviše oborina pada u studenom i prosincu, a najmanje oborina ima u srpnju i kolovozu. Oborine u glavnom padaju u obliku kiše dok snijeg pada vrlo rijetko.



**Slika 11. Srednja godišnja količina oborine Splita (Klimatski atlas Hrvatske, Zaninović, 2008)**

Pored količina oborina najznačajniji meteorološki pokazatelj za (svakodnevni) rad naročito nesaniranih odlagališta komunalnog otpada je vjetar. Vjetar predstavlja meteorološki pokazatelj koji ovisi o uvjetima na odlagalištu jer se kod neasniranog odlagališta mogu javiti neugodni mirisi koji najviše pogađaju javnost i na koje javnost ima najčešće pritužbe.

Najznačajniji vjetrovi na ovom području su sjeveroistočni vjetar koji je zastupljen 33%, zatim jugoistočni vjetar zastupljen 17.8% i jugozapadni vjetar zastupljen 15.9 %. Najveći broj dana s jakim i olujnim vjetrom se javlja zimi. Za olujni vjetar je riječ o prosječno 9.7 dana, a za jaki vjetar 10.5. Maksimalni udari vjetra iznose od 42.2 m/s u proljeće, do 48.5 m/s zimi.



**Slika 12. Godišnja ruža vjetrova grada Splita (Program zaštite okoliša Splitsko-dalmatinske županije, OIKON d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, 2009)**

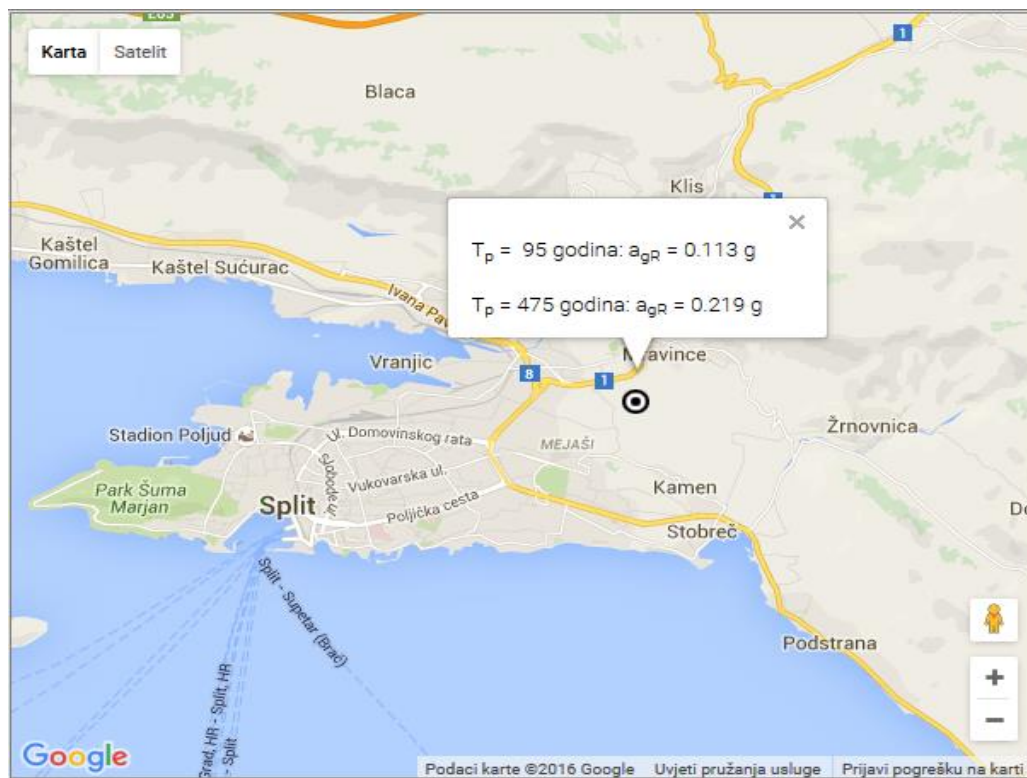
S obzirom da se odlagalište nalazi u centru urbanizirane sredine svaki smjer vjetra je nepovoljan jer uvijek odnosi neugodan miris u pravcu neke urbane sredine. Normalno, dominantni vjetrovi vrše i dominantne utjecaje. Kako Karepovac postaje sve viši odnošenje čestica je sve veće i dalje, tako da je širenje neugodnih mirisa sve veće.

### 2.2.5. Seizmološke značajke

Šire područje Splita seizmotektonski je aktivno. U okviru provedbe sustava odvodnje otpadnih voda Split/Solin za izradu glavnog projekta detaljno su razmatrane seizmološke značajke radi definiranja projektnih seizmičkih parametara za pojedine objekte sustava odvodnje. Planirani (izgrađeni) hidrotehnički tunel Stupe prolazi s južne strane odlagališta Karepovac. Tunel se nalazi u sličnim naslagama kao i odlagalište, tj. u flišnim naslagama. Duž trase tunela vjerojatno je postojanje lokalnih rasjeda, koji se nalaze samo unutar flišnih naslaga. Za taj prostor procijenjena je maksimalna magnituda  $M_{\max}=6.2$ . Prema seizmološkoj karti za

povratni period od 100 godina područje Splita pripada graničnom području maksimalnog intenziteta 7 – 8 MCS° ljestvice. <sup>[1]</sup>

Za područje Karepovca iznos horizontalnih vršnih ubrzanja tla tipa A iznosi 0.113 g za povratno razdoblje od 95, te 0.219 g za povratno razdoblje od 475 godina (slika 13).



**Slika 13. Iznos horizontalnih vršnih ubrzanja tla tipa A ( $a_{gR}$ ) za povratna razdoblja od  $T_p=95$  i 475 godina, izraženih u jedinicama gravitacijskog ubrzanja ( $1\text{ g} = 9.81\text{ m/s}^2$ ) za područje Karepovca (Karte potresnih područja Republike Hrvatske)**

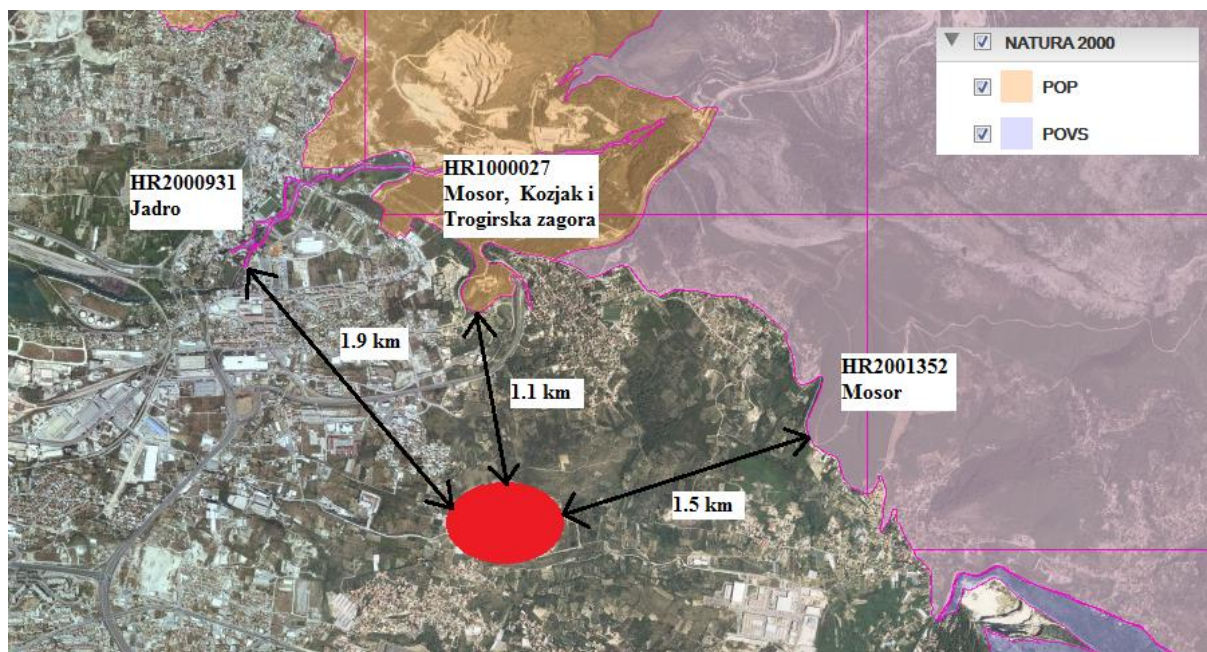
## 2.2.6. Ekološka mreža (Natura 2000) i zaštićena područja

Natura 2000 je ekološka mreža sastavljena od područja važnih za očuvanje ugroženih vrsta i stanišnih tipova Europske unije. Ekološka mreža Republike Hrvatske, proglašena Uredbom o ekološkoj mreži (NN 124/2013) te izmijenjena Uredbom o izmjenama Uredbe o ekološkoj mreži (NN105/15), predstavlja područja ekološke mreže Europske unije Natura 2000. Ekološku mrežu RH (mrežu Natura 2000) prema članku 6. Uredbe o ekološkoj mreži (NN 124/2013) čine područja očuvanja značajna za ptice – POP (područja značajna za očuvanje i ostvarivanje povoljnog stanja divljih vrsta ptica od interesa za Europsku uniju, kao i njihovih staništa, te područja značajna za očuvanje migratornih vrsta ptica, a osobito močvarna područja

<sup>[1]</sup> Izvadak iz „Studije utjecaja na okoliš za sanaciju odlagališta Karepovac“; ECOINA d.o.o. Split; srpanj 2000. god.

od međunarodne važnosti) i područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove – POVS (područja značajna za očuvanje i ostvarivanje povoljnog stanja drugih divljih vrsta i njihovih staništa, kao i prirodnih stanišnih tipova od interesa za Europsku uniju).<sup>[2]</sup>

Kao što se vidi iz slike 14 odlagalište Karepovac se ne nalazi unutar ekološke mreže. Najbliža područja ekološke mreže su područje očuvanja značajno za ptice HR1000027 Mosor, Kozjak i Trogirska zagora, udaljeno oko 1.1 km od odlagališta te područja očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove HR2000931 Jadro, udaljeno oko 1.9 km od odlagališta i HR2001352 Mosor, udaljeno oko 1.5 km od odlagališta.



**Slika 14. Odlagalište Karepovac u odnosu na područja ekološke mreže (ARKOD Preglednik)**

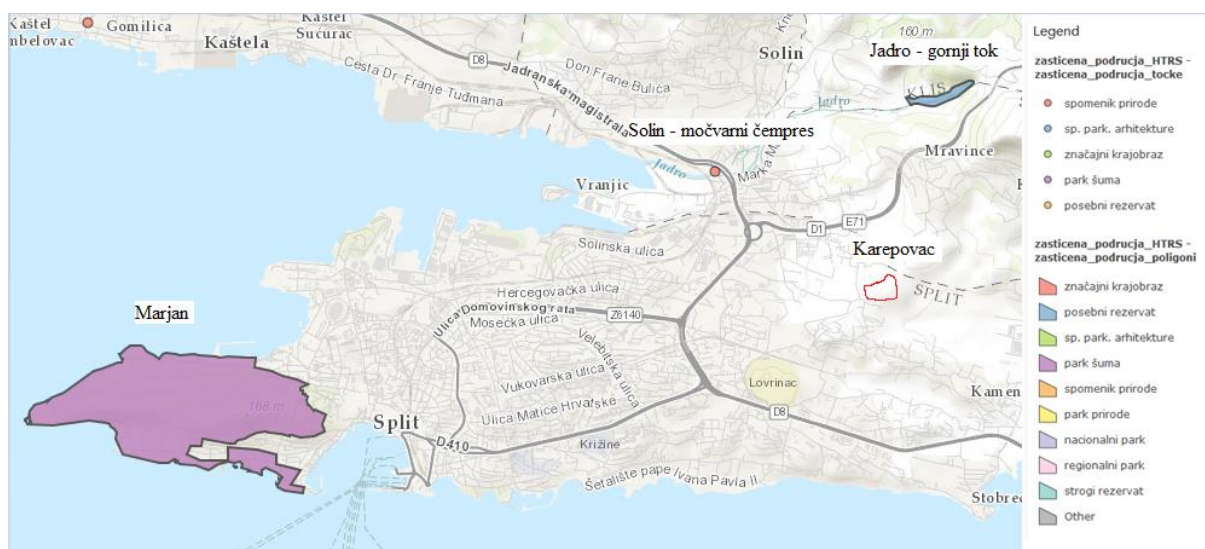
Na širem području lokacije odlagališta nalaze se četiri vodna tijela površinskih voda: JKRN935013 (Jadro), JKRN935001 (Žrnovnica), JKRN935017 (Žrnovnica) i JKRN935018 (Vilar), dok se lokacija odlagališta nalazi na području vodnog tijela podzemne vode JKGIKCPV\_10 Cetina.

IUCN (International Union for Conservation of Nature - Međunarodna unija za očuvanje prirode) definira zaštićeno područje kao: *Jasno definirano područje koje je priznato sa svrhom i kojim se upravlja s ciljem trajnog očuvanja cjelokupne prirode, usluga ekosustava koje ono osigurava te pripadajućih kulturnih vrijednosti, na zakonski ili drugi učinkoviti način.*

<sup>[2]</sup> Državni zavod za zaštitu prirode

Na području grada Splita postoje tri zaštićena područja (slika 15):

- Park šuma Marjan, udaljen oko 6 km od odlagališta.
- Spomenik prirode Močvarni čempres u Solinu (rijetki primjerak drveća), udaljen oko 2 km od odlagališta.
- Posebni (ihtiološki) rezervat Jadro – gornji tok rijeke, udaljen oko 2 km od odlagališta.



**Slika 15. Zaštićena područja u okolini grada Splita (Zaštićena područja RH - ArcGIS)**

Zbog svog visokog položaja i otvorenosti djelovanju vjetrova iz svih smjerova, laki otpad, prašina, plinovi i suspenzije se stalno šire u okoliš na kojem se talože. Zato se može reći da odlagalište ugrožava sva navedena zaštićena područja.

### 2.2.7. Vrste i karakteristike tvari koje ulaze u sustav

Odlagalište Karepovac predstavlja jedan otvoreni sustav i kao takav ima svoje ulazne i izlazne komponente. Prirodne ulazne veličine u sustav su klimatska kao i hidrološka obilježja koja su opisana u prethodnim stavkama. Prisilnu antropogenu ulaznu veličinu u sustav čini kruti otpad koji se odlaze na odlagalištu. Kruti otpad predstavlja materijal u krutom obliku koji nastaje kao produkt ljudskih aktivnosti, a koji više nije upotrebljiv te se treba ili trajno odložiti ili dati na obradu. Pod krutim otpadom ne podrazumijevamo plinove koji odlaze u atmosferu kao ni tekući otpad koje generira neko naselje (otpadne i oborinske vode).

Odlagališta otpada se dijele na sljedeće kategorije:

- odlagalište za inertan otpad,
- odlagalište za opasni otpad,

– odlagalište za neopasni otpad.

Prema svojstvima otpad može biti:

- Inertni otpad – ne reagira s drugim vrstama otpada, ne podliježe fizikalnim, kemijskim ni biološkim promjenama. Netopljiv je u vodi, negoriv, nije ni na koji način reaktivan niti biorazgradiv.
- Opasni otpad – otpad koji ima jedno od svojstava: zapaljivost, eksplozivnost, radioaktivnost, karcinogenost, toksičnost, nagrizanje, nadražljivost, ispuštanje otrovnih plinova kemijskom reakcijom ili biološkom razgradnjom.
- Neopasni otpad – nema niti jedno svojstvo opasnog otpada.

Prema mjestu nastajanja (porijeklu) otpad dijelimo na:

- komunalni otpad,
- proizvodni otpad,
- medicinski otpad,
- poljoprivredni i stočarski otpad,
- rudarski otpad,
- građevinski otpad,
- posebni otpad (eksplozivni i radioaktivni otpad).

Prema *Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada* kojeg donosi Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, slijede sljedeće odredbe:

1) Na odlagališta otpada zabranjen je prihvati:

- tekućeg otpada, osim taloga/mulja iz uređaja za pročišćavanje procjednih voda sa tijela odlagališta na kojem su sakupljene procjedne vode i pročišćene,
- otpada koji je u uvjetima odlagališta eksplozivan, nagrizajući, oksidirajući, lako zapaljiv ili zapaljiv prema odredbama posebnih propisa,
- bolničkog i drugog kliničkog otpada koji nastaje u medicinskim i/ili veterinarskim ustanovama i ima svojstva opasnog medicinskog otpada prema posebnim propisima,
- otpadnih guma,

- animalnog i klaoničkog otpada, životinjskih trupla i životinjskih prerađevina ukoliko nisu termički obrađeni prema posebnim propisima,
- otpadnih industrijskih i automobilskih baterija i akumulatora,
- otpadnih motornih vozila i njihovih neobrađenih sastavnih dijelova, koji nastaju u postupku obrade i uporabe otpadnih vozila,
- otpadnih električnih i elektroničkih uređaja i opreme,
- svih drugih vrsta otpada koje ne ispunjavaju kriterije za prihvrat otpada na odlagališta.

2) Na odlagalište za neopasni otpad dozvoljeno je odlaganje:

- komunalnog otpada prema kriterijima za prihvrat otpada,
- neopasnog otpada bilo kojeg podrijetla koji ispunjava kriterije za prihvrat otpada na odlagališta za neopasni otpad,
- stabilnog i nereaktivnog, prethodno obrađenog opasnog otpada ukoliko granične vrijednosti onečišćenja u otpadu i eluatu ne prelaze granične vrijednosti za prihvrat neopasnog otpada na odlagališta. Takav opasni otpad ne smije se odložiti na plohe namijenjene biorazgradivom neopasnom otpadu.

Pridržavajući se ovih propisa na odlagalištu Karepovac se danas odlaže samo komunalni otpad. Međutim, odlagalište je dugo vremena služilo za odlaganje ukupnog otpada koje se sakupljalo na području splitske regije, a danas dio tog otpada spada u specifične vrste otpada.

Otpad koji se nekad odlagao, a više se ne smije odlagati jest:

- **Građevinski otpad** – nastaje pri gradnji, rekonstrukciji i održavanju zgrada, a definira se prema posebnom propisu (Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom).
- **Glomazni otpad** – tu ubrajamo staro pokućstvo, otpadna vozila te elektronski otpad kao što su razni kućanski aparati i strojevi. To su posebne vrste otpada koje se danas zbrinjavaju po posebnim propisima, odnosno Pravilnicima.
- **Otpadne gume** – to su istrošene i odbačene gume. Također su predmet posebnih propisa (Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama)

Otpad koji se danas odlaže jest komunalni otpad i tu ubrajamo:

- **Kućni otpad** - nastaje u domaćinstvima kao produkt življenja a čine ga ostaci hrane, papir, staklo, karton, otpaci od čišćenja i obavljanja drugih kućanskih aktivnosti. U ovu grupu se uključuje i otpad koji nastaje u okviru poslovanja manjih trgovačkih, ugostiteljskih, zanatskih i drugih radnji, ustanova, kancelarijskih prostorija i slično.
- **Ulični otpad** - kruti otpaci koji ostaju na ulicama i javnim površinama poslije redovitog čišćenja ulica, slivnika i taložnika. Njihov sastav je sličan kućnim otpacima.
- **Industrijski otpad i mješoviti industrijski otpad** - industrijski otpad nastaje u proizvodnim procesima industrije, gospodarstvu i obrtu. Za odlaganje na odlagalištu komunalnog otpada dolazi u obzir samo inertni otpad. Mješoviti industrijski otpad je heterogeni otpad iz industrije, po sastavu sličan kućnom otpadu. U njemu uglavnom ima veći dio papira, kartona, a manje inertnih tvari. Praktički sve industrije daju ovakve otpatke na odvoz komunalnom poduzeću.

Na području grada Splita provedena su ispitivanja sastava komunalnog otpada (IPZ Uniprojekt MCF, veljača i listopad 1998. godine, kolovoz 2005. god., zima travanj 2006.). Rezultati ovih ispitivanja iznose se u tablici 1.

**Tablica 1. Sastav komunalnog otpada na području grada Splita (Plan gospodarenja otpadom u Splitsko - dalmatinskoj županiji za razdoblje 2007. - 2015. godine, 2008)**

| Red.br. | Vrsta materijala                   | Mas% |
|---------|------------------------------------|------|
| 1.      | guma                               | 0,4  |
| 3.      | papir (novine i časopisi)          | 9,8  |
| 4.      | karton                             | 8,9  |
| 5.      | staklo                             | 2,2  |
| 6.      | sitna plastika, meka               | 10,9 |
| 7.      | ostala plastika, tvrda             | 2,9  |
| 8.      | sitni metalni predmeti (Al-limen.) | 0,7  |
| 9.      | ostali metali                      | 2,0  |
| 10.     | drvo                               | 2,2  |
| 11.     | organski otpad iz kuhinja          | 15,4 |
| 12.     | odjeća i obuća                     | 1,6  |
| 13.     | tekstil                            | 2,2  |
| 14.     | boje, tinta, ljepila i smole       | 0,1  |
| 15.     | lijekovi                           | 0,1  |
| 17.     | elektronska oprema                 | 0,8  |
| 18.     | biootpad                           | 1,8  |
| 19.     | zemlja i kamenje                   | 2,1  |
| 20.     | bijela tehnika i olupine b. tehn.  | 0,4  |
| 21.     | koža i kosti                       | 0,8  |
| 22.     | PET                                | 1,7  |
| 23.     | pelene                             | 3,2  |
| 24.     | složenci (slično Tetra Pak)        | 2,3  |
| 25.     | sitnica do 40 mm                   | 27,2 |

Prema raspoloživim ispitivanjima i podacima procjenjuje se da je sastav deponija otprilike kako slijedi:

- 35% zapremnine je nedegradirana goriva tvar koja se sastoji od papira, kartona, plastike, tekstila i odjeće, gume, drva, kože i kostiju, pelena, razne ambalaže.
- 10% zapremnine je inertni dio komunalnog otpada: staklo, porculan, opeka, žbuka, pepeo i sl.
- 15% zapremnine je tehnološki otpad iz gospodarstva ovog područja. To je u pravilu inertan materijal.
- 20% zapremnine je inertna pokrivka.
- 10% zapremnine je biorazgradivi dio komunalnog otpada.
- 4% zapremnine je glomazni otpad koji se odvojeno sakuplja: kućanski aparati, elektronika, namještaj.

Ulaz u odlagalište treba sagledavati dinamički od početka njegovog korištenja 1964. g., vodeći računa s jedne strane o vrstama otpada koje su nastajale u uslužnom području te propisima koji su upravljali sa različitim vrstama otpada. Jedno je sigurno, na Karepovcu se trajno odlaže komunalni otpad, dok ostale vrste ovisno o propisima i razini kontroliranja posebnih vrsta otpada, posebno opasnog. Tek zadnjih godina, poslije 2000. g., može se reći da je odlaganje donekle kontrolirano. Međutim, i danas sve što se baci u kante za smeće odlaže se bez ikakve kontrole. Znači da i opasni otpad koji se stvara u domaćinstvima manje više završava na odlagalištu.

#### 2.2.8. Vrste i katarakteristike tvari koje izlaze iz sustava

Nakon što se odloži otpad na odlagalište u njemu se zbivaju određeni procesi koji su posljedica karakteristika materijala od kojih se sastoji otpad. Materijali mogu biti biološki, kemijski i fizikalno transformabilni (organski otpad, metali, staklo) ili netransformabilni kao što je plastika koja nije biorazgradiva.

Procesi unutar odlagališta su (Hickman, 1999):

- **Biološka razgradnja** – biološkom razgradnjom organske frakcije nastaje odlagališni plin. U početku dok je otpad svjež to je aerobna reakcija, a poslije nekog vremena uvjeti postanu anaerobni. Biološku razgradnju potiču oborinske vode. Nakon što se odloženi otpad saturira, višak vode uzrokuje nastajanje procjedne vode koja ispire otpad i sa sobom odnosi organske i neorganske tvari iz otpada.

- **Kemijska razgradnja** – unutar odlagališta javlja se niz kemijskih reakcija: oksidacija, redukcija, hidroliza, reakcije lužina i kiselina. Ovim reakcijama složeni kemijski spojevi se razlažu na manje složene spojeve koje procjedne vode ispiru iz odlagališta, a manji dio se pretvara u odlagališni plin.
- **Fizički fenomeni** – plin i procjedne vode unutar odlagališta stvaraju makro i/ili mikro "kanale" čak i kod dobro zbijenog otpada. Dnevna pokrivka je mnogo homogenija od otpada tako da se stvara diskontinuitet unutar odlagališta. Odlagališni plin je lakši od zraka, ali ako mu je put blokiran on otječe u područja manje koncentracije i nižeg tlaka. Procjedne vode u slučaju blokiranog puta otječu kanalima bez obzira kako su položeni.

Sastav plina i vode se mijenja s vremenom. Glavni sastojci odlagališnog plina su metan, ugljikov dioksid, kisik i dušik.

**Tablica 2. Sastav bioplina (Priručnik za bioplin)**

| Spoj             | Kemijski simbol  | Udio (Vol.-%)      |
|------------------|------------------|--------------------|
| Metan            | CH <sub>4</sub>  | 50-75              |
| Ugljikov dioksid | CO <sub>2</sub>  | 25-45              |
| Vodena para      | H <sub>2</sub> O | 2 (20°C) -7 (40°C) |
| Kisik            | O <sub>2</sub>   | <2                 |
| Dušik            | N <sub>2</sub>   | <2                 |
| Amonijak         | NH <sub>3</sub>  | <1                 |
| Vodik            | H <sub>2</sub>   | <1                 |
| Sumporovodik     | H <sub>2</sub> S | <1                 |

Od 1 kg krutih otpadaka teoretski nastaje 0,45 m<sup>3</sup> plinova, dok se s obzirom na stupanj razgradnje otpada u stvarnosti mogu očekivati višestruko manje vrijednosti. Metan je u koncentraciji od oko 5% sa zrakom eksplozivan. Količinski produkcija metana u direktnoj je vezi s intenzitetom razgradnje otpada, te nakon brzog postizanja maksimuma produkcija metana pada s obzirom na starost otpada. Podzemno mjerenje odlagališnog plina koje je izvršeno u travnju 2006. godine pokazuje da unutar odlagališta dolazi do aktivnih procesa biorazgradnje, praćenih stvaranjem odlagališnog plina. Analiziran je sastav plina iz 22 bušotine na dubini od 1.0 m. Primijećeno je da u širem promatranom području postoji znatna količina koncentracije metana. Koncentracija CH<sub>4</sub> dosezala je 45 vol.-%. Može se procijeniti da će koncentracije u središtu odlagališta biti mnogo veće (do 60%). Odlagalište otpada Karepovac je u fazi "stabilne

dugoročne proizvodnje plina", što znači da se procjenjuje postojanje velike proizvodnje plina tijekom vremena.

Procjedna voda odlagališta je zagađena tekućina jer prima u sebe zagađene supstance iz otpada, uključujući i proizvode biokemijskih i kemijskih reakcija koje se odvijaju u odlagalištu. Procjedne vode se sastoje od voda koje u tijelo odlagališta ulaze izvana, odnosno od padalina, infiltrirane podzemne vode, kao i vode sadržane u samom otpadu.

U procjednim vodama odlagališta najčešće se nalaze sljedeći spojevi:

- **Organsko onečišćenje:** izraženo kao BPK<sub>5</sub>, KPK i TOC.
- **Spojevi sa dušikom:** u organski vezanom obliku i u obliku amonijaka, predstavljaju najveći postotak otopljenih spojeva s dušikom u procjednim vodama. Dušik u nitratnom obliku se troši u anaerobnim uvjetima i ima ga u niskim koncentracijama.
- **Spojevi sa fosforom:** uključeni su u fizičke, kemijske i mikrobiološke transformacije. Topivost im ovisi o pH vrijednosti i u procjednim vodama su prisutni u malim koncentracijama.
- **Teški metali:** Al, As, Cu, Ba, Fe, Zn, Cd, Co, Ag, Pb i Hg.
- **Kationi:** najčešći kationi koji se javljaju u procjednim vodama su: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>.
- **Anioni:** Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup> i HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> se djelomično transformiraju. Sulfat se disorbira radi povećanja pH, a nakon disorpcije se taloži.
- **Klorirani ugljikovodici i pesticidi**
- **Specifični organski spojevi:** aromatski ugljikovodonici, fenoli, klorirani alifatski spojevi kojih obično ima u tragovima.

### 2.3. Upravljanje odlagalištem

Na suvremenim sanitarnim kontroliranim deponijama nastoji se zaštititi čovjekovo zdravlje od negativnog utjecaja odloženog otpada. Sve je regulirano propisima o tome:

1. Što se deponira (unutarnja barijera odlagališta)
2. Gdje se deponira (vanjska barijera odlagališta)
3. Kako se deponira (projekt odlagališta)

Odlagalište se mora dobro planirati, opremiti i voditi, a sve kako bi se smanjio štetan utjecaj na okoliš.

### **Ceste i funkcionalne površine**

Pristup odlagalištu treba projektirati tako da što manje smeta postojećim javnim cestama. Odlagalište treba biti imati opremu da vozila iz odlagališta ne raznose prljavštinu po javnoj cesti. Sve ceste i servisna područja unutar granica odlagališta moraju se izgraditi i održavati u skladu s kontrolom vode i zemlje, te mjerama zaštite podzemnih voda za samu lokaciju.

### **Ograda**

Odlagalište mora biti okruženo ogradom minimalne visine 2 m da se spriječi neželjeni ulazak na deponiju. Nakon prestanka radnog vremena sve ulaze treba zaključati.

### **Označavanje deponije i informacije**

Na ulazu u odlagalište potrebno je staviti ploču s nazivom «Odlagalište otpada» i sljedećim informacijama:

- ime i kategorija odlagališta otpada
- ime vlasnika odnosno upravitelja
- radno vrijeme

Također se preporuča na ploči navesti sljedeće:

- podatke o dozvoli
- telefonske brojeve za kontakt i slučaj nužde
- služba nadležna za radnu dozvolu i kontrolu deponije

### **Oblikovanje neposrednog okoliša**

Ako se odlagalište nalazi blizu naseljenog područja ili je vidljivo s prometnica trebaju se poduzeti mjere da se smanji njegov nepovoljni vizualni utjecaj, najčešće sadnjom zelenog pojasa oko odlagališta.

### **Kontrola pristupa i rada**

Na ulazu u odlagalište treba kontrolirati tko ima pristup deponiji kao i sve vrste otpada koje se odlažu i to s obzirom na porijeklo, vrstu, osobine i količinu. Ukoliko se sumnja na opasan otpad treba tražiti svu dodatnu dokumentaciju, kao ateste i analize.

### **Postupanje s površinskim i procjednim vodama**

Treba poduzimati odgovarajuće mjere smanjenja infiltracije površinskih voda u odloženi otpad i omogućiti odvodnju površinskih voda s područja odlagališta. Sve procjedne vode koje

istječu iz odlagalište moraju se prikupljati i odgovarajuće tretirati. Procjedna voda sakupljena iz odlagališta mora se pročišćavati prema odgovarajućem standardu koji definira recipijent u koji se namjerava ispustiti.

### **Zaštita tla i podzemnih voda**

Odlagalište mora ispunjavati određene uvjete koji se postižu prirodnim ili umjetnim putem da bi se spriječilo zagađivanje tla i podzemnih voda. Geološki sastav koji čini sloj podloge i bočnih stranica odlagališta treba udovoljavati zahtjevima o propusnosti i debljini. Maksimalna vrijednost koeficijenta propusnosti ( $k$ ) za debljinu sloja od 1 m, za odlagalište komunalnog otpada i sličnog neopasnog otpada ima vrijednost  $k = 10^{-9}$  m/s. Kada se ovaj uvjet ne može zadovoljiti prirodnim putem, treba poduzeti tehničke mjere da se postigne barem ista razina propusnosti.

### **Kontrola plina**

Potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere da bi se kontroliralo sakupljanje i migracija plina s odlagališta.

### **Sprječavanje ostalih štetnih utjecaja odlagališta**

Potrebno je poduzeti mjere da se spriječe ostali štetni utjecaji odlagališta na okolinu, što se odnosi na sljedeće:

- emisiju mirisa i prašine,
- odnošenje materijala vjetrom,
- stvaranje prekomjerne buke,
- privlačenje ptica, glodavaca i insekata.

### **Kontrola stabilnosti**

Da bi se osigurala stabilnost mase otpada i da se izbjegnu klizanja, na deponijima je potrebno odlagati otpad prema odgovarajućim nagibima, te po potrebi izgraditi obodne nasipe za povećanje stabilnosti pokosa otpada. Nadalje, kod izgradnje treba provoditi kontrolu kvalitete. Dokaz stabilnosti pokosa odloženog otpada, kao i mjere koje se provode u sklopu kontrole kvalitete izgradnje, određuju se u pravilu u sklopu glavnog projekta svakog odlagališta.

### **Aktivnosti na odlagalištu**

Na odlagalištu se provode dvije svakodnevne aktivnosti:

1. Provjera i prihvrat otpada koji se odlaže:
  - provjera i ispunjavanje pratećeg lista od strane posjednika otpada,

- vizualni pregled otpada prije odlaganja,
  - vaganje otpada,
  - provjera dokumentacije o otpadu prije odlaganja.
2. Nasipavanje, razastiranje, zbijanje i prekrivanje otpada.

*Iz Pravilnika o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada, članak 14 slijedi:*

Za vrijeme redovnog odlaganja otpada u tijelo odlagališta mora biti osigurano sljedeće:

1. Metoda odlaganja otpada u tijelo odlagališta mora jamčiti sigurnost osoblja odlagališta i ne smije ugrožavati sistem brtvljenja odlagališnog dna, stabilnost tijela odlagališta ili drugih tehničkih objekata odlagališta.
2. Najboljim dostupnim tehnikama odlaganja otpada u tijelo odlagališta, prekrivanjem odloženog otpada i drugim preventivnim mjerama treba sprečavati ili smanjivati na najmanju moguću mjeru raznošenje lakih frakcija otpada vjetrom, emisiju prašine i mirisa u zrak kod odlaganja, okupljanje gamadi, ptica ili glodavaca, stvaranje aerosola, mogućnost izbijanja požara.

### **Odlagalište Karepovac – stanje uredenosti, oprema i aktivnosti**

Tehnologija odlaganja na odlagalištu može se opisati kroz sljedeće aktivnosti<sup>[3]</sup>:

- vozila s komunalnim otpadom se na ulazu evidentiraju i izvagaju,
- vozilo se upućuje prema slobodnom prostoru za odlaganje otpada,
- nakon odložene dnevne količine otpada ista se pokriva dnevnim prekrivnim slojem,
- po potrebi tijekom napuštanja odlagališta vozilo ispire kotače.

Infrastruktura na odlagalištu je svedena na najosnovnije potrebe za normalan rad odlagališta. Osnovna infrastrukturna oprema kojom odlagalište raspolaže je sljedeća<sup>[3]</sup>:

- upravna i čuvarska zgrada sa sanitarijama,
- garaža za radni stroj na odlagalištu s kanalom za pregled stroja,
- spremnik za vodu za gašenje za slučaj nastanka požara,
- protupožarni put sa zaštitnim pojasom,

---

<sup>[3]</sup>Gradsko vijeće Grada Splita – Tematska rasprava o stanju odlagališta "Karepovac" – 27.11.2014

- uskladištene cijevi za gašenje požara i ostalog alata,
- prostor za čuvanje kompaktora i ostalih vozila,
- prostor za pranje kotača vozila,
- zaštitna ograda,
- reciklažno dvorište za prikupljanje sekundarnih sirovina.

### **Ulazno-izlazna zona**

Ulazno-izlazna zona nalazi se na zapadnoj strani odlagališta. Postavljanje zaštitne ograde oko cijelog odlagališta je bilo u tijeku 2014. godine (otprilike 2500 m ograde visine 2 m). Na jugoistočnoj strani reciklažnog dvorišta, ispred rampe, ugrađena je kolna vaga za vaganje punih i praznih vozila koja dovoze otpad. Uz kolnu vagu se nalazi kontejner koji kontrolira ulaz i izlaz vozila na odlagalište. Na izlazu iz odlagališta smješten je uređaj za automatsko pranje kotača svih vozila korisnika odlagališta (slika 16). Odlagalište je pokriveno 24-satnom čuvarskom službom od samog ulaza na odlagalište do mjesta trenutnog zbrinjavanja otpada. Isto tako, kamerama se evidentira ulaz svih kamiona na odlagalište i sva zbivanja u reciklažnom dvorištu.



**Slika 16. Ulaz na odlagalište otpada Karepovac (lijevo) i pranje kotača vozila (desno)**

### **Privremeno reciklažno dvorište**

Reciklažno dvorište je prostor na kojem se odvojeno sakupljaju posebne kategorije otpada, opasan otpad kao i pojedine vrste otpada iz komunalnog otpada (papir, staklo, organski otpad, metal, plastične mase). Na sjeverozapadnoj strani odlagališta nalazi se ulaz u privremeno reciklažno dvorište, površine oko 800 m<sup>2</sup>, koje je od odlagališta i prometnice odvojeno žičanom ogradom visine 2 m (slika 17). Skuplja se i privremeno skladišti sljedeći otpad: papir, karton, višeslojna tetrapak ambalaža, PET (boce), PP (gajbe, kanistri), PE HD (folija), staklena ambalaža, ravno staklo, automobilsko staklo, drvena ambalaža, drvo-namještaj iz kućanstva,

tekstil, metalna ambalaža, željezo i obojeni metali, električni i elektronični uređaji. Od opasnog otpada prikupljaju se: boje, ulja, lakovi, baterije, lijekovi iz kućanstva.

Navedeni otpad se odvojeno skladišti u za to predviđene spremnike, kontejnere i natkrivene boksove. Unutar reciklažnog dvorišta provodi se i prešanje i baliranje kartona, papira i plastične ambalaže pomoću preše za baliranje i stroja za sabijanje bala.

Privatne osobe (građani) koji žele odložiti otpad u reciklažnom dvorištu javljaju se poslovođa i radniku na vagi. Poslovođa ih upoznaje s uvjetima odlaganja i upućuje ih u reciklažno dvorište. Radnik na vagi uzima od građana podatke (iz osobne iskaznice i o vrsti otpada) koje unosi u Očevidnik o nastanku i tijeku otpada. Građani sami donose otpad do spremnika i raspoređuju ga u spremnike vodeći računa o tome da se vrste otpada ne miješaju i da iza sebe ostave uredan plato. Pojedini građanin smije jednom mjesečno donijeti u reciklažno dvorište ukupnu količinu otpada od 100 kg. S oporabiteljima koji su zainteresirani za preuzimanje neke od gore navedenih vrsta otpada Čistoća ima dogovor o preuzimanju sakupljenog otpada iz reciklažnog dvorišta na Karepovcu. Prilikom preuzimanja otpada oporabiteljima se predaje prateći list u kojem je Čistoća d.o.o. Split navedena kao proizvođač otpada, ali s naznakom da je otpad sakupljen od građana u reciklažnom dvorištu.<sup>[4]</sup>



**Slika 17. Reciklažno dvorište "Karepovac"**

### **Zona za odlaganje otpada**

Aktivni dio odlagališta na kojem se odlaže otpad je na istočnom dijelu odlagališta. Kako bi se smanjio štetan utjecaj odlagališta na okolinu radi stanovnika koji žive u blizini uveden je rad strojeva (buldožeri i kompaktor) u dvije smjene kako bi sav otpad koji se deponira do poslijepodnevnih sati prekrio zemljom, a nalogom direktora zabranjen je ulazak vozila s otpadom nakon završetka rada strojeva. Naloženo je također da kamioni - smećari koji prikupljanju komunalni otpad u popodnevnim i večernjim satima više ne dovoze tako

<sup>[4]</sup> Čistoća d.o.o. Split 2009.

prikupljeni otpad na odlagalište već da se ta vozila parkiraju u krug Tehničke službe Cistoće d.o.o. Split, te sa taj otpad iskrcava sutradan ujutro na odlagalište. Čest problem na odlagalištu je pojava neugodnih mirisa koji se intenzivnije pojavljuju u određenim dijelovima godine i u određenim dijelovima dana, a posljedica su postojanja tzv. plinskih bunara kojih trenutno ima više od 30 i koji služe za otplinjavanje tijela odlagališta. U dogovoru sa predstavnicima stanovnika koji žive u okolici odlagališta rade se postupci deratizacije, dezinfekcije i dezinfekcije koje po zahtjevu navedenih predstavnika obavlja tvrtka Cian. Postavljena je mjerna postaja za kontinuirano i automatsko mjerenje kakvoće zraka, koja je smještena na jugozapadnom dijelu odlagališta Karepovac, neposredno uz odlagališni prostor.



**Slika 18. Istovar i razastiranje otpada (lijevo) i kompaktor za zbijanje otpada (desno) na odlagalištu Karepovac**

### **Zona za prikupljanje otpadnih voda**

Na odlagalištu se prikuplja sanitarna otpadna voda, otpadna voda kojom se peru kotači vozila te oborinska i procjedna otpadna voda iz tijela odlagališta.

#### Sanitarna otpadna voda

Na ulazno-izlaznoj zoni nalazi se sabirna jama kapaciteta 2 m<sup>3</sup> za prikupljanje sanitarnih otpadnih voda. Pražnjenje provodi ovlaštena tvrtka po potrebi (oko 3-4 puta godišnje)

#### Otpadna voda iz zone za pranje kotača

Otpadna voda od pranja kotača se prikuplja u bazenu kapaciteta 30 m<sup>3</sup>. Voda se iz bazena prelijeva preko dva preljeva i mehaničkog filtra nakon čega se vraća u dobavnu pumpu i opet se koristi za pranje kotača. Po potrebi, voda iz bazena se prazni putem autocisterne. Mulj i blato iz taložnika cisternom se odvoze osobi koja je ovlaštena za zbrinjavanje, obradu ili oporabu otpada.

### Oborinske vode i procjedne vode iz tijela odlagališta

Pošto odlagalište nema izvedeni sustav drenažne i oborinske odvodnje, procjedne i oborinske vode se kreću slobodnim putevima i slijevaju u retencijske lagune (depresiju s nekoliko zemljanih nasipa) na najnižoj strani odlagališta (slika 19). Akumulirana otpadna voda se odvozi autocisternama na Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda CUPOV "Stupe" jer odlagalište nema vlastit uređaj za pročišćavanje. Naloženo je i pojačano crpljenje kako se procjedne vode ne bi eventualno prelijevale na okoline površine kao što je bilo zabilježeno u siječnju 2009. god. kada su opasne procjedne vode predstavljale "sustav za navodnjavanje" maslinika i polja oko Karepovca. Dno i bokovi retencijskih laguna nisu izvedeni s vodonepropusnim brtvljenjem, što znači da eluati iz ovih laguna ugrožavaju okoliš. Kakvoća procjedne vode ispituje se periodički, četiri puta godišnje od strane ovlaštenog laboratorija (Nastavni zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije) gdje se ispituju pH, suspendirane tvari, BPK<sub>5</sub>, KPK, sulfati, kloridi, ukupni dušik, nitrati, ukupni fosfor, ukupna ulja i masti, mineralna ulja, fenoli, arsen, kadmij, krom, živa, nikal, bakar, cink i olovo.



**Slika 19. Retencijske lagune procjednih i oborinskih voda odlagališta Karepovac**

## 2.4. Zaključak

Splitsko odlagalište otpada "Karepovac" jedino je službeno odlagalište komunalnog otpada na ovom području i koristi se još od 1964. godine.

Odlagalište Karepovac u sadašnjem stanju predstavlja nesanirano i neuređeno odlagalište komunalnog otpada. Odlagalište nema izvedene temeljne brtvene sustave, nema izvedeni drenažni sustav za prikupljanje površinskih kao ni procjednih voda. Zemljište nije spojeno na javnu vodovodnu mrežu. Iz navedenoga slijedi zaključak da odlagalište ne ispunjava najosnovnije uvjete zaštite okoliša. U sadašnjem stanju utjecaj odlagališta se očituje u mogućem procjeđivanju procjednih voda u podzemlje te dalje u more i manjim dijelom u površinske vode iz razloga što odlagalište nema brtvene sustave. Za otplinjavanje tijela odlagališta koristi se 30 plinskih bunara. Odlagališni plin nekontrolirano odlazi u zrak, te osim što doprinosi efektu staklenika, u većim količinama može imati negativan utjecaj na ljudsko zdravlje. S odlagalištem Karepovac se od početka ne upravlja kako treba jer se u prošlosti otpad nekontrolirano odlagao dugo vremena. Što se sve nalazi na odlagalištu može se samo pretpostaviti polazeći od socio-ekonomskih i industrijskih značajki u uslužnom području.

Odlagalištem upravlja Čistoća Split d.o.o. Odlagalište je opremljeno osnovnom infrastrukturom kako bi imalo uvjete za normalan rad. Čest problem je pojava neugodnih mirisa kao i nekontrolirano prelijevanje procjednih voda na okolne poljoprivredne površine. Oborinske i procjedne vode odlagališta koji se nalazi iznad terena se nekontrolirano sakupljaju u retencijskim lagunama koje se povremeno prazne autocisternama koje tu vodu odvoze na CUPOV "Stupe". S obzirom sa CUPOV "Stupe" ima samo prethodno pročišćavanje jasno je da se eluat direktno ispušta u obalno more kod Stobreča.

Monitoring koji bi se trebao provoditi na odlagalištu kako bi se osiguralo da odlagalište zadovoljava sve propisane standarde ne provodi se na odlagalištu Karepovac. Postoji jedino mjerna postaja za kontinuirano i automatsko mjerenje kakvoće zraka i jednom mjesečno se prati sastav odlagališnog plina. Ostali sadržaji monitoringa kao što su procjeđivanje filtrata, kvaliteta podzemne vode oko lokacije, razina i kvaliteta filtrata u retencijskim lagunama, razina podzemne vode i stabilnost pokrovnog sustava se ne provode.

Iz svega navedenog zaključak je da se upravljanje odlagalištem Karepovac ne provodi u skladu sa zadanim zakonskim, ekološkim, sociološkim i tehnološkim regulativama te da je odlagalište veliki zagađivač okoliša. Kako odlagalište mora zadovoljavati EU propise morat će se sanirati i to s velikim troškovima, a sama sanacija će biti vrlo složena i neizvjesna.

### **3. DOSADAŠNJA RJEŠENJA I AKTIVNOSTI**

#### **3.1. Prikaz aktivnosti i rješenja vezanih uz gospodarenje otpadom na području Splita**

##### **Aktivnosti od 1974 godine**

Počeci rješavanja problema s odlagalištem Karepovac počeli su već 1974. godine, samo 10 godina nakon što se odlagalište počelo koristiti. Tadašnja Skupština općine Split donijela je Odluku o osnivanju Ekološkog fonda Općine. Odlukom je propisano da svi vlasnici motornih vozila godišnje uplaćuju godišnju ekološku taksu, a sredstva koja bi se prikupila tim putem bi osigurala dio kapitala za izgradnju pogona za tretman komunalnog otpada i za sanaciju odlagališta. Sljedećih 20 godina nije bilo nikakvih aktivnosti vezanih uz rješavanje problema gospodarenja komunalnim otpadom. Kako su problemi bili sve veći a propisi zahtjevniji Grad je počeo razmišljati o mogućem uređenju odlagališta, odnosno o rješavanju problema gospodarenja otpadom.

##### **Aktivnosti od 1989 godine; Aktivnosti vezane uz projekt METAP Kaštelanski zaljev**

Početkom 1990 godine na području Splita se počeo realizirati projekt MAP-a METAP – Kaštela Bay kojeg je financirala Svjetska Banka preko UNEP-a. Projekt se bavio zaštitom zaljeva od onečišćenja i njegovom revitalizacijom. Naime, Kaštelanski zaljev je bio proglašen jednom od crnih točaka Mediteranskog područja.

Jedna od komponenti tog projekta je bila problematika gospodarenja otpadom. Aktivnostima projekta problematika otpada je sveobuhvatno i detaljno analizirana u skladu sa zakonskim propisima i strategijama tog vremena. Analizirane su potencijalne lokacije za novo odlagalište te problematika odvojenog sakupljanja. Kao najpovoljnija lokacija za odlagalište proizašla je kava u Kaštelima čemu su se kaštelani oštro protivili. Rješenje se baziralo na iskustvima Njemačke tako da je naglasak bio na procesima reciklaže i odvojenog sakupljanja.

Rat je zaustavio aktivnosti na realizaciji METAP projekta jer je Svjetska banka zamrzнула svoje aktivnosti u Hrvatskoj. Završetkom rata 1996 godine Svjetska banka i druge međunarodne institucije EBRD su se ponovo počele zanimati za projekt Kaštelanskog zaljeva te su nudile kredite za njegovu realizaciju. Time su stvoreni preduvjeti za realizaciju sustava koji su bili u funkciji zaštite Kaštelanskog zaljeva. Time je započeta izgradnja kanalizacijskih sustava Split-Solin i Kaštela-Trogir te je osnovana agencija Eko- Kaštelanski zaljev.

Komponenta projekta vezana uz otpad je zbog problema s izborom lokacije odlagališta izostavljena iz projekta i planova financiranja.

### **Aktivnosti od 1997 godine; Rješenje 1.**

Raspravljajući o problemu splitskog odlagališta otpada Gradsko poglavarstvo je na sjednici u rujnu 1997. godine odlučilo potražiti rješenje putem međunarodnog javnog nadmetanja. Institutu građevinarstva Hrvatske povjrena je izrada dokumentacije za nadmetanje, za raspis i provedbu nadmetanja, te za analizu i sistematiziranje očekivanih ponuda. Gradskom poglavarstvu su bila od pomoći i istraživanja koja su se ranije provodila a posebno:

1. Studija mogućnosti "Rješenje problema komunalnog otpada za područje Splita"; (tadašnji) Građevinski fakultet Split, 1991. god.
2. Studija mogućnosti "Rješenje problema komunalnog otpada za područje Splita"; "ECO ADRIA" Split, rujan 1997. god.
3. Studija mogućnosti "Otoci Županije Splitsko-dalmatinske – zbrinjavanje krutog otpada"; "ECO ADRIA" Split, rujan 1997. god.

Na osnovu ovih istraživanja i uz pomoć vlastitih spoznaja Gradsko poglavarstvo Split izdaje u veljači 1999. godine:

### **IZBOR TEHNOLOGIJE GOSPODARENJA KOMUNALNIM OTPADOM ZA PODRUČJE SPLITA; REZULTATI JAVNOG NADMETANJA**

Javnim međunarodnim nadmetanjem se tražilo:

- Sustav gospodarenja ukupnim otpadom – ideje
- Idejno rješenje sanacije postojećeg odlagališta "Karepovac" sa programom istražnih radova
- Idejno rješenje tehnologije gospodarenja komunalnim otpadom
- Idejno rješenje nove sanitarne deponije

Javno međunarodno nadmetanje raspisano je 12. veljače 1998. godine. Ponude rješenja je predao 21 ponuđač, od čega je njih 15 ostalo za operativno razmatranje. Prispjele ponude su se nakon postupka eliminacije mogle razvrstati kako slijedi:

1. Tehnologija sanitarne deponije – 2 ponude
2. Tehnologija termotretmana u spalionici – 6 ponuda
3. Tehnologija isplinjavanja Fluff-a RDF – 1 ponuda
4. Tehnologija selektiranja

- (1) sa naglašenom primarnom selekcijom – 2 ponude
- (2) selektiranje u specijaliziranom pogonu uz određeni stupanj primarne selekcije – 4 ponude

Gradsko poglavarstvo od svih ponuđenih tehnologija odabire i usvaja TEHNOLOGIJU ZASNOVANU NA SELEKTIRANJU KOMUNALNOG OTPADA U SPECIJALNOM POGONU u kome se ukupni komunalni i slični otpad odvaja na:

- gorivi dio koji se mehanički dorađuje u tzv. "Fluff RDF" koji služi kao alternativni energent u termo procesima,
- biorazgradivi dio koji se pretvara u kompost koji služi kao pokrivka na sanitarnoj deponiji ili eventualno za agropotrebe,
- sve vrste metala koji se vraćaju u reprodukciju,
- inertni dio koji se odlaže u sanitarnu deponiju.

Ukupan tehnološki proces odvija se u zatvorenom prostoru, u hali površine oko 8.000 m<sup>2</sup>. sva radna mjesta su odzračena i odprašena, prostor se zimi grije tako da su radni uvjeti adekvatno organizirani. Za ovaj proces se može reći da spada u aktualnu europsku tehnologiju, te je ekološki izuzetno dobar. Za naglasiti je da tehnologija selektiranja traži da se unaprijed pouzdano zna kuda će se usmjeriti selektiranjem dobiveni materijali, pri čemu se prvenstveno misli na gorivi dio.

Gradsko poglavarstvo Split se usuglasilo da se iz kompleksa točke "Gospodarenje ukupnim otpadom" prihvati i provede PRIMARNA SELEKCIJA zasnovana na:

- odvojenom skupljanju papira i kartona na mjestu nastajanja (poseban kontejner),
- odvojenom skupljanju multimaterijala (posebni kontejner za boce od stakla, boce od razne vrste plastike, Alu-doze, plastike, svi metali),
- skupljanju ukupnog ostalog komunalnog otpada (postojeći kontejneri od 1100 l).

Kroz par godina kad se predloženi oblik primarne selekcije razvije može se očekivati da će se na ovaj način odvajati do 25 % od ukupnog komunalnog otpada. Taj će materijal, razvrstan u pogonu, ponovno ići u reprodukciju.

Sanacija odlagališta Karepovac izvršit će se na licu mjesta. Oblik odlagališta će se nešto geometrijski izmodelirati, a onda će se na pripremljenu površinu nanijeti sloj šljunka, folija geotekstila, snažan sloj gline i bentonita, te vegetativni sloj. Postavit će se horizontalni drenažni sloj, bunari za otplinjavanje, sistem cijevi za transport plina, te ostali zahvati uključivo baklja

za izgaranje ili motor za korištenje plina. Zahvatit će se procjedne vode i odgovarajuće tretirati. Prethodno treba provesti ozbiljan program istražnih radova. To će trajati 2-3 mjeseca. Radovi na sanaciji potrajat će 1-2 godine. Organizirat će se trajna služba monitoringa. "Karepovac" će nakon sanacije biti "zelena oaza". Nakon 15-20 godina može dobiti namjenu po odluci grada.

Gradsko poglavarstvo se u svojim stavovima vodilo ključnim pretpostavkama:

- postojeća deponija Karepovac se zatvara 2001. godine,
- nova sanitarna deponija "Kraljevci" (općina Lećevica) počima sa prihvatom otpada od kraja 2000. godine,
- tehnološki i opasni otpad se sakuplja, prevozi i zbrinjava nezavisno o komunalnom otpadu.

Jedno od ključnih pretpostavki predstavljalo je područje "Kraljevci" u općini Lećevica, kao lokacija novog pogona gospodarenja ukupnim otpadom, a posebno komunalnim. Naime, općina Lećevica je svojom odlukom to područje veličine cca 1.0 milijun m<sup>2</sup> (100 ha) stavila na raspolaganje gradu Splitu upravo za lociranje pogona za suvremeno gospodarenje otpadom. U tom smislu, kao preduvjet za nadmetanje, izvršena su sva ispitivanja ove lokacije osim bojenja podzemnih voda.

Značajno je zbog realizacije programa i zbog održavanja dinamike, da se poduzmu sve mjere da lokacija Kraljevci (ili neka druga lokacija) bude neposredno službeno regulirana Prostornim planom općine Lećevica ili prostornim planom odgovarajuće općine i prihvaćena Prostornim planom Županije. Gradsko poglavarstvo preporuča da se na istoj lokaciji Kraljevci (ili nekoj drugoj lokaciji) riješe problemi prihvata i tretmana, po europskim standardima, ukupnog komunalnog i tehnološkog otpada Splitsko-dalmatinske županije. Sanacija Karepovca ne bi smjela ići u postupak prije nego se definira stav u odnosu na novu sanitarnu deponiju. Radi mjera predostrožnosti, u nastojanjima da se odlagalište Karepovac što manje optereti, zabranit će se na Karepovcu odlaganje bilo kakvog otpada osim komunalnog.

Gradsko poglavarstvo grada Splita će temeljem izloženog ugovoriti izradu projekata, te izradu investicijske dokumentacije koja će poslužiti za definiranje ugovora između grada Splita i poslovnog partnera. Tim ugovorom će se regulirati svi važni odnosi važni za operativnu realizaciju svih radova od interesa za trajno rješenje problema komunalnog otpada. Svakako uz potpunu sanaciju odlagališta Karepovac.

Aktivnosti vezane ovim rješenjem nisu provedene, osim što se kroz par godina zabranilo odlaganje bilo kakvog otpada osim komunalnog.

**Aktivnosti od 2005 godine; Rješenje 2.**

U ožujku 2005. dobivena je lokacijska dozvola (klasa: UP/I 350-05/04-01/00136/LJB) za sanaciju odlagališta Karepovac, temeljem Idejnog rješenja IGH d.d., studeni 2004., - navedena lokacijska dozvola je predvidila zatvaranje Karepovca kroz 2005. Donošenjem novog Prostornog plana uređenja, te GUP-a Grada Splita stvorili su se uvjeti za izradu novog Idejnog rješenja sanacije Karepovca, kojim bi se omogućilo korištenje Karepovca do početka rada Županijskog centra za gospodarenje otpadom koji se planirao realizirati u naredne 4 godine

Nove izmjene sagledane su u novom idejnom rješenju koje u siječnju 2006. godine izdaje Institut građevinarstva Hrvatske d.d., Poslovni centar Split pod nazivom:

**SANACIJA ODLAGALIŠTA KOMUNALNOG OTPADA KAREPOVAC, GRAD SPLIT; STRUČNA PODLOGA ZA ISHOĐENJE LOKACIJSKE DOZVOLE**

Grad Split je 2000. godine donio odluku o zatvaranju "Karepovca" sa 1.01.2005. godine. Kod toga se Gradsko vijeće grada Splita rukovalo informacijama iz Županije da će već 2001. godine biti potvrđena lokacija za izgradnju županijskog "Centra za gospodarenje otpadom" koja je predviđena Prostornim planom Županije. Centar bi služio za prihvati i obradu komunalnog otpada za sve gradove i općine Županije splitsko-dalmatinske, uključivo i otoke. U okviru Centra bilo bi u funkciji i sanitarno odlagalište koje bi služilo za potrebe postupaka u Centru, ali i posebno za odlaganje dijela tehnološkog otpada koji nastaje u tehnološkim procesima u Županiji. Gradsko vijeće Splita, pozivom na već izneseno, donijelo je u jesen 2000. godine odluku o zatvaranju Karepovca, ali i o sanaciji Karepovca. U tom smislu donesena je i odluka o namjenskom povećanju cijene prikupljanja, odvoza i odlaganja otpada, koja je u primjeni od 1.07.2001. godine. Za sanaciju odlagališta Karepovac izrađena je i usvojena "Studija utjecaja na okoliš" u 2000. godini koja je među inim naložila provođenje određenog opsega istražnih radova, rezultati kojih su morali dati osnove za projektiranje zahvata. Ti istražni radovi provedeni su i završeni u 2002. godini.

Svaka rasprava o Karepovcu direktno je vezana za realizaciju ideje o osnivanju i izgradnji županijskog Centra za gospodarenje otpadom. Tek kad županijski Centar pođe u punu funkciju Karepovac će se definitivno zatvoriti. Dotad Karepovac mora biti u funkciji koja će biti zasnovana na zakonskim ograničenjima. To znači da se istočno od postojećeg odlagališta, u nastavku, mora izgraditi uređena ploha (sanitarna deponija) za odlaganje novog otpada. Izgradnjom sanitarnog odlagališta koje će prihvaćati novi otpad, do sada naraslo odlagalište otpada na Karepovcu može ići u postupno saniranje. Uvidom u stanje odlagališta

Karepovac, prostorno-plansku dokumentaciju, dosad izrađene elaborate i projekte te procjenu da bi rad županijskog Centra trebao započeti krajem 2009. godine proizašli su sljedeći ciljevi u smislu rješenja problema odlagališta Karepovac:

- **sanacija** postojećeg stanja odlagališta
- **zatvaranje** odlagališta po priključenju Grada Splita u integralni sustav gospodarenja otpadom Splitsko-dalmatinske županije

Sanacija postojećeg stanja predviđa djelomično preslagivanje otpada iz razloga što postojeća geometrija odlagališta ne odgovara projektnim zahtjevima. Površina predviđena za odlaganje novog otpada iznosi 36.000 m<sup>2</sup>, na koju bi se prebacio i višak otpada nastao prilikom sanacijskih radova na postojećem dijelu odlagališta. Novi otpad će se deponirati odmah uz postojeći, na za to pripremljenu uređenu plohu, a nagibi pokosa otpada i visina do koje će se odlagati biti će jednaka kako i za postojeći otpad.

Sanitarno odlaganje otpada predviđa izgradnju popratnih građevina oko tijela deponija, a to su: porta, ograda, obodna prometnica, obodni kanal, zeleni pojas, sabirni bazen za procjedne vode, uređaj za pročišćavanje procjednih voda, plinska stanica, itd. Ovim idejnim rješenjem uređaj za pročišćavanje procjednih voda (UPPV) Karepovca smješten je na lokaciji današnjeg Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (CUPOV) Splita "Stupe" na TTTS-u. Do samog uređaja predviđa se izgraditi cjevovod kojim bi se dovodila procjedna voda prethodno sakupljena u zatvorenom sabirnom bazenu za procjedne vode, smještenom na lokaciji samog odlagališta.

#### Sanacija postojećeg dijela odlagališta

Sanacija postojećeg stanja predviđa djelomično preslagivanje otpada iz razloga što postojeća geometrija odlagališta ne odgovara projektnim zahtjevima. Ovo je potrebno zbog stabilnosti samih pokosa deponije a i zbog odvodnje oborinskih voda. Postojeće smeće će se presložiti tako da zauzme oblik krnje piramide, te zatim prekriti završnim prekrivnim sustavom. Pokosi tako formiranog odlagališta iznosili bi 1:3 (1:5), te 1:4 na zapadnoj strani, dok bi gornja površina odlagališta imala poprečne padove od 5 %. Na ovaj način dobit će se i odgovarajući prostor za ostale potrebne građevine (obodna prometnica, obodni kanal, sabirni bazen, plinska stanica, zeleni pojas, itd.).

Jedan od problema odlagališta je stvaranje procjednih voda u dnu odlagališta. Stari otpad je potrebno što prije prekriti završnim prekrivnim sustavom, te zatravniti. Nakon izvedbe

završnog prekrivnog sustava smanjiti će se infiltracija oborinske vode u otpad i količina procjednih voda. Oborinska voda koja će se ipak cijediti kroz gornji prekrivni sloj u većem dijelu će se drenirati kroz drenažni sloj za vodu položen ispod prekrivnog sloja do drenažnog kanala izvedenog po obodnom rubu odloženog starog otpada. Istom logikom po rubu istočnog pokosa postojećeg odlagališta izvest će se drenažni kanal koji bi prikupljao procjedne vode koje danas slobodno teku po površini istočno od odlagališta. Na najnižoj koti terena izvela bi se odvodna cijev ispod dna nove sanitarne deponije s kojom bi se sva prikupljena procjedna voda (iz obodnih i istočnog drenažnog kanala) odvodila do zatvorenog sabirnog bazena za procjedne vode koji će se nalaziti na istočnom dijelu odlagališta iza sanitarne deponije te dalje cjevovodom (cca. 700 m) do uređaja za pročišćavanje procjednih voda (UPPV-a) smještenog na području centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (CUPOV-a) "Stupe" na TTTSu. U sabirni bazen, odnosno uređaj za pročišćavanje dolazit će i procjedne vode iz novog dijela deponije. Tako prikupljene procjedne vode obraditi će se na način da zadovoljavaju uvjete vezane uz priključak na gradsku kanalizaciju. Poslije obrade pročišćene vode se mogu priključiti na gradsku kanalizaciju otpadnih voda.

Istražni radovi su pokazali da je u ovom dijelu odlagališta biorazgradnja odloženog otpada skoro pri kraju pa je i moguća proizvodnja odlagališnog plina vrlo niska. Radi toga se na ovom dijelu odlagališta predviđa izvesti pasivno otplinjavanje, kojeg čini drenažni sloj sustava za otplinjavanje i to kao sloj geokompozitnog drena za plin koji se postavlja ispod bentonitnog tepiha. U tom sloju bi se sakupljao plin dok bi se ispuštanje istog vršilo preko odušaka postavljenih na karakterističnim mjestima na višim kotama odlagališta. Ovisno o količinama i kvaliteti plina mogu se postavljeni odušci cijevima spojiti u sustav kojim se plin upućuje na baklju i izgaranje. Na postojećem dijelu odlagališta gdje su procesi biorazgradnje još uvijek u visokoj fazi, tzv. «Istočni dio» predviđa se aktivno otplinjavanje putem plinskih bunara. Na ovom dijelu plin će se tretirati na isti način kao i kod novog dijela deponije.

Otpad treba prekriti završnim prekrivnim slojem koji ima osnovnu funkciju minimaliziranja procjeđivanja oborinske vode u otpad i stvaranje procjednih voda, te prikupljanja odlagališnog plina u cilju uspostave kontroliranog otplinjavanja odlagališta. Završni prekrivni sloj treba prekriti humusom debljine 10 cm te nakon toga zatravniti.

#### Sanitarna deponija za prihvrat novog otpada

Novi otpad će se odlagati na uređenu plohu. Pojam "uređena ploha" se odnosi na plohu za odlaganje novog otpada s donjim brtvenim slojem i sustavom za sakupljanje procjednih

voda. Predviđena tlocrtna površina na kojoj se predviđa izgraditi nova sanitarna deponija iznosi oko 36.000 m<sup>2</sup> (uključivo i unutarnji pokos obodnog nasip).

Kao temeljni brtveni sloj predviđa se iskoristiti prirodno slabo propusno tlo od gline koje je potrebno izvesti u odgovarajućim nagibima, odnosno prilagoditi uvjetima za odvođenje procjednih voda. Na pripremljenu podlogu polaže se HDPE hrapava geomembrana s kojom se dodatno brtvi dno odlagališta. Kao zaštita geomembrane predviđa se netkani geotekstil na kojeg se postavlja sloj šljunka koji ima svrhu drenažnog sloja za procjedne vode. U sloju šljunka se postavljaju HDPE drenažne cijevi za efikasno izvođenje procjednih voda izvan trupa odlagališta. Poviše drenažnog sloja za vodu predviđen je netkani geotekstil kao dodatna zaštita od oštećenja brtvenih slojeva. Poviše toga će se postaviti pjeskovit zaštitni sloj debljine 30 cm.

Sustav za sakupljanje procjednih voda koji se izvodi na samoj plohi gdje se odlaže otpad čine drenažni šljunak i drenažne cijevi kojom se sakupljena procjedna voda izvodi van tijela odlagališta. Ispod i iznad drenažnog šljunka potrebno je postaviti zaštitni, odnosno filterski/separacijski geotekstil.

Na ovom dijelu odlagališta predviđa se aktivno otplinjavanje, što podrazumjeva sistem cijevi koji se spajaju u mrežu i zajedno s bunarima čine zatvoreni sustav za otplinjavanje odlagališta. Zahvaćeni plin se odvodi na baklju ili generator u svrhu proizvodnje električne energije.

Da bi se spriječilo prodiranje oborinske vode u tijelo deponije i spriječilo nekontrolirano ispuštanje plinova u atmosferu, novi otpad se pokriva završnim prekrivnim slojem čim na dijelu odlagališta dostigne projektiranu visinu. Završni prekrivni sloj treba prekriti humusom u sloju debljine min. 10 cm te nakon toga zatravniti.

Drenirana procjedna voda (sirovi eluat) izvodi se izvan tijela otpada, te sustavom cjevovoda odvodi do zatvorenog sabirnog bazena. Na osnovi standardnih literaturnih pokazatelja kakvoće eluata iz odlagališta diljem Europe, planira se izvedba biološkog SBR (Seqencing Batch Reactor) uređaja, pogodnog za obradu diskontinuiranih dotoka visoko opterećenih otpadnih voda s izraženim fluktuacijama u protoku, koje se mogu očekivati u periodu do zatvaranja odlagališta Karepovac. Sirovi eluat će gravitacijski dotjecati do crpne stanice UPPV-a iz koje će se influent crpiti u reaktorski SBR spremnik, gdje će se obavljati aeracija, mirovanje (anaerobna faza), taloženje i dekantiranje preko skimera čiste vode (efluent). Po potrebi bioaktivni povratni mulj će se programski ubacivati u dotok influenta zbog održavanja biologije procesa, a višak mulja će se prebacivati u spremnik za mulj gdje se vrši

njegovo ugušćivanje i daljnja stabilizacija. Nakon 15-20 dana, mulj će se ispumpavati iz spremnika s pomoću cisterne i odvoziti natrag na razastiranje po sanitarnoj deponiji.

#### Monitoring

##### *NAPOMENA:*

*Za potrebe sancije odlagališta Karepovac izrađena je Studija utjecaja na okoliš, te izdano Rješenje o prihvatljivosti zahvata za okoliš (Klasa:UP/I-351-02/00-06/28; Ur.broj.531-05/01-DR-00-07) dana 15. siječnja 2001. od strane Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja. U skladu s tim, prilikom izrade daljnje projektne dokumentacije i same izvedbe sanacije i zatvaranja odlagališta Karepovac, poštivat će se u potpunosti mjere zaštite okoliša, kao i monitoring (koji se odnosi na praćenje kvalitete podzemne vode, te sastava i količina određenih tvari u procjednoj vodi i deponijskom plinu) predložen gore navedenim Rješenjem.*

Sažeto, u smislu monitoringa kvalitete podzemnih voda nizvodno od odlagališta Rješenje propisuje da je potrebno postaviti dvije piezometarske bušotine, a uzvodno jednu. Piezometri se postavljaju kako bi se ustanovila kvaliteta podzemne voda prije odlagališta i kvaliteta podzemne vode nakon što ona prođe ispod odloženog otpada. U smislu monitoringa procjednih voda (eluata) iz odlagališta, projektom se predviđa modifikacija/nadopuna programa mjera koje su predviđene Rješenjem. Stoga se projektom predviđa da se prije detaljnog tehnološkog dimenzioniranja UPPV-a izvrši tzv. "treatability trial" (TT) i monitoring kakvoće kaptiranog eluata (MKKE) u periodu u kojem je realno očekivati ustaljivanje njegove kakvoće (MKKE 3-6 mjeseci, moguće i manje). Tek nakon uspješno završenih TT i MKKE može se očekivati dobivanje pouzdane podloge za tehnološko dimenzioniranje UPPV-a.

Kontrola plinova vrši se mjerenjem polutanata u zraku ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  i  $\text{O}_2$ ). Kontrola kvalitete podzemne vode, procjedne vode i odlagališnog plina provodi se prema "Pravilniku o uvjetima za postupanje s otpadom". S obzirom da se u prirodni recipient upuštaju i oborinske vode, potrebno je prije ispuštanja kontrolirati njenu kvalitetu uzimanjem uzorka iz kontrolnog okna. Na odlagalištu treba konstantno provoditi kontrolu slijevanje otpada (geodetskim snimanjem) i sastava otpada, kontrolirati cjeloviti rad sustava za površinsku i procjednu vodu, kontrolirati stanje prometnica itd. Također se napominje da je nakon zatvaranja deponiju potrebno održavati još najmanje 20 godina.

Aktivnosti vezane ovim rješenjem tj. sanacija i zatvaranje odlagališta do 2010. god. nisu provedene.

**Aktivnosti od 2010 godine; Rješenje 3.**

Krajem 2009. i početkom 2010. godine Gradsko vijeće je u razmatranju problema s odlagalištem otpada Karepovac, ali i u svijetlosti razvoja Grada, donijelo sljedeće odluke:

- Odlagalište komunalnog otpada Karepovac će se zatvoriti za prijem novog otpada kada proradi novi Regionalni centar čistog okoliša. U međuvremenu, dok se Regionalni centar bude gradio, odlagalište „Karepovac“ će moći ići u puni proces sanacije jer će predviđena tehnologija moći primati i novi otpad. Odlagalište otpada Karepovac će se totalno sanirati i tako dobiveni teren će se moći odmah korisno upotrijebiti u skladu s UPU dokumentom. Faza pripremnih radnji za sanaciju očekuje se da će trajati dvije godine, a sama sanacija još četiri godine. To je definitivna odluka grada Splita.
- Otvara se procedura ispitivanja solucija koje stoje na raspolaganju (Republički fond za zaštitu okoliša, sredstva fondova EU, sredstva Svjetske banke itd.) radi osiguranja potrebnih financijskih sredstava.
- Nastavlja se ubiranje posebne takse za sanaciju Karepovca koja je na snazi od 01.07.2001. i to do kraja 2019. godine.
- Očekuje se da će primjenom ovih postupaka grad Split za poslove sanacije i dalji otkup zemljišta imati na raspolaganju nešto preko 20,0x10<sup>6</sup> EUR-a. Time se Grad deklarirao kao ozbiljan poslovni partner.
- Važno je naglasiti da je grad Split vlasnik ukupnog terena koji je pod otpadom, te jednim dijelom parcela u neposrednoj blizini.

U siječnju 2011. godine PROJEKTNI BIRO SPLIT d.o.o. izdaje svoj prijedlog sanacije odlagališta Karepovac pod nazivom:

**SANACIJA ODLAGALIŠTA OTPADA KAREPOVAC – SPLIT; IDEJNO RJEŠENJE**

Predviđenom sanacijom odlagališta otpada Karepovac ostvarili bi se sljedeći ciljevi:

- Potpunom eliminacijom odlagališta otpada Karepovac rješava se najveći ekološki problem grada Splita, ali i susjednih gradova i općina
- Sanacijom odlagališta otpada Karepovac trajno se eliminira opasnost od požara i eksplozije

- Postiže se kvaliteta zraka, ali i voda koje se nalaze na površini (ili pri površini – bunari), ali i vode u podzemlju
- Vizualni efekti i ugođaji bit će konačno u punoj ravnoteži s prirodom toga krajolika
- Definitivno se i trajno eliminiraju emisije stakleničkih, odnosno deponijskih plinova
- Eliminacijom odlagališta konačno dobivamo, u užem smislu, ozdravljen teren za korisnu upotrebu u skladu s Urbanističkim planom uređenja
- Svi okolni tereni i ostale nekretnine dobivaju na vrijednosti što doprinosi rastu materijalne moći granana, zahvaljujući činjenici da prestaje efekt hipoteke
- Definiranjem Urbanističkog plana uređenja otvara se velika mogućnost građenja i opremanja objekata
- Otvaraju se vizije zasnivanja velikog broja novih radnih mjesta, a time i rast potrošnje
- Generalno, otvara se proces programiranog fizičkog razvoja grada u idućim decenijama
- Vrijednost onoga što će se izgraditi i što će u ukupnom prihodu grada i društva značiti višestruko prelazi vrijednost onoga što će se uložiti

Tehnološki postupci sanacije koji se mogu uzeti u obzir svode se na četiri moguće solucije od kojih se potpuna sanacija dijeli na dvije, tako da se u razmatranje uzima pet mogućih solucija:

- 1) status quo
- 2) otkop i premještanje odložene materije na novi sanitarni deponij
- 3) izolacija s otplinjavanjem
- 4) potpuna sanacija
  - (a) primjena "biopuster" tehnologije
  - (b) primjena "smell-well" tehnologije

#### Status quo

Ovo je moguća solucija koja uostalom traje već gotovo 50 godina. Solucija pretpostavlja da se konačno prestane s dovozom i odlaganjem novog otpada. To znači da bi se izgradio i stavio u funkciju novi županijski Centar za gospodarenjem otpadom, a kad se to dogodi Karepovac će se, kroz 3 do 5 godina, zatvoriti. Ako se ne želi ništa definitivno poduzimati ipak bi odloženu materiju trebalo geometrijski konfigurirati zbog sigurnosti da ne dođe do odrona bočnih dijelova, ali i zbog osiguranja efikasne odvodnje oborinskih voda. Oko odlagališta bi trebalo izgraditi cestu, odlagalište bi trebalo ograditi, treba ga osvijetliti i kultivirati s nekim

raslinjem (koje trpi atmosferu punu plina ugljičnog dioksida, metana i sumporovodika). Neizostavno bi moralo biti osigurano efikasno neutraliziranje procjednih voda. Bilo bi nedopustivo posegnuti za ovakvim rješenjem. To je najprije civilizacijski nedopustivo, a onda je apsolutno nedopustivo prema lokalnom stanovništvu, te razvoju ovoga kraja.

#### Novi sanitarni deponij

Teoretski je moguće pronaći lokaciju gdje bi se mogao organizirati sanitarni deponij u koji bi se dovezao i odložio ukupni otpad s odlagališta Karepovac. Ta lokacija bi se u pravilu morala tražiti u području zaobalja (Zagora) u zonama koja hidrogeološki mogu dopustiti ovakav zahvat. Računa se da bi ta lokacija bila udaljena od Karepovca na cca 30-35 km. Trebalo bi, nakon što službena procedura odobri lokaciju, otkupiti teren i komunalno ga opremiti (prometnice, voda, elektroenergija). Treba projektirati i izgraditi sanitarni deponij. Ova tehnološka solucija bi zahtijevala puno novaca jer treba pokriti troškove izvedbe sanitarne deponije, iskop i utovar odložene otpadne materije na odlagalištu Karepovac te prijevoz utovarene mase kamionima s istovarom. Sve vrijeme iskopa i utovara na Karepovcu iz odložene materije stalno bi se intenzivno emitirao deponijski plin koji bi predstavljao određenu opasnost za radnike, ali i okolno stanovništvo. Mogle bi se poduzeti tehničke mjere koje bi do neutralizirale ove neugodnosti, ali bi se povećala i investicijska suma. Pozitivno je da bi konačno odlagalište Karepovac dobili kao slobodan teren sposoban za aktivnu upotrebu, i što je važno, u vlasništvu Grada.

#### Izolacija s otplinjavanjem

Ova tehnološka solucija je, u vrijeme ranijeg Generalnog urbanističkog plana (GUP), bila prihvaćena kao operativno rješenje. Ona je projektno obrađena ugovorom između Grada i projektne kuće IGH, a u suradnji s republičkim Fondom za zaštitu okoliša. Projektom je bilo predviđeno da će se najveći dio odlagališta zatvoriti i tek tada bilo bi moguće početi s radovima sanacije. Predviđalo se istovremeno na istočnim dijelovima lokacije izgraditi sanitarni deponij koji bi, po pravilima takvog rješenja, bio u funkciji određeni broj godina nakon čega bi odlagalište bilo definitivno zatvoreno. Za stariji dio odlagališta, koji bi bio izvan funkcije, predviđalo se izvesti geometrijsko preoblikovanje radi osiguranja stabilnosti pokosa, te radi odvodnje oborinskih voda. Bili su predviđeni bunari i sustav cijevi za prihvata i odvod kaptiranog plina. Plin je trebao izgarati na baklji ili u motoru ovisno o količini. Sve se predviđalo zatvoriti (prekriti) plastičnom folijom i zaštitnim slojevima. Izrađena je kompletna projektna dokumentacija i sve je bilo u procesu traženja građevinske dozvole. Sve skupa bi

ostavljalo vrlo neugodan dojam, posebno iz razloga jer ukupno odlagalište mora biti ograđeno žičanom ogradom visokom 2,0 m. S takvom gromadom u prostoru nije moguće normalno razvijati Grad jer ovakav tehnološki zahvat postiže efekt kojim se odlagalište izolira od Grada, ali se Grad ne može izolirati od odlagališta. I na koncu, nakon perioda od cca 40-50 godina, dakle nakon završetka procesa sazrijevanja, sve bi se vjerojatno moralo otkopati i otkloniti.

### Potpuna sanacija

Najčešće se pod pojmom sanacije naziva proces izolacije odlagališta koji uključuje i funkciju otplinjavanja. To jest sanacija, ali ograničenog opsega jer se time problem djelomično rješava. Odlagalište ostaje tamo gdje je i bilo. Menutim, praksa počinje afirmirati i pojam potpune sanacije, putem aktivnog otplinjavanja, odnosno takve intervencije u odlagalište kojim se ono može potpuno eliminirati. Projekt pune sanacije odlagališta otpada treba osigurati trajno rješenje uključujući obradu i uklanjanje dijela otkopanog materijala, smanjenje zapremine inertizirane materije koja se ponovno trajno odlaže uz praktičnu eliminaciju emitiranja štetnih plinova iz tako ponovno odložene inertizirane mase. Eliminiranje neugodnih mirisa prozračivanjem deponija postiže se tako da se anaerobni proces razgradnje organske tvari zamjenjuje aerobnim stanjem truljenja. Time se drastično smanjuje potencijal neugodnih mirisa, ali se eliminiraju i opasni plinovi. Postoji istovremeno i sustav usisa koji paralelno funkcionira i koji taj usisani zrak putem bio filtera pročišćava čime se gotovo eliminira moguće širenje neugodnih mirisa. Da bi se aktivirao aerobni proces u odlagalištu treba uspostaviti odnose pri kojima je omogućena ujednačena opskrba kisikom. Zrak prodire u šupljine i za plin prohodne putove. Ipak, zbog nedostatka odgovarajućeg tlaka u zone sa zbijenim otpadom ne može prodrijeti kisik čime se onda ne osiguravaju uvjeti za planiranu reakciju. Tome se doskače primjenom posebnih postupaka koji se u daljnjem tekstu navode kao dvije tehnološke mogućnosti:

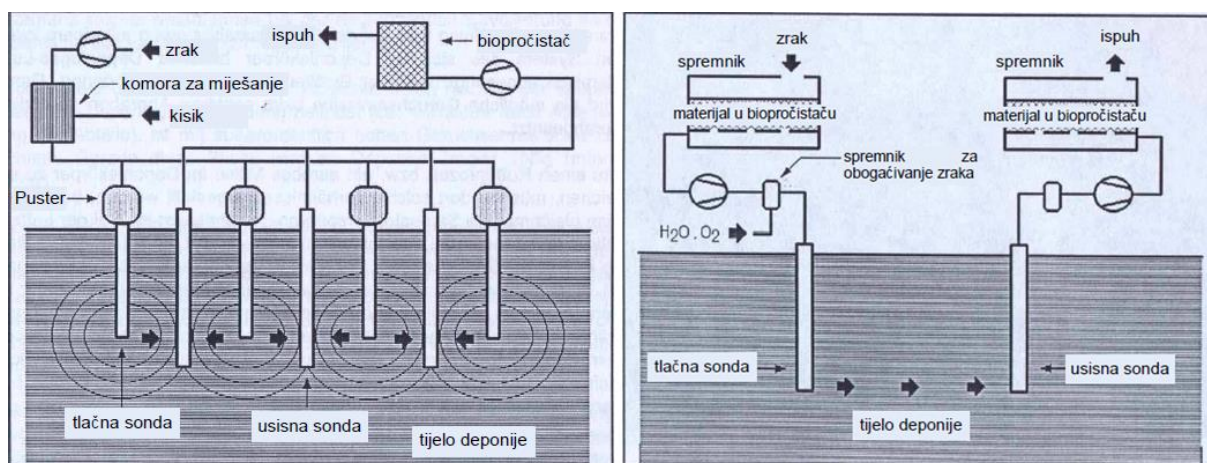
#### a) Potpuna sanacija primjenom "BIOPUSTER" tehnologije

Biopuster tehnologijom se primjenom tlačnih sondi, koje su umetnute u sloj odložene otpadne tvari i koje su perforirane na svom kraju, povremenim upuštanjem komprimiranog zraka utiskivanog u deponiju aeracijom postiže aktiviranje procesa truljenja. Posebno i zbog toga jer utiskivani zrak može biti obogaćen kisikom. Biopuster postupak pojedinačnim impulsima stvara tlačne valove koji se brzinom zvuka nastoje probiti kroz slojeve otpada koji se nalaze u zoni planiranog zahvata. Taj zrak se upušta preko vrha (perforacije) sonde. Ovim tlačnim udarima zrak se probija i kroz gusto

nabijeni odloženi otpad, a mješavina deponijskog zraka koji se tako stvara u deponiju se putem usisnih sonde usisava i dovodi do biofilterskog postrojenja.

b) Potpuna sanacija primjenom "SMELL-WELL" tehnologije

Ova tehnologija radi na bazi posebnih spremnika. S jedne se strane usisani atmosferski zrak preko posebnog spremnika upuhuje u deponij pri čemu se zrak u spremniku zagrijava i obogaćuje mikroorganizmima. U teren koji se tretira zabijaju se sonde od perforiranih čeličnih cijevi dužine 3.5 m. Ove sonde su spojene na posebni spremnik iz kojega se kontinuirano upuhuje zrak. Drugi sistem perforiranih sonde (međusobni razmak sonde 5-6 m) je u sustavu podtlaka i siše utisnuti zrak koji se nakon prolaska kroz biofilter ispušta u atmosferu. Ovi spremnici (za utiskivanje i usis) su dio sustava tako da svaki sat mijenjaju funkciju. Tako dolazi do intenzivnog prozračivanja odložene mase otpada. Prozračivanje tretiranog područja traje 4-6 dana unutar kojega vremena se anaerobno stanje procesa mijenja u aerobno koje onda dopušta postupak iskopa i tretmana.



**Slika 20. Shematski prikaz BIOPUSTER i SMELL-WELL tehnologije**

Biopuster ima pulsirajuće prozračivanje, a Smell-Well ima kontinuirano uz izmjenu smjera kretanja zraka. Bioposter ima utiskivanje zraka samo preko završnog dijela sonde, a Smell-Well dužinom cijele sonde. Umetanje sonde u teren kod Biopuster sustava vrši se iskopom jame i brtvljenjem, a za Smell-Well postupak sonde se samo utiskuju u materiju odlagališta. Vrijeme aeracije, a za isti efekt, kod Biopuster postupka traje 2 do 3 tjedna, a kod Smell-Well postupka 4 do 6 dana.

Kao što se vidi iz tablice 3, od 5 ispitanih solucija samo 3 daju odličan efekt u zaštiti okoliša, ali uz različitu cijenu koštanja.

U sumi iskazanih veličina donosi se odluka i stav po kome se daljnje razmatranje zasniva na tehnologiji saniranja koju prezentira SMELL-WELL postupak.

**Tablica 3. Usporedba 5 analiziranih postupaka**

|        | POSTUPAK                   | EKO EFEKT         | KORISTI U 10 <sup>6</sup> EUR                                                   | TROŠAK U 10 <sup>6</sup> EUR |
|--------|----------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 3.1.   | STATUS QUO                 | Neprihvatljiv     | Nikakva                                                                         | 5,00                         |
| 3.2.   | NOVI SANITARNI DEPONIJ     | Odličan           | Teren starog odlagališta saniran i spreman za korištenje<br>Vrijednost do 50,00 | 97,00                        |
| 3.3.   | IZOLACIJA S OTPLINJAVANJEM | Jedva prihvatljiv | Ograničena – nema financijskog efekta                                           | 20,00                        |
| 3.4.1. | BIOPUSTER                  | Odličan           | Teren odlagališta saniran i spreman za upotrebu<br>Vrijednost terena do 50,00   | Trošak znatno viši od 60,00  |
| 3.4.2. | SMELL-WELL                 | Odličan           | Teren odlagališta saniran i spreman za upotrebu<br>Vrijednost terena do 50,00   | Do 60,00                     |

Sanacija odlagališta otpada Karepovac pretpostavlja potpuni iskop svega odloženog. U toj masi od preko 5.000.000,00 m<sup>3</sup> nalazi se i oko 1,3 do 1,4x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> gorive tvari (plastika, karton, drvo, guma, kosti, tekstil, odjeća, pampersice itd.). Ta materija će se izdvojiti i balirati te uputiti na termotretman, a tako balirane materije bit će preko 1,0x10<sup>6</sup> t, a ista se planira koristiti na dva moguća načina:

1) Izgaranjem u peći klinkera u tvornici cementa

Da bi se materija mogla upotrijebiti ona se mora prosušiti na oko 10% vlage, te usitniti na veličinu listića do maksimum 2,5 cm. Tako prosušena, usitnjena i homogenizirana masa ubacuje se strujom zraka u peć klinkera. Ta goriva masa zove se FLUFF RDF. Ona se tretira kao tzv. alternativni energent koji s količinom od 100.000,0 t/g supstituira 44.000,0 t osnovnog energenta koji se danas koristi u industriji cementa. Primjena FLUFF RDF goriva štedi gotovo 6,0x10<sup>6</sup> US \$ troška za osnovno gorivo. Tu se nalazi zanimljiv ekonomski interes. Ali ne manje značajan je interes zaštite okoliša. Jer danas se u procesu pečenja klinkera koristi gorivo petrokoks. Dimni plinovi, kao nusprodukt tehnološkog procesa, bogati su CO<sub>2</sub> plinom. S oko 100.000,0 t/g FLUFF RDF supstituira se nešto više od 25% osnovnog goriva. Time se direktno smanjuje veliki dio emisije CO<sub>2</sub>. U tome se nalazi veliki interes zaštite okoliša.

2) Gasifikacija uz upotrebu plazme u tretmanu sintetskog plina, te proizvodnja elektroenergije

Ovo je postupak koji u proces prihvaća ukupnu «suhu tvar» iz iskopa. Ta suha tvar se iz ukupno otkopane materije u procesu mehaničke obrade potpuno odvaja od ostale materije i balirana se doprema na lokaciju termotretmana. Prije termotretmana dobro je tu suhu tvar rezati na manje dijelove, ali se ne mora posebno prosušivati. Proces gasifikacije relativno brzo tu suhu tvar pretvara u sintetski plin. Naime, sve što je organskog porijekla u tom procesu se pretvara u sintetski plin, a ostatak je zgura i pepeo. Sintetski plin se tretira plazma bakljom tako da se eliminiraju katrani, dioksini i furani, ali se mijenja i kemijska kompozicija sintetskog plina. Nakon hlađenja i pročišćavanja sintetski plin se upućuje na izgaranje u plinski motor koji pokreće alternator i proizvodi elektroenergiju. Iz jedne tone «suhe frakcije» ovim postupkom se dobiva nešto manje od 1,0 MWh električne energije. Ovim procesom je ekologija direktno pozitivno vezana na ekonomiju posredstvom energije.

Iz ovog kratkog razmatranja očito je da je dobra mogućnost da se u prvi plan izgura pozitivan iskorak u ekologiji, a da je istovremeno osigurana ekonomija i to korištenjem energije iz otpada. Zaključno, primjenom postupka potpune sanacije postižu se efekti koji apsolutno opravdavaju namjeravanu intervenciju.

Aktivnosti vezane ovim rješenjem nisu provedene.

**Aktivnosti od 2015 godine; Rješenje 4.**

U svibnju 2015. godine tvrtka iz Zagreba ECOINA d.o.o. izdaje elaborat zaštite okoliša pod nazivom:

**SANACIJE I ZATVARANJA ODLAGALIŠTA OTPADA "KAREPOVAC";  
OCJENA O POTREBI PROCJENE UTJECAJA NA OKOLIŠ**

U prethodnom razdoblju za predmetno odlagalište izrađena je od strane ove tvrtke "Studija o utjecaju na okoliš sanacije starog odlagališta Karepovac, novog odlagališta komunalnog otpada i pogona za selektiranje komunalnog otpada Karepovac" i proveden postupak procjene utjecaja zahvata na okoliš za koje je ishodoeno Rješenje o prihvatljivosti zahvata, 2000. godine. Izrađena je stručna podloga za ishodoenje lokacijske dozvole, ona je izdana 17.srpnja 2006. g., te je izrađen glavni projekt sanacije (IGH, lipanj 2006.) za koji je podnijen zahtjev za potvrdu glavnog projekta koja nije izdana. Zahvat sanacije i zatvaranja odlagališta Karepovac koji se razmatra ovim Elaboratom zaštite okoliša mijenja se u odnosu na

zahvat opisan u Studiji o utjecaju na okoliš (2000.), Stručnoj podlozi za ishođenje lokacijske dozvole (2006.) i Glavnom projektu (2006.). Promjene u zahvatu se odnose na povećanje volumena postojećeg nesaniranog dijela odlagališta i promjene volumena novog dijela odlagališta obzirom da je zatvaranje Karepovca uvjetovano početkom rada županijskog Centra za gospodarenje otpadom koje je bilo predviđeno krajem 2009. g., odnosno početkom 2010. godine. Budući da županijski Centar nije u međuvremenu izgrađen neophodan je nastavak korištenja odlagališta Karepovac do izgradnje Centra, a najkasnije do 2018. godine, kada se predmetno odlagalište zatvara i do kraja sanira.

Tehnologija sanacije odlagališta "Karepovac" se mijenja u odnosu na Studiju, Stručnu podlogu i Glavni projekt, u dijelu koji se odnosi na postojeću i novu odlagališnu plohu. Studijom je bila predviđena fazna sanacija odlagališta s uspostavom integralnog zbrinjavanja komunalnog otpada Grada Splita i šire okolice na lokaciji Karepovca, koja je osim sanacije postojećeg dijela odlagališta obuhvaćala i faznu izgradnju dvije nove plohe odlagališta i postrojenja za obradu komunalnog otpada (sortirница, kompostana, obrada i priprema RDF-a). Kod izrade stručne podloge i glavnog projekta, obzirom na predviđenu uspostavu integralnog zbrinjavanja komunalnog otpada izgradnjom županijskog centra za gospodarenje otpadom na dislociranoj lokaciji (Lećevica) do kraja 2009.g., izuzeto je iz aktivnosti sanacije Karepovca postrojenje za obradu komunalnog otpada. Pri tome je u skladu s prostorno planskom dokumentacijom na lokaciji Karepovca uz odlagalište predviđeno reciklažno dvorište koje je u međuvremenu izgrađeno, a nakon sanacije i zatvaranja odlagališta, uz sanirano odlagalište predviđena je pretovarna stanica u funkciji uspostave cjelovitog gospodarenja otpadom Splitsko-dalmatinske županije. Pretovarna stanica je građevina za privremeno skladištenje, pripremu i pretovar otpada namijenjenog transportu prema centru za gospodarenje otpadom. Obzirom da do kraja 2009.g. nije uspostavljen županijski Centar na lokaciji Lećevica, nastavljeno je s odlaganjem na Karepovcu bez provedbe sanacijskih aktivnosti kako je bilo predviđeno ishodenim dozvolama i projektnom dokumentacijom.

#### Princip sanacije

***Sanacija odlagališta Karepovac se temeljila na zatvaranju postojećeg dijela odlagališta od 16.6 ha te uređenju nove plohe od 3.6 ha za nastavak odlaganja otpada do izgradnje i puštanja u rad županijskog Centra za gospodarenje otpadom.*** Sanacijom je obuhvaćeno i uređenje prostora oko odlagališta, izgradnja pratećih objekata te izgradnja infrastrukture. Tehnologija sanacije je uvjetovana potrebom sanacije postojećeg stanja odlagališta i nastavka odlaganja do zatvaranja. Sanacija obuhvaća sljedeće aktivnosti:

- a) Sanacija postojećeg dijela odlagališta ("stari" i "istočni dio") uključuje:
  - djelomično premještanje starog otpada
  - izvedbu drenaže procjedne vode po rubu starog otpada
  - ugradnju sustava za otplinjavanje
  - ugradnju završnog pokrovnog sloja
  - rekultivaciju odnosno ozelenjivanje sanirane i zatvorene površine odlagališta
- b) Sanacija dijela odlagališta uređenjem nove plohe u istočnom dijelu odlagališta uključuje:
  - izgradnju temeljnog brtvenog sustava s maksimalnim koeficijentom propusnosti od  $10^{-9}$  m/s
  - sustav upravljanja procjednim vodama
  - sustav za otplinjavanje
  - ugradnju završnog pokrovnog sloja
  - rekultivaciju odnosno ozelenjivanje sanirane i zatvorene površine odlagališta
- c) uređenje ulazno – izlazne zone (prometni i manipulativni prostori)
- d) Monitoring stanja okoliša (tijekom sanacije i nakon zatvaranja odlagališta)

Promjena u odnosu na rješenje sanacije iz prethodne tehničke dokumentacije (2006.g.) odnosi se na *podizanje obodnih nasipa i podizanje visine projektnih kota odlagališta na postojećem dijelu odlagališta u visini od 6 m s promjenom nagiba pokosa odlagališta sa 1:3 u 1:2.5, dok se ukupna površina odlagališnog prostora (postojeći dio i nova ploha) neće mijenjati i iznositi će 204.500 m<sup>2</sup>. Visina odloženog otpada odlagališta sanacijom bi se povećala s oko 102 m n.m. na konačnu kotu od 107.5 m n.m.*

Navedenim načinom sanacije osigurava se zbrinjavanje otpada nastavljanjem odlaganja na predmetnom odlagalištu u periodu do izgradnje i puštanja u rad županijskog Centra za gospodarenje otpadom "Lećeveica" (2018.g.) kada će se odlagalište Karepovac do kraja sanirati i zatvoriti te na istoj lokaciji izgraditi pretovarna stanica kako je predviđeno dokumentima prostornog uređenja. Sanacija odlagališta će se provesti sukladno zahtjevima *Pravilnika o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada* ("Narodne novine", brojevi 117/07, 111/09, 17/13 i 62/13) s izvedbom završnog pokrovnog sustava postojećeg i novog dijela odlagališta, kontroliranim prikupljanjem oborinskih voda i sustavom pasivnog i aktivnog otplinjavanja, a novi dio će imati izveden temeljni brtveni sustav, s odvodnjom i pročišćavanjem procjednih voda odlagališta.

U tablici 4 prikazane su osnovne razlike između zahvata obuhvaćenog SUO, Glavnim projektom i Elaboratom iz 2015. godine.

**Tablica 4. Osnovne razlike između zahvata obuhvaćenog SUO, glavnim projektom i Elaboratom iz 2015. godine**

| Pokazatelj                                    | SUO (2000.)                                                                                                                                                      | Stručna podloga/Glavni projekt (2006.)                                                                                                                      | Elaborat zaštite okoliša (2015.)              |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Ukupna površina zahvata                       | 283.000 m <sup>2</sup>                                                                                                                                           | 283.000 m <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Površina tijela odlagališta nakon sanacije    | 232.000 m <sup>2</sup>                                                                                                                                           | 202.000 m <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Sanirana ploha postojećeg odlagališta         | 121.000 m <sup>2</sup>                                                                                                                                           | 166.000 m <sup>2</sup>                                                                                                                                      | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Nova odlagališna ploha                        | 24.000 m <sup>2</sup> - nova ploha na istočnoj strani od postojećeg odlagališta<br>16.000 m <sup>2</sup> - nova ploha na sjevernoj strani postojećeg odlagališta | 36.000 m <sup>2</sup>                                                                                                                                       | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Količina otpada – postojeća odlagališna ploha | 2.800.000 m <sup>3</sup> (1997.)                                                                                                                                 | 4.254.000 m <sup>3</sup> (do kraja 2005.)                                                                                                                   | 5.800.000 m <sup>3</sup> (do kraja 2014.)     |
| Količina otpada – nova odlagališna ploha      | 532.000 m <sup>3</sup> – nova ploha na istočnoj strani<br>215.000 m <sup>3</sup> – nova ploha na sjevernoj strani                                                | 1.050.000 m <sup>3</sup>                                                                                                                                    | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Temeljni brtveni sloj                         | DA<br>Nove odlagališne plohe                                                                                                                                     | DA<br>Nova odlagališna ploha na istočnoj strani                                                                                                             | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Završni (prekrivni) brtveni sloj              | DA<br>(postojeći dio i nove odlagališne plohe na istočnoj i sjevernoj strani)                                                                                    | DA<br>(postojeći dio i nova odlagališna ploha na istočnoj strani)                                                                                           | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Sustav zbrinjavanja procjednih voda           | DA<br>- Sabirni bazen za procjedne vode na lokaciji odlagališta<br>- uređaj za pročišćavanje procjednih voda na lokaciji odlagališta                             | DA<br>- Sabirni bazen za procjedne vode na lokaciji odlagališta<br>- uređaj za pročišćavanje procjednih voda na lokaciji komunalnog uređaja CUPOV "Stupe"   | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Sustav sakupljanja odlagališnog plina         | DA<br>- Aktivno otplinjavanje                                                                                                                                    | DA<br>- Pasivno otplinjavanje – postojeći dio odlagališta<br>- Aktivno otplinjavanje – postojeći dio odlagališta i nova ploha u istočnom dijelu odlagališta | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |
| Ostali objekti                                | - Čuvarska kućica, kolna vaga, perilište kotača<br>- Postrojenje za obradu komunalnog otpada (sortimica, kompostana, obrada i priprema RDF-a)                    | - Ulazno-izlazna zona (čuvarska kućica, kolna vaga, perilište kotača)<br>- Obodna prometnica odlagališta<br>- Reciklažno dvorište<br>- Pretovarnu stanicu   | Ne mijenja se u odnosu na projekte iz 2006.g. |

### 3.2. Gradsko vijeće Grada Splita

Gradonačelnik Grada Splita je, dana 20. studenoga 2014. godine, utvrdio tekst:

1. Informacije o trenutnom stanju odlagališta "Karepovac" , imovinskopравnom stanju, modelu sanacije i financiranja, kao prilog tematskoj raspravi.
2. Prijedlog zaključka o usvajanju procjene zemljišta i nastavku otkupa na području odlagališta komunalnog otpada "Karepovac" u svrhu realizacije sanacije.
3. Prijedloga zaključka o provedbi realizacije sanacije i zatvaranja odlagališta komunalnog otpada "Karepovac" u Splitu.

Tijekom procesa pristupa Europskoj uniji Republika Hrvatska je uskladila nacionalno zakonodavstvo s Europskim od kojih najvažniji okvir za gospodarenje miješanim komunalnim otpadom čine:

- Direktiva o otpadu 2008/98/EZ,
- Direktiva o odlaganju otpada 1999/31/EZ,
- Ugovor o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji.

Navedene Direktive i dokumenti ugrađeni su u nacionalno zakonodavstvo kroz:

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13) - kao krovni zakon koji uređuje sustav gospodarenja otpadom i čini bazu za uspostavu cjelovitog sustava gospodarenja otpadom.
- Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 117/07, 111/11, 17/13, 62/13) – koji definira uvjete sanacije postojećih odlagališta i određuje minimalne tehničke zahtjeve za uređenje odlagališta.

Sanacija odlagališta "Karepovac" u Splitu bila je regulirana Odlukom o sanaciji odlagališta Karepovac ("Službeni glasnik Grada Splita", broj 06/2001), kojom je utvrđen način sanacije i to modelom "izolacije" postojećeg neuređenog odlagališta, kao i uvjeti njegovog korištenja za vrijeme sanacije, te izvori financiranja radova sanacije, uključivo sa namjenskom cijenom za sanaciju odlagališta. Istom Odlukom bio je utvrđen rok sanacije; zatvaranja odlagališta i to u roku od četiri godine od donošenja Odluke. Izmjenama i dopunama Odluke i to u 2005. i 2009. godini, rok sanacije i zatvaranja odlagališta pomaknut je do 31. prosinca 2014. godine, dok je vrijeme naplate namjenske cijene produljeno do 31. prosinca 2019. godine. U 2006. godini izrađen je Glavni projekt sanacije odlagališta i to modelom "izolacije" a izrađivač projekta je IGH. Za realizaciju predmetne sanacije u 2005. godini osigurano je

sufinanciranje Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost u visini od 40% ukupnih investicijskih troškova, a što je regulirano posebnim ugovorom.

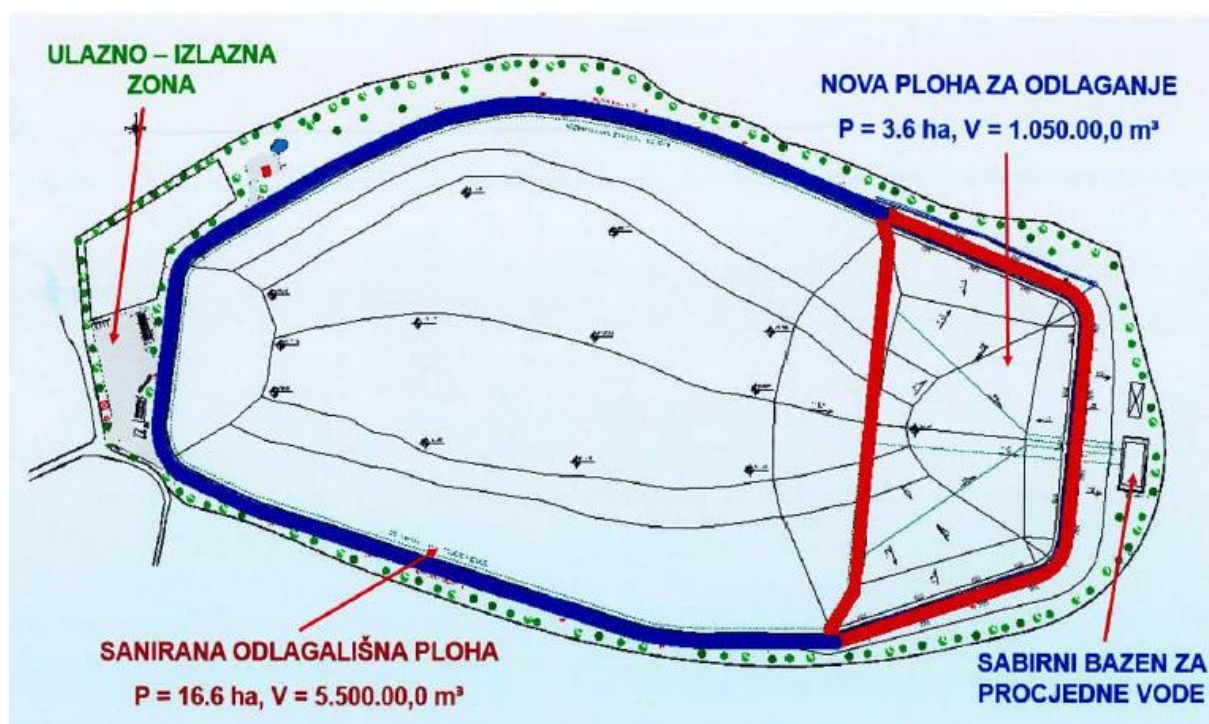
U međuvremenu razmatrane su i druge tehnološke metode i programi sanacije, pa je 2010. godine Gradsko vijeće Grada Splita donijelo Zaključak o opredjeljenju za postupak sanacije kao tehnološki postupak radi realizacije Gradskog projekta "Karepovac" ("Službeni glasnik Grada Splita", broj 04/2010), a kojim je prihvaćen model "potpune" sanacije kojeg je kao Idejni projekt izradio Projektni biro Split u 2011. godini. Dana 31. srpnja 2013. godine stupio je na snagu Zakon o održivom gospodarenju otpadom ("Narodne novine", broj 94/13), a koji je utvrdio zakonski krajnji rok za sanaciju i zatvaranje postojećih neuređenih odlagališta i to 31. prosinca 2018. godine. Program potpune sanacije nije osigurao sufinanciranje Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, a nije riješeno pitanje sagorijevanja gorivih dijelova otpada u spalionicama odnosno odlaganju dijela komunalnog otpada na drugoj lokaciji. Iz tih razloga ocjenjuje se terminska i tehnološka nemogućnost provedbe programa potpune sanacije u datom zakonskom roku do 31. prosinca 2018. godine. Stoga se kao jedino moguće tehnološko rješenje, u datom zakonskom roku, sanacije i zatvaranja odlagališta, utvrđuje osnovni program izolacije odlagališta.

### Zaključak

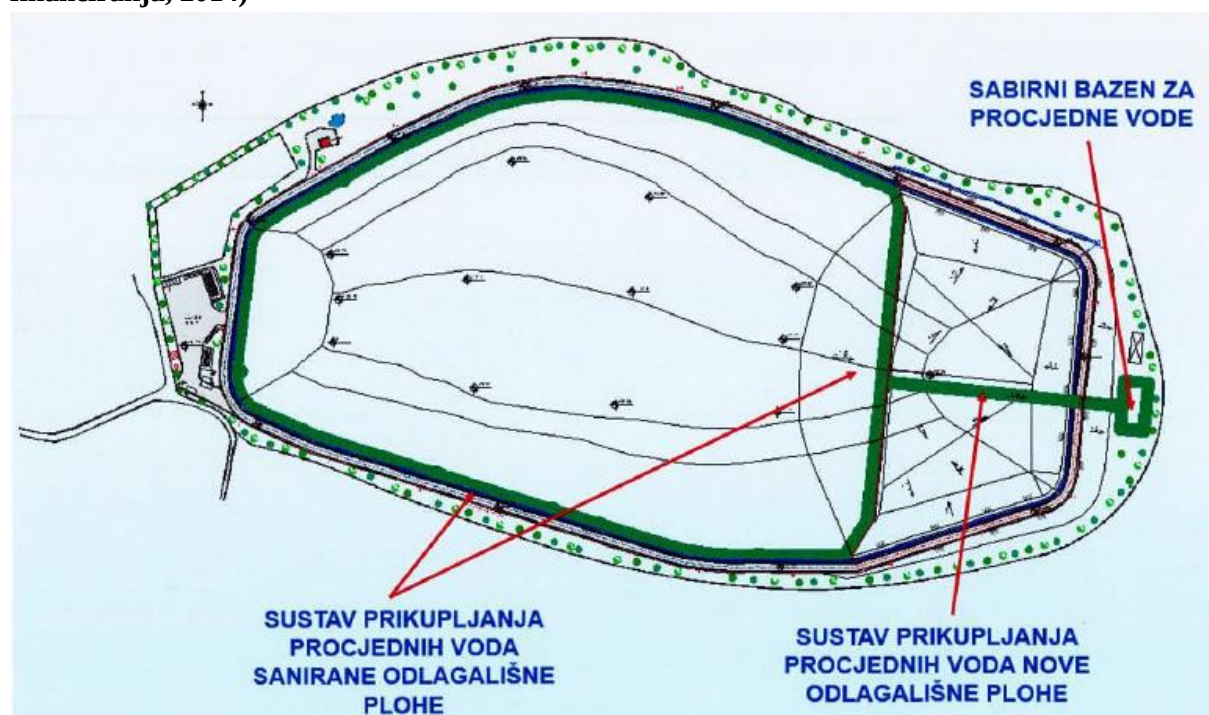
Sanacija odlagališta komunalnog otpada nastavlja se i realizira prema Glavnom projektu IGH – 2006. godine uz pripadajuće dodatke kojim se projekt usklađuje sa sadašnjim povećanim obujmom tijela odlagališta nastalom iz kontinuiranog korištenja u proteklom razdoblju. Sanacija odlagališta Karepovac uvodi se u Program gradnje komunalne infrastrukture na području Grada Splita za razdoblje od 2015. do 2018. godine.

Idejni projekt "potpune" sanacije odlagališta otpada „Karepovac“ – Split, izrađen od Projektnog biroa Split d.o.o. – 2011. godine, odbija se kao tehnološki i terminski neprovediv u odnosu na zakonski rok sanacije i zatvaranja odlagališta do 31. prosinca 2018. godine.

Rok zatvaranja odlagališta "Karepovac" u Splitu je najkasnije do 31. prosinca 2018. godine.



Slika 21. Sanirano stanje odlagališta Karepovac (Gradsko vijeće Grada Splita: Informacija o trenutnom stanju odlagališta "Karepovac", imovinskopravnom stanju, modelu sanacije i financiranja, 2014)



Slika 22. Sustav prikupljanja procjednih voda sanirane i nove odlagališne plohe (Gradsko vijeće Grada Splita: Informacija o trenutnom stanju odlagališta "Karepovac", imovinskopravnom stanju, modelu sanacije i financiranja, 2014)

### 3.3. Zaključak

Već u 70-tim godinama prošlog stoljeća primjetilo se da se splitsko odlagalište otpada ne nalazi na adekvatnoj lokaciji i planirala se sancija odlagališta. Krajem 90-tih smatralo se da je odlagalište već tada prenatrpano smećem i jako štetno za okoliš te se zahtijevala nužna sanacija i nov način gospodarenja otpadom. Adekvatno rješenje se ponudilo i bilo prihvaćeno no nažalost nije se realiziralo. Tokom godina ništa se nije mijenjalo, rješenja koja su se nudila nikada nisu realizirana a problem odlagališta je postajao sve veći. Gradsko poglavarstvo Split 2014. g. prihvaća Glavni projekt sanacije IGH iz 2006. godine. Prema Direktivi o odlaganju otpada 1999/31/EZ odlagalište se mora zatvoriti 31.12.2018. godine.

Danas, u odnosu na usvojeno rješenje prije skoro dvije godine nije se ništa promijenilo. Tada je odlagalište posjedovalo dozvolu za gospodarenje otpadom do kraja ožujka 2015. g. Krajem ožujka 2016. g. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode izdaje Rješenje kojim se odbija zahtjev za izdavanje okolišne dozvole za postojeće odlagalište otpada Karepovac jer odlagalište ne može ispuniti određene uvjete propisane Zakonom o zaštiti okoliša u roku od tri mjeseca.

Očito je da se nešto mora poduzeti jer cijela splitska regija uskoro neće imati gdje s otpadom. Kako sada stvari stoje teško je za povjerovati da će se odlagalište stići sanirati u zadanom roku, što znači da će se otpad i dalje odlagati a od Europske unije će stići velika novčana kazna koju će morati plaćati Splitsko - dalmatinska županija. Pretpostavka je da će se odlagalište koristiti do 2020. godine. Europska unija ima nove zakonske regulative o gospodarenju otpadom koje stavlja u pitanje usvojeno rješenje, o čemu će se detaljnije raspraviti u sljedećem poglavlju.

#### **4. PLANOVI O GOSPODARENJU OTPADOM U RH I NOVE SMJERNICE EU – KRUŽNA EKONOMIJA**

Izrada planova gospodarenja otpadom obveza je država članica EU, te se izričito zahtijeva Člankom 28 Okvirne direktive o otpadu (Waste Framework Directive). Problematici otpada EU pristupa se temeljem "Reda prvenstva gospodarenja otpadom" kojim se utvrđuju prioriteti pri kreiranju politike gospodarenja otpadom te gospodarenjem otpadom na operativnoj razini kako slijedi: sprečavanje nastanka, priprema za ponovno korištenje, reciklažu i oporabu druge postupke oporabe, te kao zadnja opcija, odlaganje zbrinjavanje (uključujući odlaganje na odlagališta otpada i spaljivanje bez oporabe energije).

*Obrada otpada jest postupak kojim se u mehaničkom, fizikalnom, termičkom, kemijskom ili biološkom procesu, uključujući razvrstavanje, mijenjaju svojstva otpada u svrhu smanjivanja količine, te olakšava rukovanje i poboljšava iskoristivost otpada.*

*Oporaba otpada jest svaki postupak ponovne obrade otpada radi njegova korištenja u materijalne i energetske svrhe, a zbrinjavanje otpada jest svaki postupak obrade ili odlaganja otpada propisan Zakonom.*

*Recikliranje je svaki postupak oporabe, uključujući ponovnu preradu organskog materijala, kojim se otpadni materijali–u ovom slučaju kao sekundarne sirovine prerađuju u proizvode, materijale ili tvari za izvornu ili drugu svrhu osim uporabe otpada u energetske svrhe.<sup>[5]</sup>*

##### **4.1. Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje od 2015. – 2021. godine (prije kružne ekonomije)**

Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom, prema Strategiji i Planu gospodarenja otpadom 2007. – 2015. sastojao se od odvojenog sakupljanja otpada na mjestu nastanka, odvojenog sakupljanja i razvrstavanja posebnih kategorija otpada na zelenim otocima i reciklažnim dvorištima, dopreme do pretovarnih stanica i dopreme do centara za gospodarenje otpadom radi obrade otpada i zbrinjavanja odlaganjem samo ostatnog otpada koji se više ne može ni na koji način iskoristiti. Planirani Centri za gospodarenje otpadom su se temeljili na MBO (mehaničko–biološka obrada) tehnologiji, koja uključuje usitnjavanje, izdvajanje iskoristivih komponenti

---

<sup>[5]</sup> Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje od 2016. – 2022. godine

miješanog komunalnog otpada, ujednačavanje sastava za daljinu obradu te izdvajanje biorazgradivog dijela i njegovu pripremu za daljnju obradu. Aktivnosti koje se odvijaju u CGO su:

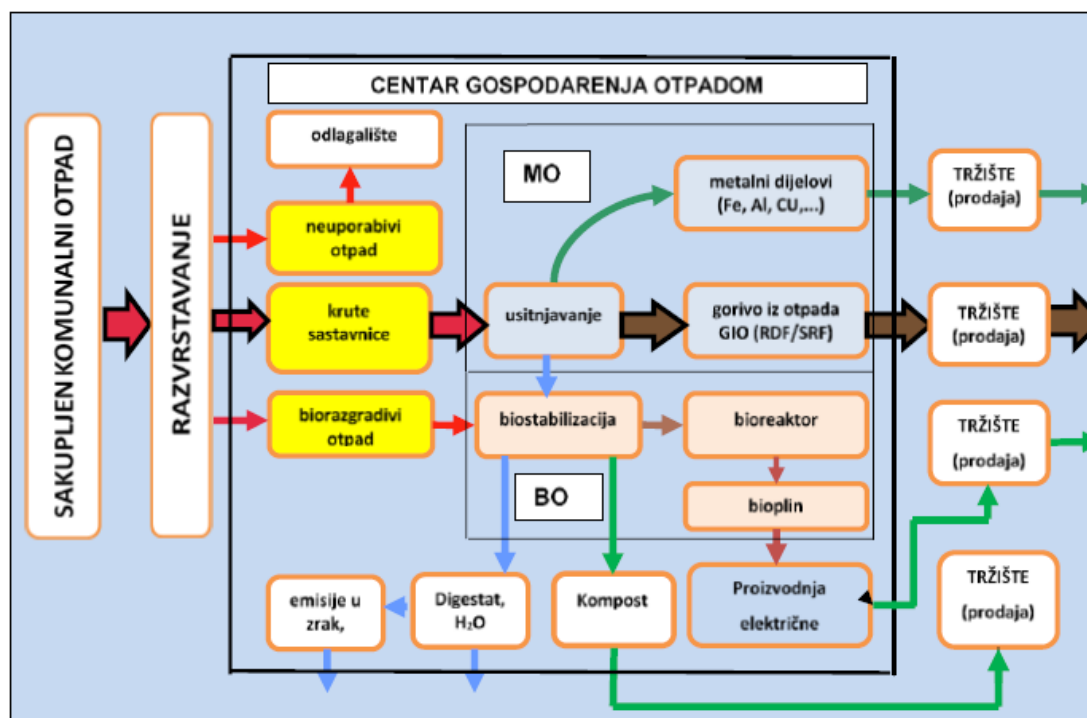
- Prihvat, obrada sortiranog i nesortiranog otpada;
- Sakupljanje otpada koji se može ponovno uporabiti ili reciklirati te sakupljanje opasnog otpada;
- Sakupljanje otpada koji se ne može koristiti u druge svrhe;
- Energetsko iskorištavanje pojedinih frakcija otpada;
- Odlaganje neobrađenog otpada.

Primjer takvog centra bi bio Županijski centar za gospodarenje otpadom u Lećevici.

#### Mehaničko – biološka obrada otpada

U centrima gospodarenja otpadom s MBO - om mehanički se obrađuje kruti MKO (miješani komunalni otpad) kako bi se usitnile i izdvojile iskoristive komponente otpada (za materijalnu i energetske uporabu) i priprema se biorazgradivi dio KO-a i ostali biorazgradivi otpad za materijalnu uporabu (dobivanje komposta) i energetske uporabu, odnosno stabilizira biorazgradivi KO i ostali biorazgradivi otpad prije odlaganja. Glavne komponente i ciljevi postrojenja MBO su:

- prihvat miješanog KO (MKO);
- mehanička predobrada MKO (mekanička i/ili ručna separacija ili usitnjavanje);
- maksimiziranje količine obnovljivih sirovina (staklo, metali, plastika, papir i dr.);
- mehanička obrada (proizvodnja GIO (gorivo iz otpada) uz izdvajanje ostatka koji je moguće dalje biološki obrađivati);
- biološka obrada (biosušenje);
- kompostiranje;
- biološka obrada biorazgradivog ostatka – stabiliziran materijal za odlaganje;
- biorektorsko odlagalište za proizvodnju bioplina s blokom za proizvodnju električne energije.



**Slika 23. Shema centra za gospodarenje otpadom uz MBO (Plan gospodarenja otpadom za razdoblje 2015. – 2021.)**

Primljeni otpad se najprije obrađuje u postrojenju za mehaničko biološku obradu. Biološkim procesima se iz otpada izdvaja voda, zatim se mehaničkom obradom odvajaju obnovljive sirovine (metali) koje odlaze na recikliranje. Izdvaja se i goriva frakcija odnosno gorivo iz otpada (GIO) kao Solid Derived Fuel (SRF) ili Refuse derived fuel (RDF). Dio otpada (biorazgradiva frakcija) se nakon mehaničko biološke obrade, odlaže na bioreaktorsko odlagalište gdje se prirodnim procesom, uz dovod vode i bez prisustva kisika, razgrađuje i stvara bioplin. Iz dobivenog bioplina proizvodi se električna energija. Za jedno polje bioreaktorskog odlagališta vijek iskorištavanja je od 5 do 7 godina, pri čemu se u kontroliranim uvjetima crpi bioplin kao alternativni izvor energije. Tijekom 5 do 7 godina, a uslijed navedenog anaerobnog procesa, volumen obrađenog otpada u bioreaktorskom odlagalištu dodatno se znatno smanjuje. Nova odlagališta biti će zaštićena propisanim zaštitnim slojevima kako bi se zemlja, podzemne vode i okoliš u potpunosti zaštitili.

#### 4.2. Kružna ekonomija

U prosincu 2014. godine u Europskom gospodarskom i socijalnom odboru (EGSO) vodila se izdašna rasprava vezana uz novi ekonomski model EU – kružnu ekonomiju. Kružna ekonomija predstavlja alternativu dosadašnjem linearnom modelu ekonomije koji se vodi načelima "uzmi, izradi, konzumiraj, baci". Linearna ekonomija generira više otpada, degradira

okoliš i ubrzava klimatske promjene, te se gubi vrijednost materijala i proizvoda. S druge strane, kružna ekonomija je koncipirana tako da teži korištenju, oporabi, recikliranju i ponovnom korištenju resursa, sa ciljem da se generiranje otpada svede na minimum te tako postigne "zero waste" koncept i da se vrijednost proizvoda, materijala i resursa održava u gospodarstvu što je duže moguće. Ključna područja djelovanja kružne ekonomije su: proizvodnja, potrošnja, gospodarenje otpadom i sekundarne sirovine.

Europska Komisija je 2.12.2015. god. prihvatila ambiciozni Kružni ekonomski paket, koji uključuje revidirane zakonodavne prijedloge o otpadu kako bi stimulirala tranziciju Europe prema kružnoj ekonomiji koja će potaknuti globalnu konkurentnost, kultivirati održivi ekonomski rast i stvarati nove poslove. Kružni ekonomski paket se sastoji od Akcijskog plana EU za kružnu ekonomiju, koji uspostavlja konkretan i ambiciozan program djelovanja, s mjerama koje pokrivaju cijeli ciklus: od proizvodnje i potrošnje do upravljanja otpadom i trgovine sekundarnim sirovinama. Dopuna akcijskog plana određuje vremenski period kada će aktivnosti biti dovršene. Predložene aktivnosti će doprinijeti "zatvaranju petlje" životnog ciklusa proizvoda kroz veću reciklažu i ponovnu uporabu, te će donijeti korist i za okoliš i za ekonomiju.

Revidirani zakonski prijedlozi o otpadu postavljaju jasne ciljeve za smanjenje otpada i postavljaju ambiciozan i vjerodostojan dugoročni put za upravljanje otpadom i recikliranjem. Ključni elementi revidiranog prijedloga o otpadu su:

- Zajednički cilj EU za recikliranjem 65% komunalnog otpada i 75% ambalažnog otpada do 2030.
- Obvezujući cilj o odlagalištima koji bi smanjio odlagališta na maksimum od 10% komunalnog otpada do 2030.
- Zabrana odlaganja odvojeno prikupljenog otpada
- Poboljšanje upravljanja otpadom, nove investicije u reciklažne kapacitete, izbjegavanje prekapacitiranosti kod spaljivanja i mehaničko-biološke obrade
- Promicanje ekonomskih instrumenata kako bi se odvratilo od odlaganja
- Pojednostavljene i poboljšane definicije te usklađene metode izračuna stopa recikliranja u cijeloj EU
- Konkretna mjera za promicanje ponovnog korištenja i stimulaciju industrijske simbioze – pretvaranje nusproizvoda jedne industrije u sirovinu neke druge industrije

- Ekonomski poticaji za proizvođače kako bi stavljali "zelenije" proizvode na tržište i podržavali sheme oporavka i reciklaže ( npr. za pakiranje, baterije, električnu i elektroničku opremu, vozila)
- Strogo ograničavanje spaljivanja, sa ili bez povratka energije, do 2020. g., na otpad koji nije moguće reciklirati i koji nije biorazgradiv

#### Zatvaranje kruga — akcijski plan EU-a za kružno gospodarstvo

Prelazak na gospodarstvo koje je u većoj mjeri kružno i u kojem se vrijednost proizvoda, materijala i resursa što je dulje moguće zadržava u gospodarstvu, a stvaranje otpada svodi na najmanju moguću mjeru, bitan je doprinos naporima EU-a za razvoj održivog i konkurentnog gospodarstva s niskim emisijama ugljika, u kojem se resursi iskorištavaju učinkovito. Planom su, među ostalim, obuhvaćene sveobuhvatne obveze u pogledu ekološkog dizajna, razvoj strateških pristupa rješavanju pitanja plastike i kemikalija, velika inicijativa za financiranje inovativnih projekata pod okriljem EU-ova istraživačkog programa Obzor 2020. te ciljane mjere u područjima poput plastike, rasipanja hrane, gradnje, ključnih sirovina, industrijskog i rudarskog otpada, potrošnje i javne nabave. Kasnije će uslijediti drugi ključni zakonodavni prijedlozi o gnojivima i ponovnoj uporabi vode. Konačno, u plan su uvrštene i horizontalne mjere osnaživanja u područjima poput inovacija i ulaganja, kojima bi se trebao poticati prelazak na kružno gospodarstvo. Predloženim se mjerama podupire kružno gospodarstvo u svakoj fazi vrijednosnog lanca, od proizvodnje do potrošnje, popravka i ponovne proizvodnje, gospodarenja otpadom te vraćanja sekundarnih sirovina u gospodarstvo. Akcijski plan usmjeren je na djelovanje na razini EU-a koje ima visoku dodanu vrijednost. Međutim, za ostvarenje kružnoga gospodarstva bit će potrebno dugoročno uključivanje dionika na svim razinama, od država članica, regija i gradova do poduzeća i građana. Države članice pozivaju se da u potpunosti preuzmu svoju ulogu u djelovanju EU-a te da ga upotpune djelovanjem na nacionalnoj razini. Kružno gospodarstvo morat će se razviti i na globalnoj razini. Gospodarenje otpadom ima središnju ulogu u kružnom gospodarstvu: njime se određuje način primjene EU-ove hijerarhije otpada u praksi. Hijerarhijom otpada utvrđuje se redoslijed prioriteta od sprečavanja nastanka otpada, njegove pripreme za ponovnu uporabu, recikliranja i uporabe energije do odlaganja, npr. na odlagališta otpada. Posljedica načina na koji prikupljamo naš otpad i gospodarimo njime mogu biti visoke stope recikliranja i vraćanje vrijednih materijala u gospodarstvo ili pak nedjelotvoran sustav u kojem otpad koji se najviše može reciklirati završava na odlagalištima ili u spalionici, uz moguće štetne utjecaje na okoliš i znatne

gospodarske gubitke. Komisija iznosi nove zakonodavne prijedloge o otpadu kako bi dala dugoročnu viziju povećanja opsega recikliranja i smanjenja odlaganja komunalnog otpada na odlagališta, uzimajući pritom u obzir razlike među državama članicama. Kohezijska politika EU-a ima ključnu ulogu u smanjenju nedostatka ulaganja u bolje gospodarenje otpadom i podupiranjima primjene hijerarhije otpada. U protekla dva desetljeća ta su sredstva iskorištena širom EU-a za razvoj infrastrukture za gospodarenje otpadom. Za tekući (2014. – 2020.) program financiranja moraju biti ispunjeni ex ante uvjeti kako bi se osigurala usklađenost novih ulaganja u sektor otpada s planovima za gospodarenje otpadom koje su osmislile države članice kako bi ostvarile svoje ciljeve u pogledu recikliranja. To znači da će sredstva za nova odlagališta biti odobrena samo u iznimnim slučajevima (npr. uglavnom za opasni otpad koji se ne može oporabiti), a da će sredstva za nova postrojenja za obradu preostalog otpada, poput spaljivanja ili mehaničko-biološke obrade biti odobrena samo u ograničenim i dobro opravdanim slučajevima, ako ne postoji rizik prekapacitiranosti i ako se u potpunosti poštuju ciljevi hijerarhije otpada. Radi poticanja visokokvalitetnog recikliranja u EU-u i drugdje Komisija će promicati dobrovoljno certificiranje objekata za obradu određenih ključnih vrsta otpada (npr. elektroničkog otpada ili plastike). Ako se ne može spriječiti nastanak otpada ili njegovo recikliranje, u većini slučajeva je bolje oporabiti njegovu energiju nego odložiti ga na odlagalište, i u smislu utjecaja na okoliš i u gospodarskom smislu. Stoga proizvodnja energije iz otpada može imati važnu ulogu pri stvaranju sinergija s energetske i klimatske politike EU-a, ali se taj proces mora ravnati prema načelima EU-ove hijerarhije otpada. Komisija će ispitati kako se ta uloga može poboljšati, a da se pritom ne ugrozi povećanje stopa ponovne uporabe i recikliranja, te kako se optimalno mogu iskoristiti energetske potencijali. U tu svrhu Komisija će u okviru energetske unije prihvatiti inicijativu "proizvodnja energije iz otpada".

#### **4.3. Plan gospodarenja otpadom republike hrvatske za razdoblje 2016.-2022. (poslije kružne ekonomije)**

Dosadašnje postupanje prilikom provedbe *Zakona o održivom gospodarenju otpadom* i provedbenih propisa donesenih temeljem tog zakona ukazalo je na nužnost stvaranja jasnijih i kvalitetnijih rješenja, posebice rješenja kojima se uređuje gospodarenje komunalnim otpadom te s njim povezanim biootpadom i otpadnom ambalažom uvažavajući smjernice i mjere koje proizlaze iz paketa o kružnom gospodarstvu.

Centri za gospodarenje otpadom predviđeni su za obradu otpada, koji preostaje nakon izdvajanja frakcija papira, metala, stakla i plastike iz miješanog komunalnog otpada, a

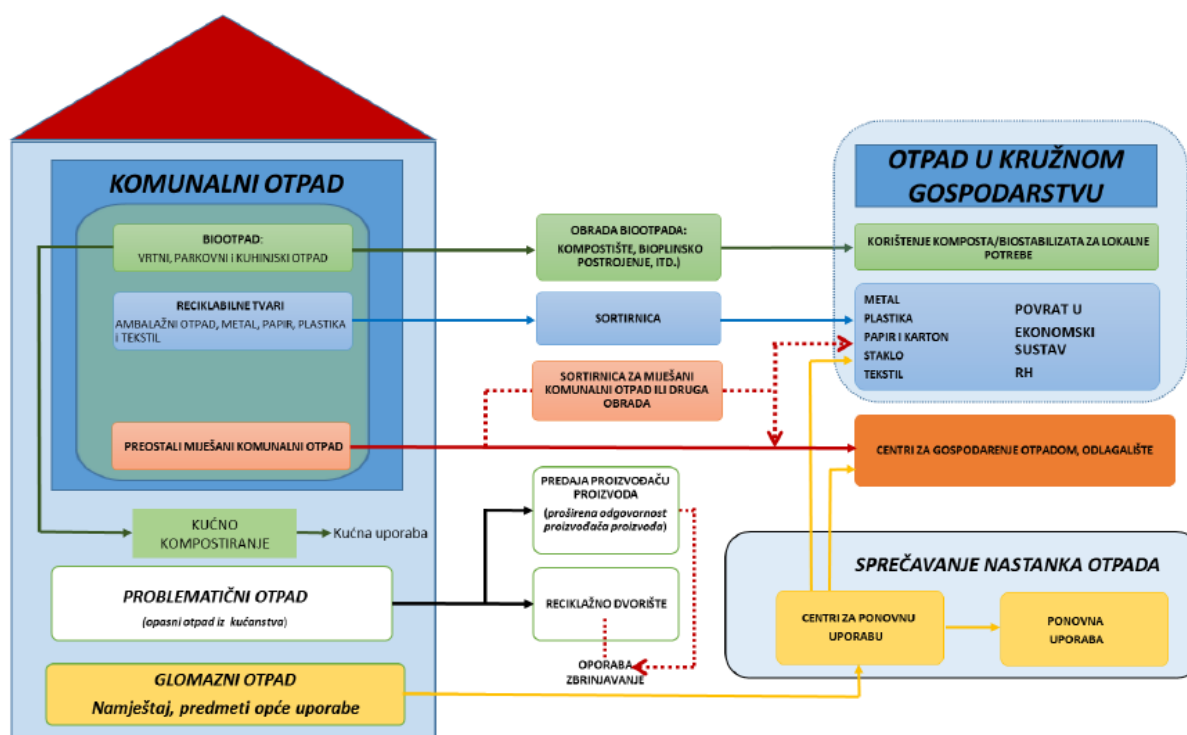
trgovačko društvo koje upravlja centrom za gospodarenje otpadom ujedno obavlja i poslove uspostave tog centra. Iako koncept sustava CGO-a uključujući i MBO tehnologiju može biti podesan za postizanje ciljeva u vezi odlaganja otpada, postojeći koncept sustava CGO-a nije zadovoljavajući za postizanje ciljeva recikliranja komunalnog otpada. Dinamika uspostave centara za gospodarenje otpadom predviđena Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2007. – 2015. nije postignuta, a radi postizanja ciljeva recikliranja komunalnog otpada potrebno je prilagoditi pojedine projekte uspostave CGO-a na način da:

- ukupni kapacitet za obradu miješanog komunalnog otpada odnosno otpada koji nastaje obradom miješanog komunalnog otpada svih CGO-a čini najviše 25% količine miješanog komunalnog otpada koji nastaje;
- da CGO-i sadrže odgovarajući kapacitet za obradu (pretežito mehaničku) građevnog te glomaznog otpada.

Tijekom pregovaračkih stajališta Republike Hrvatske s Europskom unijom u poglavlju zaštite okoliša također je utvrđeno da se za sva postojeća odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj moraju ispuniti zahtjevi "Direktive 1999/31/EZ o odlaganju otpada" najkasnije do 31. prosinca 2018. godine, što osim usklađivanja odlagališta podrazumijeva i obvezu provedbe sanacije i zatvaranja neusklađenih odlagališta otpada. Provedena analiza trenutnog stanja u području gospodarenja otpadom pokazala je da je za uspostavljanje cjelovitog, učinkovitog i održivog sustava gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj potrebno pojačati prvenstveno aktivnosti usmjerene na odvojeno sakupljanje komunalnog otpada na mjestu nastanka, poticanje izgradnje i opremanja postrojenja za oporabu te sanaciju odlagališta i "crnih točaka". Odvojeno sakupljanje na mjestu nastanka metala, stakla, plastike i papira iz komunalnog otpada provodi se u nedovoljnom broju općina i gradova, a za količine odvojeno sakupljanog biootpada iz kućanstava se može zaključiti da su zanemarive. Da bi se postigla zakonska stopa recikliranja kućnog i sličnog otpada, a time i smanjenje količina biorazgradivog komunalnog otpada koji završava na odlagalištima otpada, potrebno je kao preduvjet razviti efikasniji sustav odvojenog sakupljanja komunalnog otpada. Izuzev infrastrukturnog unaprjeđenja za postizanje napretka u ovom dijelu sustava veliku važnost ima edukacijsko-informativna komponenta koju je potrebno intenzivno provoditi, kako na nacionalnoj tako i na razini općina i gradova.

Sve sastavnice MKO u dosadašnjem sustavu gospodarenja otpadom u najvećoj mjeri zbrinjavaju se odlaganjem na odlagalištima. Odvajanjem pojedinih sastavnica MKO na mjestu nastajanja na način odvojenog sakupljanja "suhe frakcije" i odvojenog sakupljanja biotpada (posebice u urbanim sredinama) i njegove uporabe, značajno se smanjuje količina MKO koje

treba uputiti na obradu. Većina frakcija materijala dobivenih jednostavnim izdvajanjem materijala iz miješanog komunalnog otpada ne udovoljavaju zahtjevima za recikliranje zbog previsokog sadržaja onečišćujućih tvari (npr. biootpad na plastici, staklu, tekstu i metalu ili mokri papir i karton itd.) te bi ih, da udovolje zahtjevima kvalitete materijala za recikliranje, trebalo podvrgavati dodatnim postupcima obrade što bi većinom uzrokovalo neprihvatljivo financijsko opterećenje. Slijedom navedenog PGO RH 2016. – 2022. predviđa da je za postizanje ciljeva recikliranja potrebno značajni dio otpadne plastike, papira, metala, stakla, ali i tekstila i biootpada, koji danas čine komunalni otpad, sakupljati odvojeno, bilo da se radi o sakupljanju tzv. "suhe frakcije komunalnog otpada" odvojeno od biootpada i miješanog komunalnog otpada, ili na drugi odgovarajući način.



Slika 24. Planirani sustav gospodarenja komunalnim otpadom (PGO za razdoblje 2016. – 2022.)

#### **4.4. Analiza rješenja o odlagalištu "Karepovac" u odnosu na Kružnu ekonomiju**

##### **4.4.1. Razlike između usvojenog rješenja i principa kružne ekonomije – budući razvoj**

Usvojeno rješenje o odlagalištu Karepovac podrazumijeva zatvaranje postojećeg dijela odlagališta, uređenje nove plohe za nastavak odlaganja otpada do izgradnje i puštanja u rad županijskog Centra za gospodarenje otpadom. Budućnost gospodarenja otpadom Splitsko – dalmatinske županije predstavlja zatvaranje odlagališta Karepovac te otvaranje ŽGCO u Lećevici. Sve aktivnosti koje će se provoditi u centru trebaju biti u skladu sa principima kružne ekonomije. Obzirom da je rješenje predloženo 2006. godine očito je da tadašnja vizija centra za gospodarenje otpadom ne zadovoljava današnje propise. Naziv Centar za gospodarenje otpadom sugerira da će se u planirane centre odvoziti odvojeno prikupljeni otpad s kojim će se gospodariti, odnosno reciklirati, kao što je papir, plastika, staklo, biootpad i dr. Međutim u centre kakvi su zamišljeni u Hrvatskoj dovozio bi se pomiješani komunalni otpad koji nije čist pa bi se naknadna selekcija odvijala u centru što bi bio dodatni financijski trošak. MBO za miješani otpad nije povoljna metoda jer se biološkom obradom izdvaja voda koja zahtijeva uređaj za pročišćavanje, sve izdvojene sirovine nisu 100% čiste a dobiveni mulj treba spaliti ili odložiti. Veliki problem je zbrinjavanje organskog otpada koji se dijeli na suhi i mokri otpad. Suhi organski otpad možemo sitniti i kompostirati a mokri organski otpad ne smijemo odložiti nego kompostirati ili stabilizirati pa ga spaliti. Okvirno gledajući, pomiješani otpad tretiran MBO tehnologijom se suši i usitnjava iz čega se dobiva RDF koji se može spaliti u cementarama ili spalionicama ili odložiti na području centra. Spaljivanjem smeća (RDF, SRF) nastaju novi spojevi otrovniji i opasniji nego što je bilo samo smeće prije spaljivanja a smeće ne nestaje jer ostaje pepeo koji također zahtijeva zbrinjavanje. Europska komisija zahtijeva više recikliranja te postupno ukidanje spaljivanja i odlaganja otpada. U prosječnom CGO oko 5% sirovina šalje se na recikliranje a 35% završi kao gorivo iz otpada. Očito je da cijeli sustav CGO-a treba unaprijediti i poboljšati kako bi se ispunili zahtjevi kružne ekonomije, što i predviđa najnoviji Plan gospodarenja otpadom.

Ako usporedimo princip kružne ekonomije sa predlaganim rješenjima tokom godina uviđamo da su neka rješenja imala sličnu viziju rješavanja problema otpada kao i kružna ekonomija. Takvi primjeri su: projekt METAP Kaštelanski zaljev iz 1990. g. (recikliranje i odvojeno sakupljanje) i rješenje Gradskog poglavarstva iz 1999. g. (primarna selekcija i selektiranje komunalnog otpada u specijalnom pogonu). Rješenje koje predlaže potpunu

sanaciju i eliminaciju odlagališta je dobro, osim što predviđa spaljivanje otpada koje kružne ekonomija nastoji izbaciti. Usvojeno rješenje ima najmanje poveznica sa kružnom ekonomijom.

#### **4.4.2. Razlike između usvojenog rješenja i principa kružne ekonomije – saniranje prošlosti**

Dok društva pomiču prakse upravljanja otpadom na više mjesto u hijerarhijskom poretku prema obnovi, recikliranju i ponovnom korištenju, još uvijek nam ostaje u nasljeđu ekološki problem vezan za povijesno korištenje odlagališta. Europska unija nas u Direktivi 1999/31/EZ obvezuje da se sva neusklađena odlagališta saniraju i zatvore, što znači da treba sanirati prošlost odlagališta Karepovac kako više ne bi imalo štetni utjecaj na okoliš. Prema usvojenom rješenju postojeći dio odlagališta bi ostao netaknut, samo bi se prekrio završnim pokrovnim slojem. Dio starog otpada bi se premjestio na novu plohu odlagališta koja bi bila uređena kao sanitarno odlagalište. Pošto se odlagalište namjerava koristiti do kraja 2018. godine postavlja se pitanje da li se isplati do kraja 2017. godine raditi sanitarni deponij za prihvrat novog otpada na istočnoj strani odlagališta dok stari dio odlagališta ne bi kompletno zadovoljavao uvjete okoliša jer ne bi imao donje brtvene slojeve. Logičnije je problem riješiti baziranjem samo na postojeći dio odlagališta. Metoda kojom bi se riješio ovaj problem nije u potpunosti zaživjela, ali se provela u nekoliko zemalja i interes za nju je sve veći. Riječ je o metodi "Landfill mining and reclamation" (LFMR) ili tzv. rudno eksploatiranje i melioracija odlagališta. To je proces u kojem se kruti otpad, koji je prethodno odložen na odlagalištu, iskapa i obrađuje. Svrha rudarenja na odlagalištu je smanjenje mase otpada zatvorene unutar odlagališta ili privremeno uklanjanje opasnog materijala kako bi se mogle primijeniti zaštitne mjere prije zamjene odlagališne mase. U tom procesu, rudarenjem se dobivaju natrag vrijedni reciklažni materijali, goriva frakcija, zemlja i sam prostor odlagališta. Princip rada je iskapanje, prosijavanje i sortiranje materijala s odlagališta. Prvo se prosijava biorazgradivi otpad koji za sobom ostavlja ne-biorazgradive materijale koji su tada lakše dostupni. Za potrebe reciklaže i prerade kvaliteta ovih materijala nije tako visoka kao kod materijala koji su odmah reciklirani, međutim materijali kao aluminij i željezo se mogu izuzeti od tog pravila. Primjena ove metode je u skladu sa kružnom ekonomijom i u cijelosti rješava problem odlagališta Karepovac. Postoje tri opcije primjene ove metode. Prva je da sav otpad iskopamo, napravimo sanitarno odlagalište tj. brtvimo odlagalište i vratimo otpad natrag. Iskopavanje odlagališta samo kako bi se postavila sigurnija podloga je najnepovoljnija metoda jer volumen odlagališta ostaje isti, a također treba negdje napraviti sigurnosnu plohu na kojoj će biti otpad dok se sanira odlagalište. Druga opcija

je da sav iskopani otpad pošaljemo na razdvajanje gdje bi dobili organski otpad, plastiku, zemlju i metale. Učinkovitost ovog procesa bi bila 90%. Operacije povrata materijala vezane za LMFR aktivnosti koje su izvedene do danas uglavnom su se sastojale od uklanjanja zemlje i metala, te, povremeno, pripreme goriva dobivenog iz otpada (RDF) i zamjene i sabijanja preostalih materijala natrag u odlagalište. Praksa s glomaznim otpadom je da ga se iskopa, usitni i vrati natrag u uređeno odlagalište. Zbog toga je možda najpovoljnija treća opcija kao kombinacija prve dvije opcije; iz iskopanog otpada izdvojimo korisne materijale i opasne tvari a ostatak otpada sabijemo, po potrebi usitnimo i vratimo u sanitarno odlagalište koje ne bi imalo štetan utjecaj na okoliš. Iako se rješenje možda čini jednostavno ono je zapravo vrlo složeno. Iskapanje komunalnih odlagališta je komplicirano i mora se temeljiti na očekivanom sadržaju odlagališta. Problem je i ako odlagalište nije prošlo određenu fazu stabilizacije jer postoji opasnost od emitiranja deponijskog plina. Faktori o kojima ovisi izbor sanacije su dubina odlagališta, sastav otpada, prisutnost opasnog otpada, razine procjednih voda i sastav vlage otpada, utjecaj na okoliš, utjecaj na stanovništvo i na kraju najvažnije, financijske mogućnosti.

#### **4.5. Zaključak**

Budućnost gospodarenja otpadom kao i cijelog gospodarstva predstavlja kružna ekonomija jer ona oponaša prirodne procese i za razliku od linearne ekonomije sve vraća u proizvodni proces. Kružna ekonomija nastoji smanjiti otpad odvajanjem na mjestu nastanka i tako odvojeni otpad reciklirati. Europska unija nas u Direktivi 1999/31/EZ obvezuje na odvajanje otpada. Do kraja ove godine trebali bismo 50% manje biootpada odvojiti na odlagalište, a do 2020. čak 75% manje biootpada odvojiti na odlagalište. Republika Hrvatska odvaja 15% otpada, a sam grad Split tek 10%. Dosadašnji PGO bazirali su se na skupom i neekološkom sustavu proizvodnje velikih količina miješanog otpada, prevoženja do velikih regionalnih centara i spaljivanja u cementarama i spalionicama otpada. Novi Plan potiče odustajanje od uspostave skupih regionalnih centara za miješani otpad i spaljivanje u spalionicama i cementarama, a stvara preduvjete za pozitivne pomake u sustavu odvajanja i recikliranja. Po principu "zero waste" sav otpad bi se ponovno vratio u proizvodnju iz čega slijedi da MBO tehnologija više neće biti potrebna jer neće biti otpada za obradu. Ipak, to je samo cilj kojem se teži a otpada će i dalje biti tako da ne treba odustajati od Centara za gospodarenjem otpadom, samo treba prenamijeniti njihovu dosadašnju funkciju tako da postanu reciklažni centri. Treba ugraditi sortirnice, kompostane, centre za ponovnu uporabu i napraviti više reciklažnih dvorišta. Treba uducirati građane o važnosti odvajanja otpada te im omogućiti odvajanje otpada na

kućnom pragu gdje bi se posebno odvajao biootpad, papir, ambalaža i miješani otpad. Miješani komunalni otpad i biootpad se može slati u CGO na daljnju obradu anaerobnom MBO tehnologijom gdje bi se na izlazu iz postrojenja dobivao kompost i bioplin. Primjer takvog centra je postrojenje RCERO u Ljubljani koja je po odvojenom prikupljanju vodeći glavni grad u Europskoj uniji.

Svijet danas sve više prepoznaje vrijednost otpada, a kako se resursi smanjuju pozornost se usmjerava prema odloženom otpadu iz odlagališta. Proces povratka korisnih sirovina iz odlagališta se poznat je kao "Landfill mining" ili eksploatacija odlagališta. Osim potencijalnog pronalaska reciklažnih materijala, iskapanje i povrat materijala s odlagališta može rezultirati dodatnim pogodnostima kao što su smanjenje utjecaja na okoliš, povratak praznog prostora odlagališta, oslobađanje zemljišta za prenamjenu, te smanjenje ili eliminacija troškova povezanih s održavanjem i monitoringom odlagališta. Ovom metodom moguće je riješiti prenatrpanost odlagališta Karepovac na način da se iskopa sav otpad, izvade najkorisniji materijali kao što su metali, zemlja i eventualno plastika a ostatak otpada se vrati u uređeno sanitarno odlagalište. Rješenje može izgledati jednostavno no pitanje je koliko bi to koštalo? Je li sigurno? Kakav bi bio utjecaj na okoliš? Sva ta pitanja treba uzeti u obzir i okupiti tim stručnjaka koji bi osigurali da se ovaj proces provede na siguran način jer glavni cilj iskapanja otpada ne bi bili korisni resursi nego da se odlagalište uredi kao sanitarno odlagalište koje neće više imati štetan utjecaj na okoliš.

## 5. BILANCA TVARI NA ODLAGALIŠTU

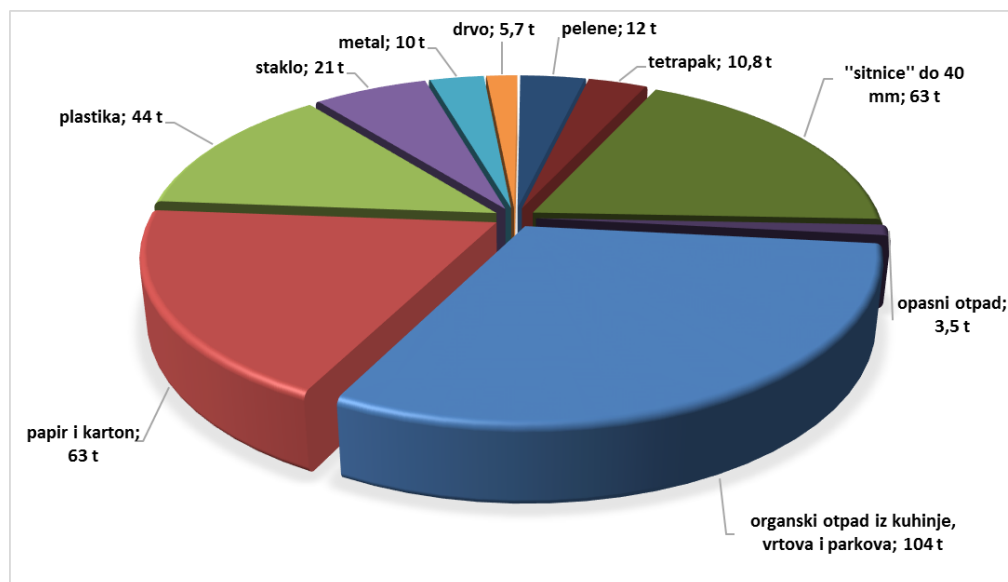
### 5.1. Bilanca otpada

Prostor za odlaganje otpada zauzima površinu cca 28.3 ha, pri čemu je 20.2 ha površine prekriveno komunalnim i neopasnim proizvodnim otpadom. Godišnje se na odlagalište odloži oko 120 000 tona otpada. Odlagalište početkom 2010. godine sadrži otprilike 5 000 000 m<sup>3</sup> (ili 2 500 000 tona uz pretpostavku zbijenosti otpada od 0,5 t/m<sup>3</sup>) odložene materije. Točnih podataka nema jer se u početku nije vodila evidencija o količinama i vrsti otpada koji se odlagao na odlagalištu. Približne količine se mogu dobiti proračunom volumena odlagališta te analizom procesa slijevanja. Drugi način je da se izračuna broj ekvivalentnih stanovnika koji su se služili Karepovcem te procjenom jediničnih veličina izračuna količina i vrste otpada. U periodu 2010. – 2014. se vodila evidencija količina otpada koji se odlaže na odlagalište. Te količine su prikazane u tablici 5.

**Tablica 5. Količine prikupljanog otpada na odlagalištu Karepovac po jedinicama lokalne samouprave za razdoblje 2010. - 2014. godine (IPZ Uniprojekt MCF d.o.o. - Elaborat o količini; sastavu komunalnog otpada na području grada Splita)**

| Red. br. | JEDINICE<br>LOKALNE<br>SAMOUPRAVE | KOLIČINE<br>KOMUNALNOG<br>OTPADA ODLOŽENOG<br>NA ODLAGALIŠTU<br>KAREPOVAC U<br>RAZDOBLJU<br>01.01.-31.12.2010. U<br>TONAMA |       | KOLIČINE<br>KOMUNALNOG<br>OTPADA ODLOŽENOG<br>NA ODLAGALIŠTU<br>KAREPOVAC U<br>RAZDOBLJU<br>01.01.-31.12.2011. U<br>TONAMA |       | KOLIČINE<br>KOMUNALNOG<br>OTPADA ODLOŽENOG<br>NA ODLAGALIŠTU<br>KAREPOVAC U<br>RAZDOBLJU<br>01.01.-31.12.2012. U<br>TONAMA |       | KOLIČINE<br>KOMUNALNOG<br>OTPADA ODLOŽENOG<br>NA ODLAGALIŠTU<br>KAREPOVAC U<br>RAZDOBLJU<br>01.01.-31.12.2013. U<br>TONAMA |       | KOLIČINE<br>KOMUNALNOG<br>OTPADA ODLOŽENOG<br>NA ODLAGALIŠTU<br>KAREPOVAC U<br>RAZDOBLJU<br>01.01.-30.09.2014. U<br>TONAMA |       |
|----------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|          |                                   |                                                                                                                            | %     |                                                                                                                            | %     |                                                                                                                            | %     |                                                                                                                            | %     |                                                                                                                            | %     |
| 0        | 1                                 | 2                                                                                                                          | 3     | 4                                                                                                                          | 5     | 6                                                                                                                          | 7     | 8                                                                                                                          | 9     | 10                                                                                                                         | 11    |
| 1.       | SPLIT                             | 59.901,74                                                                                                                  | 52,8  | 59.397,36                                                                                                                  | 53,4  | 57.378,70                                                                                                                  | 53,8  | 55.990,12                                                                                                                  | 52,8  | 45.294,74                                                                                                                  | 49,3  |
| 2.       | SOLIN                             | 8.836,11                                                                                                                   | 7,8   | 8.380,46                                                                                                                   | 7,5   | 7.923,55                                                                                                                   | 7,4   | 7.882,39                                                                                                                   | 7,4   | 6.318,74                                                                                                                   | 6,9   |
| 3.       | KAŠTELA                           | 15.518,82                                                                                                                  | 13,7  | 15.953,96                                                                                                                  | 14,3  | 14.705,49                                                                                                                  | 13,8  | 13.408,43                                                                                                                  | 12,8  | 10.889,93                                                                                                                  | 11,9  |
| 4.       | KLIS                              | 530,40                                                                                                                     | 0,5   | 705,74                                                                                                                     | 0,7   | 649,59                                                                                                                     | 0,6   | 749,01                                                                                                                     | 0,7   | 395,83                                                                                                                     | 0,4   |
| 5.       | MUČ                               | 706,35                                                                                                                     | 0,6   | 684,92                                                                                                                     | 0,6   | 631,51                                                                                                                     | 0,6   | 612,84                                                                                                                     | 0,6   | 510,60                                                                                                                     | 0,6   |
| 6.       | DUGOPOLJE                         | 1.260,81                                                                                                                   | 1,1   | 1.695,71                                                                                                                   | 1,5   | 1.833,57                                                                                                                   | 1,7   | 1.662,10                                                                                                                   | 1,6   | 1.252,08                                                                                                                   | 1,4   |
| 7.       | OMIŠ                              | 10.182,42                                                                                                                  | 9,0   | 9.907,39                                                                                                                   | 8,9   | 9.752,09                                                                                                                   | 9,1   | 9.363,84                                                                                                                   | 8,8   | 8.001,44                                                                                                                   | 8,7   |
| 8.       | MARINA                            | 1.585,11                                                                                                                   | 1,4   | 0,00                                                                                                                       | -     | 32,16                                                                                                                      | -     | 295,81                                                                                                                     | 0,3   | 393,85                                                                                                                     | 0,4   |
| 9.       | SEGET                             | 2.683,50                                                                                                                   | 2,4   | 2.494,32                                                                                                                   | 2,2   | 2.919,82                                                                                                                   | 2,7   | 3.230,61                                                                                                                   | 3,0   | 2.456,74                                                                                                                   | 2,7   |
| 10.      | MAKARSKA                          | 2.059,88                                                                                                                   | 1,8   | 0,00                                                                                                                       | -     | 140,07                                                                                                                     | 0,1   | 1.306,73                                                                                                                   | 1,2   | 4.215,87                                                                                                                   | 4,6   |
| 11.      | BAŠKA VODA                        | 1.963,75                                                                                                                   | 1,7   | 2.236,41                                                                                                                   | 2,0   | 2.250,08                                                                                                                   | 2,1   | 2.243,50                                                                                                                   | 2,1   | 1.982,10                                                                                                                   | 2,2   |
| 12.      | PODSTRANA                         | 4.696,97                                                                                                                   | 4,1   | 3.785,81                                                                                                                   | 3,4   | 3.405,10                                                                                                                   | 3,2   | 3.128,84                                                                                                                   | 2,9   | 2.708,31                                                                                                                   | 2,9   |
| 13.      | TUČEPI                            | 111,49                                                                                                                     | 0,1   | 1.487,28                                                                                                                   | 1,3   | 1.450,20                                                                                                                   | 1,4   | 1.418,74                                                                                                                   | 1,3   | 1.245,81                                                                                                                   | 1,4   |
| 14.      | PODGORA                           | 143,83                                                                                                                     | 0,1   | 1.870,72                                                                                                                   | 1,7   | 1.883,45                                                                                                                   | 1,8   | 1.836,33                                                                                                                   | 1,7   | 1.676,54                                                                                                                   | 1,8   |
| 15.      | LEČEVICA                          | 103,49                                                                                                                     | 0,1   | 83,14                                                                                                                      | 0,1   | 107,36                                                                                                                     | 0,1   | 84,45                                                                                                                      | 0,1   | 98,24                                                                                                                      | 0,1   |
| 16.      | OKRUG                             | 2.611,90                                                                                                                   | 2,3   | 962,56                                                                                                                     | 0,9   | 33,06                                                                                                                      | -     | 390,50                                                                                                                     | 0,4   | 2.331,25                                                                                                                   | 2,5   |
| 17.      | PRMORSKI DOLAC                    | 189,78                                                                                                                     | 0,2   | 194,63                                                                                                                     | 0,2   | 182,05                                                                                                                     | 0,2   | 180,29                                                                                                                     | 0,2   | 156,50                                                                                                                     | 0,2   |
| 18.      | BRELA                             | 327,96                                                                                                                     | 0,3   | 1.384,06                                                                                                                   | 1,3   | 1.429,40                                                                                                                   | 1,4   | 1.381,36                                                                                                                   | 1,3   | 1.219,51                                                                                                                   | 1,3   |
| 19.      | PRGOMET                           | 35,70                                                                                                                      | -     | 48,38                                                                                                                      | -     | 0,00                                                                                                                       | -     | 0,00                                                                                                                       | -     | 0,00                                                                                                                       | 0,0   |
| 20.      | TROGIR                            | 0,00                                                                                                                       | -     | 0,00                                                                                                                       | -     | 0,00                                                                                                                       | -     | 1.350,97                                                                                                                   | 1,3   | 637,00                                                                                                                     | 0,7   |
|          | UKUPNO:                           | 113.450,01                                                                                                                 | 100,0 | 111.272,85                                                                                                                 | 100,0 | 106.707,25                                                                                                                 | 100,0 | 106.516,86                                                                                                                 | 100,0 | 91.785,08                                                                                                                  | 100,0 |

Na odlagalište se svakodnevno odloži od 350 do 390 tona otpada čiji je sastav po količinama prikazan na slici 25.



**Slika 25. Udio različitih vrsta otpada u ukupnoj dnevnoj količini otpada (podaci iz Čistoća d.o.o. Split)**

Kako će odlagalište biti u funkciji barem još sljedećih pet godina moguće je pomoću tablice 5. izračunati približne količine koje će biti odložene u periodu od 2010. – 2020. godine.

| Odloženi otpad 2010. – 2014. (tona) | Prosječni godišnji otpad (t/god) | Odloženi otpad 2015. – 2020. (tona) | Ukupni otpad 2010. – 2020. (tona) |
|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 529 730                             | 105 946                          | 635 676                             | 1 165 406                         |

Ako toj vrijednosti pridodamo procijenjenu vrijednost do 2010. g. od 2 500 000 tona dobit ćemo približnu ukupnu količinu otpada odloženu na odlagalište od njegova nastanka do zatvaranja koja iznosi 3 665 406 tona. Iz tablice 1. znamo sastav komunalnog otpada pa na temelju toga možemo procijeniti udio pojedinih tvari u ukupnoj količini otpada dan u tablici 6.

**Tablica 6. Udio pojedinih tvari iz otpada u odnosu na ukupnu procijenjenu količinu otpada**

| Red.br. | Vrsta materijala                   | Mas% | Udio od ukupne količine (tona) |
|---------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| 1.      | guma                               | 0,4  | 14 661,6                       |
| 3.      | papir (novine i časopisi)          | 9,8  | 359 209,8                      |
| 4.      | karton                             | 8,9  | 326 221,2                      |
| 5.      | staklo                             | 2,2  | 80 638,9                       |
| 6.      | sitna plastika, meka               | 10,9 | 399 529,3                      |
| 7.      | ostala plastika, tvrda             | 2,9  | 106 296,8                      |
| 8.      | sitni metalni predmeti (Al-limen.) | 0,7  | 25 657,8                       |
| 9.      | ostali metali                      | 2,0  | 73 308,2                       |
| 10.     | drvo                               | 2,2  | 80 638,9                       |
| 11.     | organski otpad iz kuhinja          | 15,4 | 564 472,5                      |
| 12.     | odjeća i obuća                     | 1,6  | 58 646,5                       |
| 13.     | tekstil                            | 2,2  | 80 638,9                       |
| 14.     | boje, tinta, ljepila i smole       | 0,1  | 3 665,4                        |
| 15.     | lijekovi                           | 0,1  | 3 665,4                        |
| 17.     | elektronska oprema                 | 0,8  | 29 323,3                       |
| 18.     | biootpad                           | 1,8  | 65 977,3                       |
| 19.     | zemlja i kamenje                   | 2,1  | 76 973,5                       |
| 20.     | bijela tehnika i olupine b. tehn.  | 0,4  | 14 661,6                       |
| 21.     | koža i kosti                       | 0,8  | 29 323,3                       |
| 22.     | PET                                | 1,7  | 62 311,9                       |
| 23.     | pelene                             | 3,2  | 117 293                        |
| 24.     | složenci (slično Tetra Pak)        | 2,3  | 84 304,3                       |
| 25.     | sitnica do 40 mm                   | 27,2 | 996 990,4                      |

Pomoću ovih podataka možemo pretpostaviti trajanje procesa na odlagalištu za narednih 20 godina, procijeniti organske tvari kao generator plina i eluata, procijeniti eluat iz organskih tvari i oborina te procijeniti izlaz plina. Također, temeljem ovih podataka moguće je planirati uvjete za sanaciju odlagališta kao i utjecaje na sanciju. Sanacija predviđa izdvajanje korisnih materijala iz otpada, možemo procijeniti njihove količine te ekonomsku isplativost davanja tih materijala na tržište.

## 5.2. Bilanca voda

Kao što je navedeno oborinske i procjedne vode iz odlagališta odlaze u retencijske lagune na jugoistočnoj strani odlagališta. Informacije o količini vode koja pada na odlagalište te količini koja otječe s odlagališta ne postoje jer se na odlagalištu ne vrši monitoring procjednih voda. Jedini relevantni podaci vezani uz ovu tematiku pronađeni su u studiji *Problematika rješavanja otpadnih voda odlagališta otpada "Karepovac"*; Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, kolovoz 2013. god.

Kao što je poznato, sakupljene procjedne vode se ispumpavaju i odvoze cisternama na CUPOV Stupe kako bi se spriječilo izlivanje na okolni teren.

Prema dostupnim podacima tijekom 2011. godine, iz jezeraca zagađene mješavine procjernih i oborinskih voda koje se nalaze istočno od odlagališta otpada Karepovac, odvedeno je 778.76 (m<sup>3</sup>) zagađene vode na uređaj za pročišćavanje "Stupe". Tijekom 2012. godine odvedeno je 898.41 (m<sup>3</sup>) zagađene vode na uređaj za pročišćavanje "Stupe". Tijekom 2013. godine, od 01. siječnja do 23. srpnja, odvedeno je 2066.41 (m<sup>3</sup>) zagađene vode na uređaj za pročišćavanje "Stupe". Uočava se trend povećanja količina zagađenih voda koje treba odvesti na uređaj za pročišćavanje. Polazeći od raspoloživih podataka za značajke procjernih voda može se pretpostaviti sljedeće:

Količine: 800- 3000 (m<sup>3</sup>/god) ili prosječno 2 - 8 (m<sup>3</sup>/dan).

Kako točnih podataka nema, pretpostavlja se da su količine sljedeće:

- Prosječna količina oko 8 (m<sup>3</sup>/dan).
- Vršni-kišni period 3x prosječna količina što iznosi 24 (m<sup>3</sup>/dan).

Kakvoća voda je:

- KPK            694 – 9300 (mg/l)
- BPK<sub>5</sub>        29 – 1079 (mg/l)
- Susp. tvar    42 – 111 (mg/l)
- Ukupni N    207 – 1477 (mg/l)
- Ukupni P    1,3 -11,78 (mg/l).

Radi se o velikim količinama koje će trebati još dugo vremena zbrinjavati. Preduvjet za to je izgradnja sustava odvodnje oborinskih voda te sustava prikupljanja eluata i izgradnja uređaja.

### 5.3. Bilanca plina

Odlagalište Karepovac je opremljeno bunarima za pasivno otplinjavanje plina iz odlagališta. Informacije o količinama plina koje su emitirane iz odlagališta od njegova nastanka nisu poznate, prati se jedino sastav odlagališnog plina na bunarima jednom mjesečno od strane ovlaštenog laboratorija. Prate se pokazatelji: CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S i H<sub>2</sub>. U tablici 7 prikazane su prosječne godišnje vrijednosti pokazatelja sastava odlagališnog plina u 2013. i 2014. god.

**Tablica 7. Godišnje vrijednosti sastava odlagališnog plina u 2013. i 2014. god (Sanacija i zatvaranje odlagališta otpada "Karepovac", ECOINA d.o.o., svibanj 2015)**

| Bunar<br>br.             | CH <sub>4</sub><br>(%vol) |             | CO <sub>2</sub><br>(%vol) |             | O <sub>2</sub><br>(%vol) |            | H <sub>2</sub><br>(ppm) |                | H <sub>2</sub> S<br>(ppm) |                |
|--------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|--------------------------|------------|-------------------------|----------------|---------------------------|----------------|
|                          | 2013.                     | 2014.       | 2013.                     | 2014.       | 2013.                    | 2014.      | 2013.                   | 2014.          | 2013.                     | 2014.          |
| 1                        | 20,8                      | 52,3        | 19,5                      | 41,9        | 11,3                     | 2,8        | >540                    | 153            | 20                        | 118            |
| 2                        | 38,7                      | 31,5        | 30,3                      | 22,6        | 7,2                      | 10,3       | 378                     | <35            | 59                        | <58            |
| 3                        | 46,0                      | 33,1        | 38,1                      | 24,2        | 4,5                      | 9,2        | >442                    | <94            | 64                        | <66            |
| 4                        | 2,4                       | 16,6        | 2,0                       | 12,1        | 17,2                     | 15,0       | <54                     | <27            | <6                        | <72            |
| 5                        | 30,6                      | 48,0        | 32,9                      | 37,2        | 8,9                      | 5,2        | >728                    | >461           | 97                        | 139            |
| 6                        | 38,9                      | 47,8        | 35,2                      | 36,5        | 6,3                      | 4,9        | >630                    | >568           | <120                      | 161            |
| 7                        | 33,1                      | 41,1        | 31,7                      | 31,1        | 8,3                      | 8,6        | >818                    | >553           | <124                      | 98             |
| 8                        | 19,6                      | 48,2        | 17,6                      | 34,8        | 13,0                     | 5,5        | >571                    | >614           | <41                       | 104            |
| <b>svih 8<br/>bunara</b> | <b>28,8</b>               | <b>39,8</b> | <b>25,9</b>               | <b>30,1</b> | <b>9,6</b>               | <b>7,7</b> | <b>&gt;520</b>          | <b>&gt;313</b> | <b>&lt;66</b>             | <b>&lt;102</b> |

Koncentracije metana su dosezale oko 45 % vol još u travnju 2006. godine kada je izvršeno podzemno mjerenje plina. Može se procijeniti da će koncentracije u središtu odlagališta biti mnogo veće (do 60%). Odlagalište otpada Karepovac je u fazi "stabilne dugoročne proizvodnje plina", što znači da se procjenjuje postojanje velike proizvodnje plina tijekom vremena. Odlagalište ispušta u atmosferu velike količine metana CH<sub>4</sub> i ugljikovog dioksida CO<sub>2</sub>, dva najvažnija plina koja imaju štetni utjecaj na klimatske promjene. Polazeći od činjenice da metan ima 20 puta veći negativni utjecaj od ugljikovog dioksida jasno se vidi da odlagalište Karepovac ima veliki štetni utjecaj na klimatske promjene. Preduvjet za planiranje mogućeg korištenja ili utjecaja na okoliš je proračun volumena plina na odlagalištu, odnosno dnevnih/godišnjih količina plina koji će se proizvoditi u sljedećih 50 godina. Za proračun emisija stakleničkih plinova (CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub>) primjenjuje se IPCC metodologija (Intergovernmental Panel on Climate Change, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories).

## **6. PRIJEDLOG SANACIJE ODLAGALIŠTA I IDEJNA PRENAMJENA ODLAGALIŠTA**

### **6.1. Odlagalište Karepovac kao sanitarno odlagalište otpada**

Sanacija postojećih odlagališta je proces čija realizacija zahtijeva rješavanje niza problema: sanitarno-epidemioloških, ekoloških, hidroloških, hidrogeoloških, urbanističkih, građevinskih, ekonomskih, komunalnih i geotehničkih. Budući da tema ovog rada nije detaljni opis sanacije, ovdje će se samo u kratkim crtama prikazati najvažnije aktivnosti koje se moraju provesti sanacijom kako bi odlagalište Karepovac postalo sanitarno odlagalište. Sanitarno odlagalište je ono koje je izvedeno prema važećim propisima i zakonskoj regulativi, ne ugrožava okoliš i ima svu potrebnu projektnu dokumentaciju.

Prije sanacije odlagališta treba provesti istražne radove koji uključuju:

- Određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava odloženog otpada;
- Ispitivanje tla i instaliranje piezometara;
- Određivanje volumena otpadnog materijala;
- Određivanje opsega zagađenosti okolnog tla;
- Određivanje vrste i karakteristika zagađivala koje je penetriralo u tlo;
- Određivanje karakteristika lokacije (s obzirom na mogućnosti uporabe određenih metoda sanacije, infrastruktura i sl);
- Utvrđivanje blizine vodonosnika i karakteristike okolnog tla.

Sanacija bi podrazumijevala iskop otpadnog materijala i njegovu daljnju obradu, odnosno transport do najbližeg centra za obradu otpada gdje bi se postupcima separacije izdvajali korisni, štetni i inertni materijali od ostatka koji bi se vratio na pripremljenu podlogu odlagališta. S obzirom na način ugradnje otpadnog materijala u odnosu na kotu površine terena odlagalište bi se formiralo kao kombinirano odlagalište, odnosno dijelom ukopano, a dijelom nasuto odlagalište, obloženo s donje i gornje strane nepropusnim barijerama. Bočni zaštitni slojevi bi bile kosine koje zadovoljavaju uvjete stabilnosti, otpornost na eroziju i normalno otjecanje površinske vode. Sustav zaštitnih slojeva ima najvažniju ulogu u sprječavanju prijenosa zagađenja. S jedne strane se sprječava širenje zagađenja od raspadanja otpada u podzemlje i okoliš, a s druge strane se izolira otpad od vanjskih utjecaja.

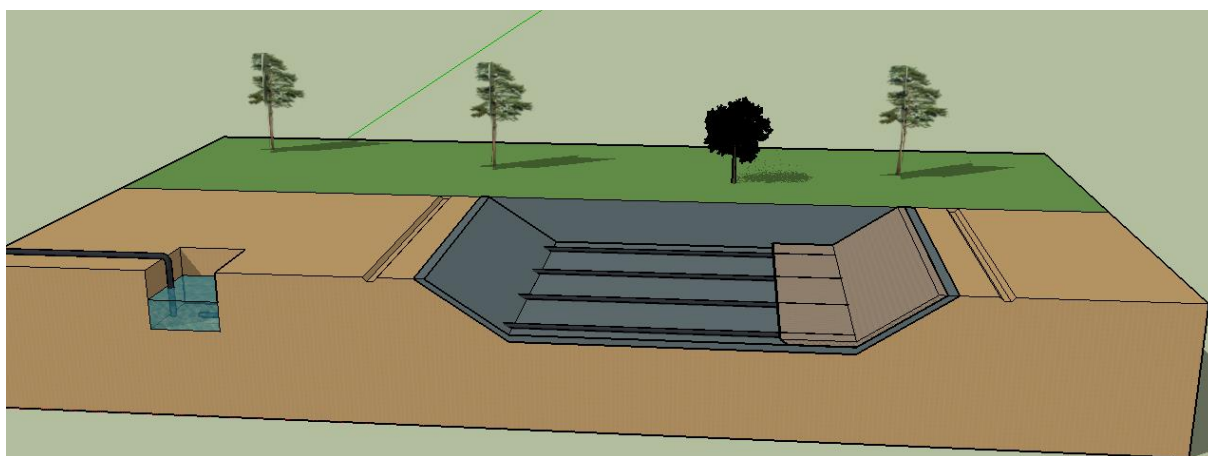
Sustav zaštitnih slojeva ima za cilj:

- smanjiti infiltraciju vode u otpad preko pokrova ili bočnih strana odlagališta;
- sakupiti i odvesti plinove i procjedne vode;
- onemogućiti kontakt procjednih voda i podzemlja;
- osigurati stabilnost odlagališta kao građevine;
- omogućiti dugoročan monitoring odlagališta.

Elementi sustava zaštitnih slojeva odlagališta otpada su sustav brtvenih slojeva, sustav za prikupljanje i odvođenje procjedne vode, te sustav za otplinjavanje. Brtveni sustav se sastoji od temeljnog i pokrovnog brtvenog sloja.

#### Sustav brtvenih slojeva

Konstrukcija temeljnog brtvenog sustava izvela bi se od kombinacije prirodnih i geosintetskih materijala čija je vodonepropusnost manja od  $10^{-9}$  (m/s). Za prirodni materijal koristio bi se sloj gline nakon čega idu zaštitni slojevi geomembrane i geotekstila. Na vodonepropusni sloj ugradio bi se drenažni sloj sa sustavom cijevi za prikupljanje procjednih voda. Zatim bi išlo punjenje odlagališta otpadom.

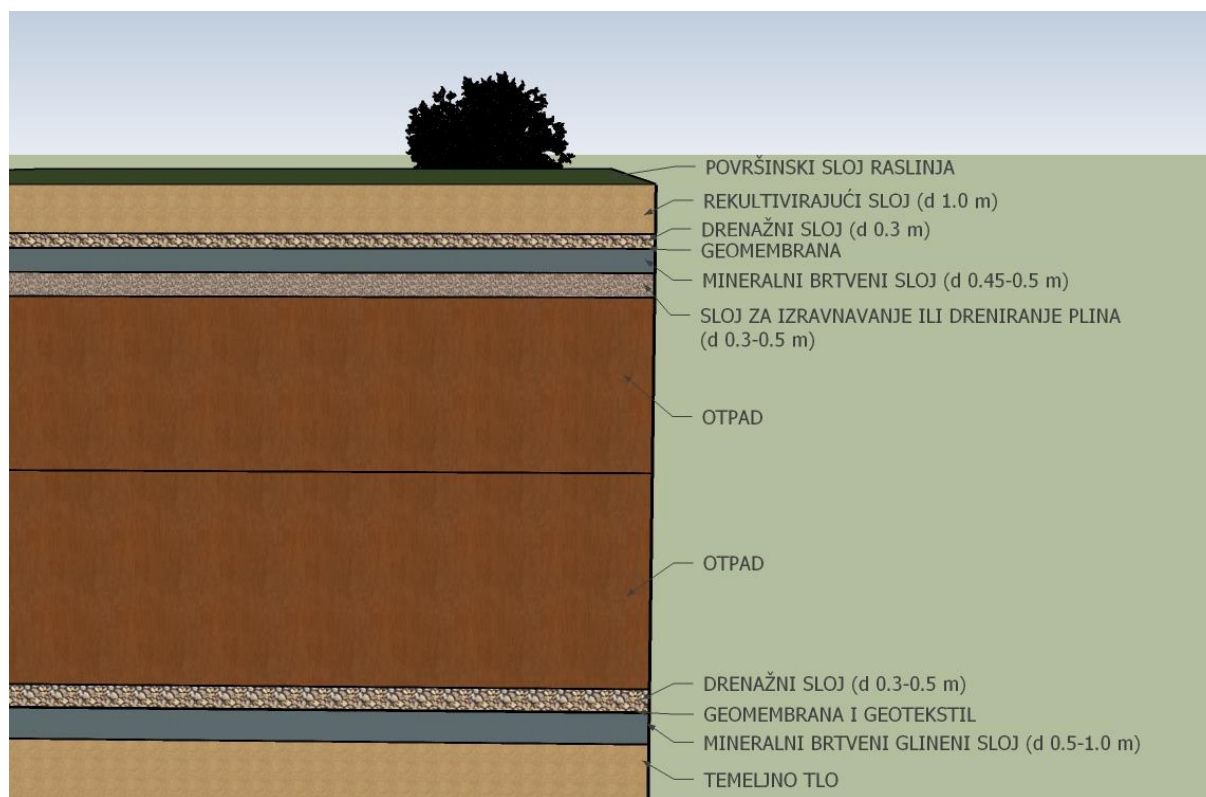


**Slika 26. Shematski prikaz postavljanja drenažnog sloja sa sustavom cijevi (Izvor: autorica diplomskog rada)**

Po zapunjavanju odlagališta otpadom ugrađuje se prekrivni brtveni sustav. Svrha prekrivnog sloja je sprječavanje infiltracije oborinskih voda u deponij kako bi se minimiziralo nastajanje procjednih voda, kontrola izlaska plinova s odlagališta, te stvaranje podloge za ozelenjavanje odlagališta.

Prvo bi se iznad zadnjeg sloja otpada postavio propusni šljunčani sloj za prikupljanje plinova. Iznad tog sloja postavio bi se glineni brtveni sloj male hidrauličke propusnosti koji

djeluje kao hidraulička brana. Zatim bi išao zaštitni sloj od geomembrane, pa drenažni sloj za odvodnju oborinskih voda s površine odlagališta. Završni sloj je rekultivirajući sloj namijenjen za sadnju zelenila.

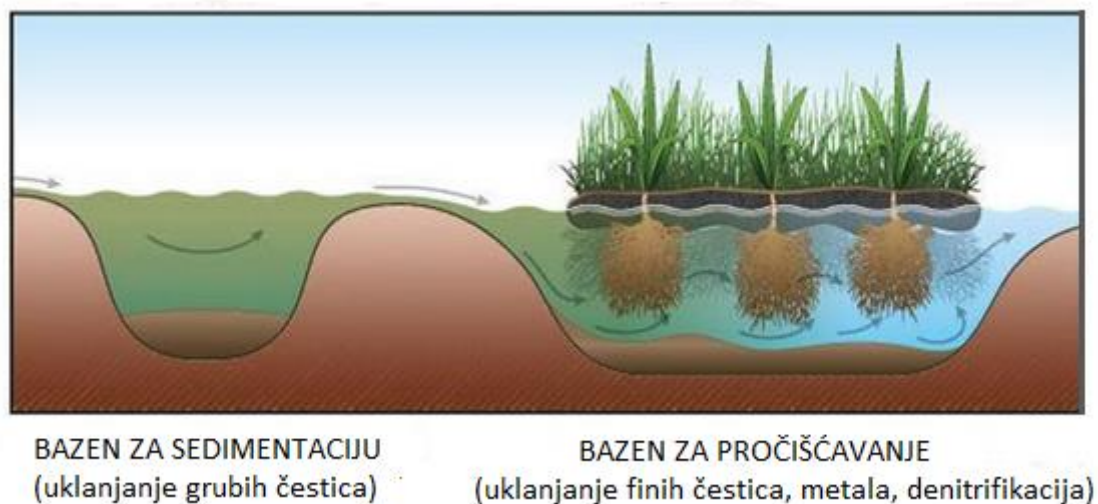


**Slika 27. Prikaz slojeva odlagališta otpada (Izvor: autorica diplomskog rada)**

#### Sustav za prikupljanje procjednih voda

Sve vode koje nastaju tijekom rada na deponijama, prema EU Direktivi o deponiranju otpada 1999/31/EC, treba sakupiti i pročititi, prije bilo kakvog ispuštanja u krajnji recipijent. Procjedne vode sakupljale bi se kao i dosada u retencijskim lagunama na jugoistočnoj strani odlagališta. Oborinske vode bi također otjecale u lagune sustavom drenažnih kanala koji bi se postavili po obodu odlagališta. Lagune se mogu spojiti u jednu veliku sabirnu lagunu čije bi dno brtvili tako da postane vodonepropusno. Osnovni elementi koji definiraju izbor postupka obrade ovih otpadnih voda su: kakvoća i količina eluata, veličina deponija i vijek trajanja deponija, te zahtjevana kakvoća efluenta. S obzirom da bi se iz otpada izdvojile opasne tvari možemo sabirnu lagunu pretvoriti u biljni pročištač, odnosno umjetnu močvaru koja bi na prirodan način pročišćavala procjedne i oborinske vode. Biljni pročištač se sastoji od jednog ili više bazena kroz koje prolazi otpadna voda i ona se na tom putu pomoću bioloških, fizikalnih i kemijskih procesa pročisti. Bazeni se grade s blagim nagibom i s dnom obloženim nepropusnom

folijom ili ilovačom. Na takvu se podlogu stavlja supstrat u koji se sade biljke čije korijenje raste u vodi i razvija biofilm koji se sastoji od korisnih bakterija koje jedu organsko onečišćenje i filtriraju vodu. Pročišćenu vodu zatim možemo ispustiti u glavnu kanalizacijsku mrežu ili sustav odvodnje oborinskih voda.

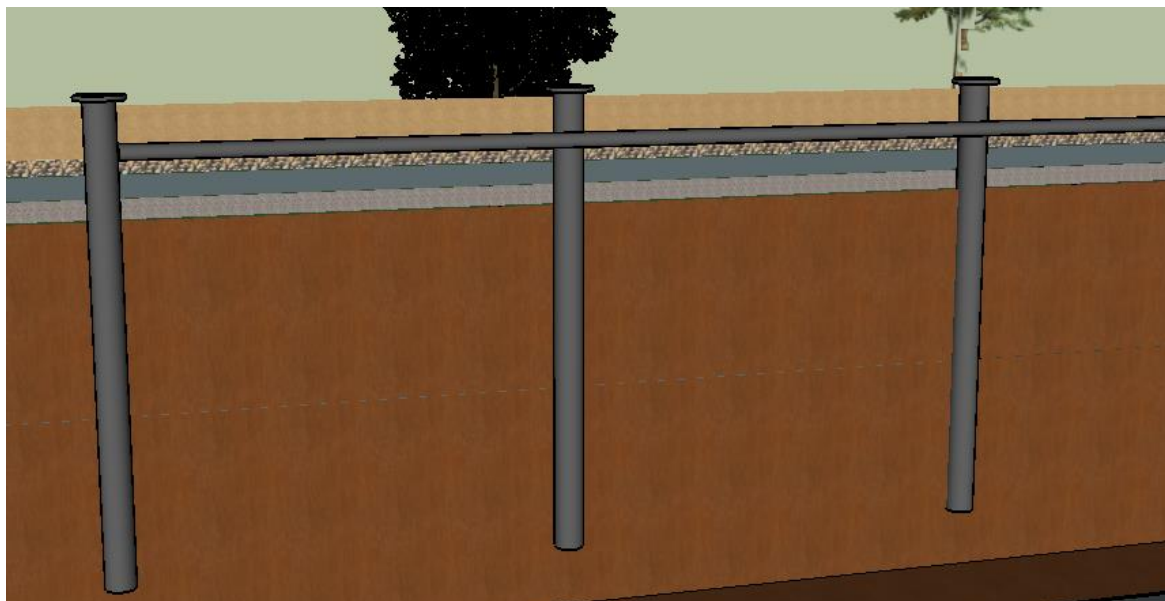


**Slika 28. Shema biljnog uređaja kojim bi se pročišćavale otpadne vode odlagališta**

Dio pročišćene vode se može vraćati u odlagalište kako bi se poboljšala razgradnja otpada pri anaerobnim uvjetima. Biljni uređaji za pročišćavanje otpadnih voda prihvatljiv su i ekonomski opravdan način zaštite voda jer nemaju velike utroške energije i oponašaju procese u prirodi, čime podržavaju održivi razvitak. Nadalje, ekološki su prihvatljivi jer se svojom izvedbom uklapaju u prirodan okoliš i često postaju staništa životinjama. Projektiranje biljnog uređaja podrazumijeva određivanje hidrauličkog kapaciteta, razine opterećenja, vrijeme zadržavanja (retenciranja) i vrste biljaka tako da bi se za dimenzioniranje ovog sustava trebala napraviti bilanca voda.

#### Sustav za otplinjavanje

Otplinjavanje odlagališta postiglo bi se primjenom aktivnog otplinjavanja, odnosno cijev za hvatanje plina se priključi na vakuum crpku, čime se postiže podtlak u cijevima za skupljanje plinova. Otplinjavanje se postiže primjenom sustava uspravnih i vodoravnih cijevi. Sakupljeni plin bi se vodio do plinske stanice u blizini odlagališta gdje bi se daljom obradom mogao koristiti za proizvodnju energije, za pogon komunalnih vozila ili u javnoj opskrbi plinom. Dimenzioniranje sustava za otplinjavanje, tj. veličina promjera cijevi te broj potrebnih cijevi odredili bi se iz bilance plina.

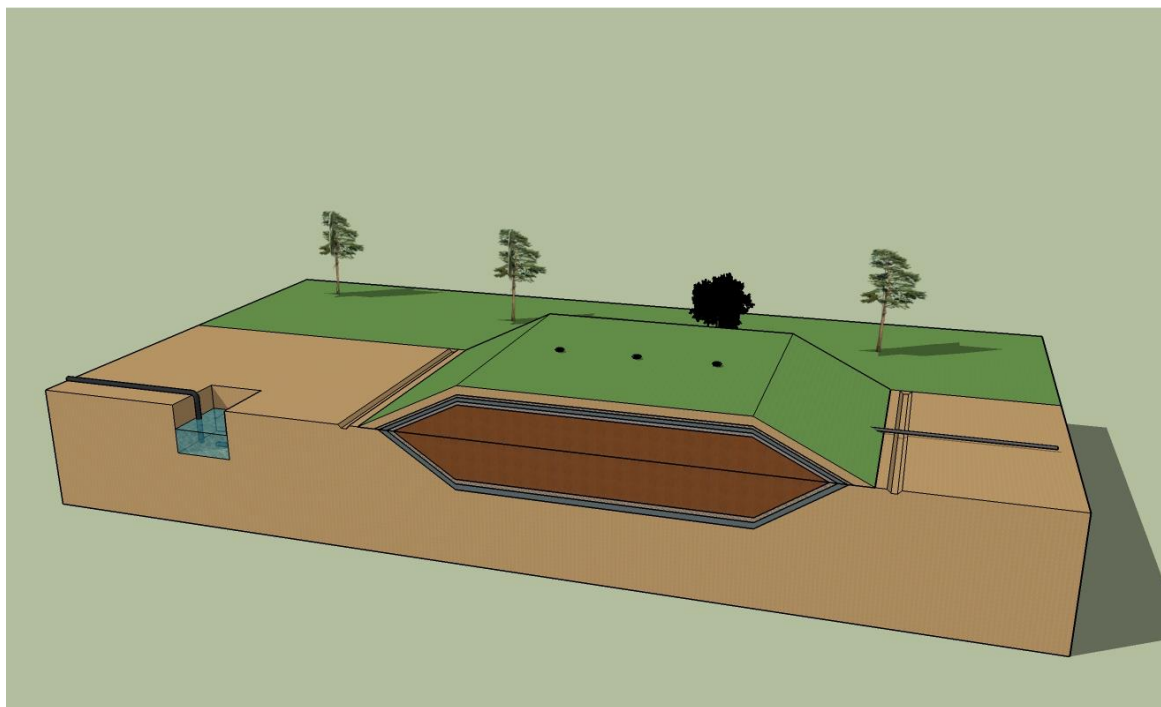


**Slika 29. Shematski prikaz sustava za otplinjavanje na odlagalištu otpada (Izvor: autorica diplomskog rada)**

#### Zatvaranje odlagališta

Nakon završetka rada odlagalište bi se zatvorilo pokrivnim slojem čija debljina ovisi o namjeni zemljišta nakon zatvaranja odlagališta. Površinu zatvorenog odlagališta treba ozeleniti kako bi se odlagalište uklopilo u okoliš. Zasađivanje biljaka ovisi o namjeni lokacije. Međutim, odmah se moraju zasaditi kosine odlagališta koje su izložene eroziji, zatim dijelovi za zaštitu od vjetra, kao i od pogleda prolaznika. Za ozelenjavanje debljina rekultivirajućeg sloja treba biti dosta debela kako korijenje ne bi prodrlo u donje slojeve ili došlo do otpada. Pri odabiru biljaka treba paziti na klimatske uvjete i okolnu floru. Odlagalište bi se opremilo osnovnom infrastrukturom kako bi imalo normalne uvjete za rad. Nakon zatvaranja odlagališta utvrdila bi se namjena lokacije te sustavno provodio monitoring. Monitoring bi obuhvaćao:

- program praćenja kakvoće procjedne vode odlagališta;
- program praćenja kakvoće oborinskih voda;
- program praćenja količine i sastava deponijskog plina;
- meteorološka opažanja;
- program praćenja slijeganja odlagališta;
- program praćenja materijala u temeljnom brtvenom sustavu;
- program praćenja relativnih deformacija između završnog sloja zemlje i geokompozitnog drenažnog sloja u završnom prekrivnom sustavu.



**Slika 30. Shematski prikaz sanitarnog odlagališta otpada (Izvor: autorica diplomskog rada)**

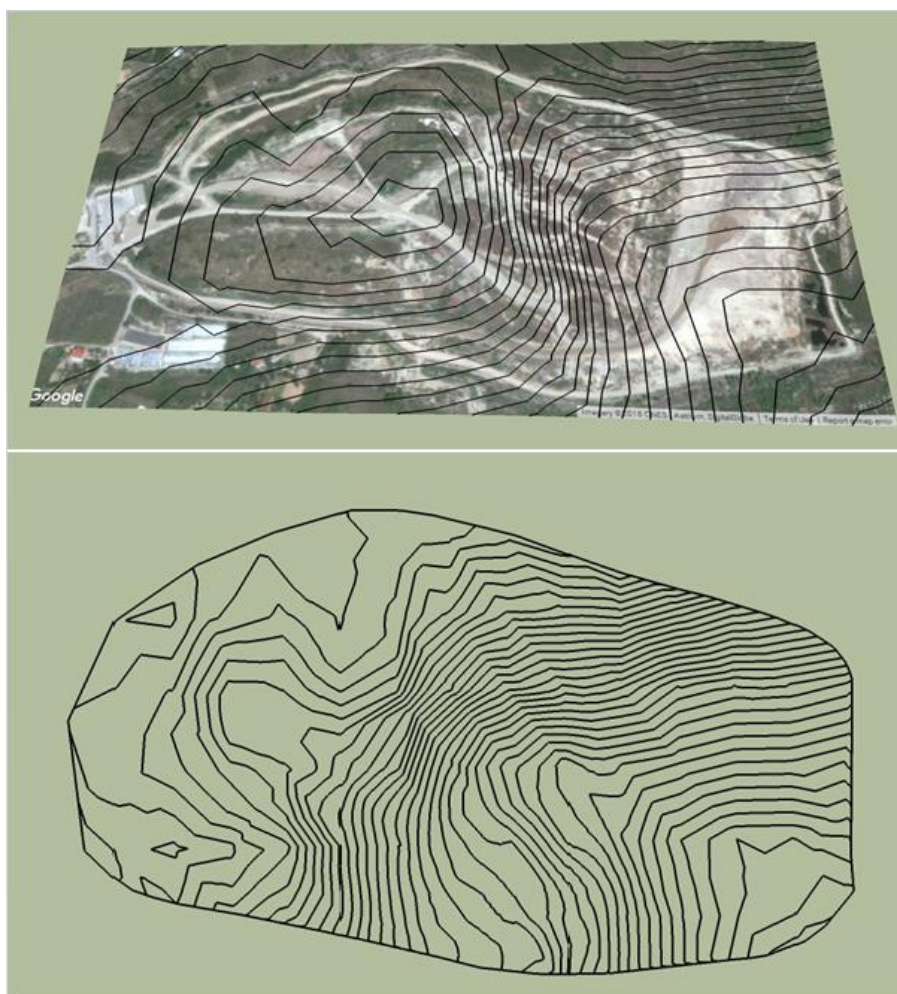
## **6.2. Odlagalište Karepovac kao uređeni gradski park**

Nakon što se odlagalište sanira dobiva se vrijedan prostor za korištenje čiju će namjenu donijeti grad Split. Odlagalište se danas nalazi na udaljenoj gradskoj periferiji, no to neće zauvijek biti tako. Grad će se s godinama razvijati, a potencijalno širenje grada počinje upravo s područjem odlagališta Karepovac, preko međuprostora do TTTS-a, od prostora TTTS-a do rijeke Žrnovnice i do morske obale u Strožancu. To su jedini slobodni tereni na kojima se grad može razvijati sljedećih 30 do 50 godina. Namjena zemljišta iznad odlagališta može biti: zelena površina, poljoprivredno zemljište ili gradnja objekata iznad tijela odlagališta. Otpad ima geomehanička svojstva bitno drugačija od svojstava materijala tla pa je potrebno provesti ispitivanja da bi saznali iznose slijeganja nakon opterećenja površine izgrađenim objektom. Stoga se preporuča izgradnja onih građevina koje su lagane i jednostavne, te relativno neosjetljive na veće pomake i slijeganja kao što su: hale, skladišta, igrališta, sportski tereni s pratećim objektima.

Grad split se većinom gradio neplanski, bazirajući se većim dijelom na stambene i poslovne zgrade, a zanemarujući zelene površine koje gradu nedostaju. Stoga je ideja ovog rada da se odlagalište Karepovac za 15-20 godina pretvori u veliki uređeni gradski park. Tako bi grad Split uz park – šumu Marjan dobio još jednu zonu za opuštanje i rekreiranje. Zelene površine su važne u urbanim sredinama jer utječu pozitivno na ljudsko zdravlje i čuvaju okoliš.

Gradovi su kao pokretači gospodarstva veliki izvor stakleničkih plinova čija se emisija nastoji smanjiti. Zbog toga je važna prisutnost parkova i drveća jer drveće upija ugljikov dioksid a proizvodi kisik, čime se pozitivno utječe na klimatske promjene. Također, parkovi smanjuju ambijentalnu temperaturu te prikupljaju i zadržavaju oborinsku vodu čime se umanjuje mogućnost plavljenja sustava odvodnje oborinskih voda.

Veličina zamišljenog parka pokrivala bi cijelu površinu odlagališta, oko 28 ha. Pošto bi se dio otpada izvadio iz odlagališta, odlagalište bi zauzimalo manji volumen te bi se smanjila maksimalna kota odlagališta, što je vidljivo na slici 30. Prema položaju slojnica se vidi da bi se oborinske vode slijevale u prethodno napravljenu umjetnu močvaru na jugoistočnoj strani odlagališta, odnosno parka. Većina parka bi bila pošumljena dok bi preostali prostor zauzimale livade i dodatni sadržaji. Zamišljena vizija parka bi imala dječji park i street workout park, fontanu, golf teren, nogometno igralište, terene za tenis i košarku te restoran ili caffe-bar, a prikazana je na slikama 32. – 38.



**Slika 31. Položaj slojnica prije i poslije sanacije odlagališta (Izvor: autorica diplomskog rada)**



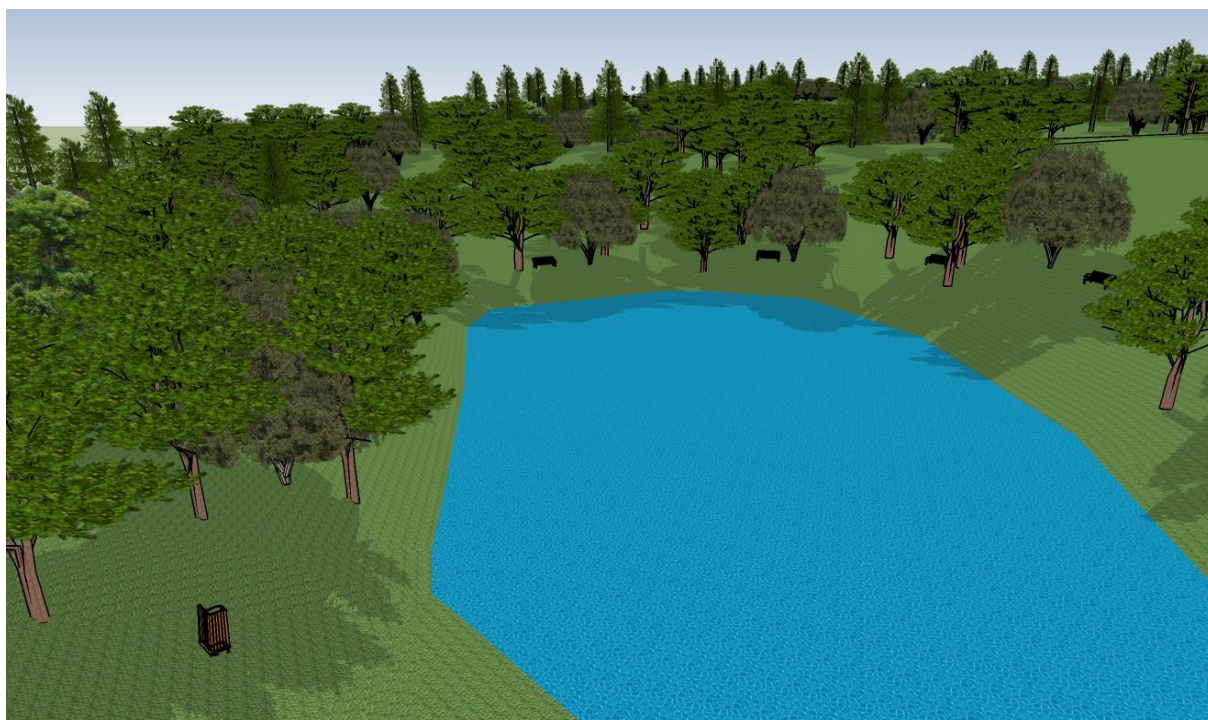
Slika 32. Zamišljena vizija parka na odlagalištu Karepovac (Izvor: autorica diplomskog rada)



**Slika 33. Zamišljena vizija parka na odlagalištu Karepovac: ulaz u park (Izvor: autorica diplomskog rada)**



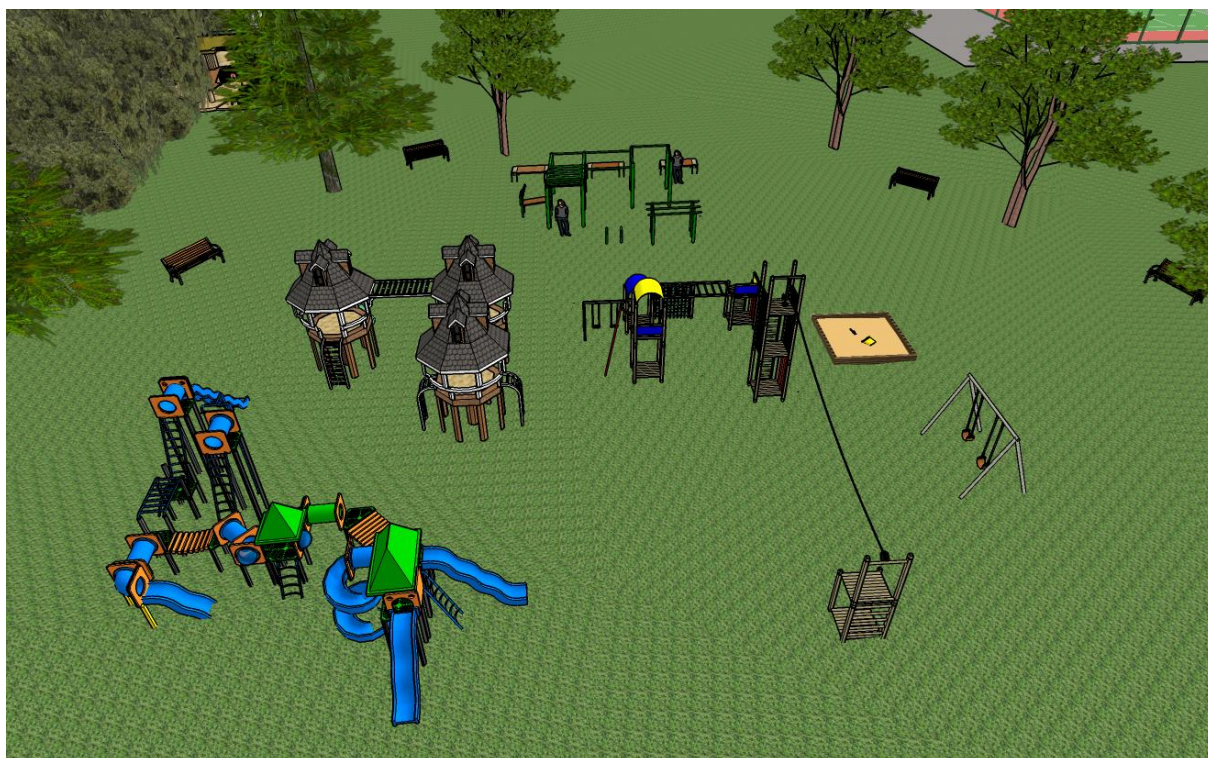
**Slika 34. Zamišljena vizija parka na odlagalištu Karepovac: fontana (Izvor: autorica diplomskog rada)**



**Slika 35. Zamišljena vizija parka na odlagalištu Karepovac: umjetna močvara (Izvor: autorica diplomskog rada)**



**Slika 36. Zamišljena vizija parka na odlagalištu Karepovac: golf teren (Izvor: autorica diplomskog rada)**



Slika 37. Zamišljena vizija parka na odlagalištu Karepovac: dječji i street workout park (Izvor: autorica diplomskog rada)



Slika 38. Zamišljena vizija parka na odlagalištu Karepovac: sportska igrališta (Izvor: autorica diplomskog rada)

## 7. ZAKLJUČAK

Na odlagalište Karepovac se odlaže otpad grada Splita i okolne regije od 1964. godine. Odlagalište nije legalno već se ubraja u službeno odlagalište otpada, što znači da prostor nije adekvatno uređen za odlaganje otpada, nije proveden postupak procjene utjecaja na okoliš i odlagalište ne posjeduje neophodne dozvole za rad.

U ovom se radu nastojalo prikazati životni ciklus odlagališta Karepovac od njegovog nastanka do buduće prenamjene kroz analizu njegovog utjecaja na okoliš kao i dosadašnjih rješenja sanacije odlagališta. Danas je odlagalište jedno veliko brdo otpada kao posljedica nemarnog rukovođenja odlagalištem od njegova nastanka. Veliki je zagađivač okoliša i treba se sanirati. Odlagalište je u nadležnosti grada Splita koje već 20 godina nastoji sanirati odlagalište, ali bez uspjeha. Nažalost, pri odabiru rješenja se više išlo za tim da je ono jeftinije, a zanemarivala se dobrobit okoliša.

Pošto je Hrvatska članica Europske Unije, svoj sustav gospodarenja otpadom treba prilagoditi njenim zakonima. Nije upitno da smo po pitanju gospodarenja otpadom po uzoru na europske gradove u velikom zaostatku. Zato je potrebno prvo riješiti problem otpada iz prošlosti kako bismo mogli napredovati u budućnosti. Budućnost je jasna, to je novi ekonomski paket Europske komisije – kružna ekonomija koja zahtijeva više recikliranja, a manje spaljivanja i odlaganja otpada. Veliki problem budućeg gospodarenja otpadom u Splitu predstavlja Centar za gospodarenje otpadom u Lećevici osmišljen da prima miješani komunalni otpad i od njega proizvodi gorivo. Takav koncept je neodrživ, štetan za okoliš i nema veliku ekonomsku isplativost. Najnoviji Plan gospodarenja otpadom uviđa te nedostatke i daje dobre smjernice kako gospodariti otpadom uz izgradnju sortirnica, kompostana i reciklažnih dvorišta.

Sanacija odlagališta Karepovac neće biti jednostavna, ali je nužna. Usvojeno rješenje koje predlaže djelomičnu sanaciju odlagališta ne rješava ekološki problem grada i nije u skladu s kružnom ekonomijom. Stoga je predloženo rješenje iskopavanje cijelog otpada iz kojeg bi se izvadile opasne tvari i korisne tvari koje bi se mogle dati na tržište, a ostatak bi se vratio u odlagalište koje bi se saniralo po propisima.

Danas se oko Karepovca nalaze zemljišta, no to su područja širenja grada u budućnosti. Buduća vizija odlagališta Karepovac je veliki uređeni gradski park jer je postojanje zelenih površina važno za kvalitetan razvoj življenja u urbanim sredinama.

## LITERATURA

- [1] Margeta, J., Erdelez, A., Prskalo, G., 2012. Kruti otpad; rukopis predavanja
- [2] Margeta, J., 2015. Kruti otpad; predmetne prezentacije
- [3] Gradsko poglavarstvo Split, 1999. Izbor tehnologije gospodarenja komunalnim otpadom za područje Splita; rezultati javnog nadmetanja
- [4] Institut građevinarstva Hrvatske d.d., 2006. Tehnološko – građevinski projekt sanacije odlagališta Karepovac; tekstualni dio
- [5] Margeta, J., Bojanić, D., 2013. Problematika rješavanja otpadnih voda odlagališta otpada "Karepovac"; studija
- [6] ECOINA – za zaštitu okoliša d.o.o., 2015. Sanacije i zatvaranja odlagališta otpada "Karepovac"; elaborat zaštite okoliša,  
[http://www.mzoip.hr/doc/elaborat\\_zastite\\_okolisa\\_356.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/elaborat_zastite_okolisa_356.pdf)
- [7] PROJEKTNI BIRO SPLIT d.o.o., 2011. Sanacija odlagališta otpada Karepovac – Split; idejno rješenje
- [8] Herceg, M., 2016. Sanacija odlagališta otpada Karepovac; specijalistički rad,  
<https://repozitorij.vss.hr/islandora/object/vss%3A19/datastream/PDF/view>
- [9] Gradsko vijeće Grada Splita, 2014. Informacija o trenutnom stanju odlagališta "Karepovac", imovinskopравnom stanju, modelu sanacije i financiranja
- [10] [http://www.mzoip.hr/doc/25092015\\_-rjesenje\\_ministarstva\\_od\\_16\\_rujna\\_2015\\_godine.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/25092015_-rjesenje_ministarstva_od_16_rujna_2015_godine.pdf)
- [11] [http://www.mzoip.hr/doc/21092015\\_-informacija\\_o\\_zah\\_tjevu\\_za\\_ishodenje\\_okolisne\\_dozvole.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/21092015_-informacija_o_zah_tjevu_za_ishodenje_okolisne_dozvole.pdf)
- [12] Prelec, Z. Porijeklo i osobine otpada, 9: 2-3,  
[http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/Inzenjerstvo\\_zastite\\_okolisa/9.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/9.pdf)

- 
- [13] Dragičević, T., 2012. Biološka razgradnja organskih spojeva: biorazgradnja otpadne vode deponija
- [13] Hudec Plan d.o.o., 2015. Pretovarna stanica „Karepovac“, Grad Split; elaborat zaštite okoliša, [http://www.mzoip.hr/doc/elaborat\\_zastite\\_okolisa\\_427.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/elaborat_zastite_okolisa_427.pdf)
- [14] [http://www.mzoip.hr/doc/nacrt\\_plana\\_gospodarenja\\_otpadom\\_republike\\_hrvatske\\_za\\_razdoblje\\_2015-2021.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/nacrt_plana_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2015-2021.pdf)
- [15] [http://www.mzoip.hr/doc/-strateska\\_studija\\_o\\_utjecaju\\_plana\\_gospodarenja\\_otpadom\\_republike\\_hrvatske\\_za\\_razdoblje\\_2016-2022\\_na\\_okolis.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/-strateska_studija_o_utjecaju_plana_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2016-2022_na_okolis.pdf)
- [16] [http://www.mzoip.hr/doc/05042016\\_-\\_rjesenje\\_ministarstva\\_o\\_odbijanju\\_zahjteva\\_od\\_31\\_ozujka\\_2016\\_godine.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/05042016_-_rjesenje_ministarstva_o_odbijanju_zahjteva_od_31_ozujka_2016_godine.pdf)
- [17] Veinović, Ž., Kvasnička, P., 2007. Površinska odlagališta otpada; interna skripta, [http://rgn.hr/~pkvasnic/Povrsinska\\_odlagalista\\_otpada\\_2007.pdf](http://rgn.hr/~pkvasnic/Povrsinska_odlagalista_otpada_2007.pdf)
- [18] <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>
- [19] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=EN>
- [20] <http://hu-benedikt.hr/?p=59226>
- [21] [http://www.kastijun.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9&Itemid=73&lang=hr](http://www.kastijun.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=73&lang=hr)
- [22] <http://gospodarenjeotpadom.hr/igor-petek-iz-snage-ljubljana-nas-put-do-zero-waste-drustva/>
- [23] [http://zelenaakcija.hr/hr/programi/otpad/cirkularna\\_ekonomija\\_po\\_zero\\_waste\\_principima\\_rjesava\\_problem\\_otpada\\_spaljivanje\\_je\\_nepotrebno](http://zelenaakcija.hr/hr/programi/otpad/cirkularna_ekonomija_po_zero_waste_principima_rjesava_problem_otpada_spaljivanje_je_nepotrebno)
- [24] [http://zelenaakcija.hr/hr/programi/otpad/novi\\_plan\\_gospodarenja\\_otpadom\\_donosi\\_nuzne\\_promjene](http://zelenaakcija.hr/hr/programi/otpad/novi_plan_gospodarenja_otpadom_donosi_nuzne_promjene)

- [25] <https://waste-management-world.com/a/landfill-mining-goldmine-or-minefield>
- [26] [https://en.wikipedia.org/wiki/Landfill\\_mining](https://en.wikipedia.org/wiki/Landfill_mining)
- [27] <http://www.croenergo.eu/Skoti-osmislili-umjetne-otoke-koji-ciste-zagadjenje-22484.aspx>
- [28] <http://e-gfos.gfos.hr/index.php/arhiva/broj-7/clanak-8-sperac-kaluder-sreng>