

Odlaganje i obrada otpada u gradu Sisku

Bulić, Ida

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:115:618691>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb - Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET

Ida Bulić

ZAVRŠNI RAD

Sisak, srpanj 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET

Ida Bulić

ODLAGANJE I OBRADA OTPADA U GRADU SISKU

ZAVRŠNI RAD

Voditelj: prof.dr.sc. Ivan Brnardić

Članovi ispitnog povjerenstva:

prof. dr. sc. Anita Štrkalj – predsjednica
prof. dr. sc. Ivan Brnardić – član
prof. dr. sc. Damir Hršak – član
prof. dr. sc. Zoran Glavaš – zamjenski član

Sisak, srpanj 2023.

Sisak, srpanj 2023.

IME: Ida
PREZIME: Bulić
MATIČNI
BROJ: BS-86/20-izv

Na temelju članka 19. stavak 2. Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu dajem sljedeću

IZJAVU O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je moj **završni** / diplomski / doktorski rad pod naslovom:

Odlaganje i obrada otpada u gradu Sisku

izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Sisak, 9.7.2023.

(vlastoručni potpis)

Izrazi koji se koriste u ovoj Izjavi, a imaju rodno značenje, koriste se neutralno i odnose se jednako i na ženski i na muški rod.

Posebno se zahvaljujem mentoru prof.dr.sc Ivanu Brnardiću na pomoći i trudu prilikom izrade ovog završnog rada. Zahvaljujem se direktoru tvrtke Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o. Mateu Lončaru na uloženom vremenu, trudu i sugestijama tijekom izrade ovog završnog rada.

Zahvaljujem se svojim roditeljima na potpori tijekom studija.

SAŽETAK

Radi očuvanja okoliša i zdravlja ljudi te s obzirom na europsku i hrvatsku legislativu, sakupljen otpad potrebno je svesti na minimum. Prvi korak je prikupljanje otpada, odnosno sirovine te obrada u smislu sortiranja prema vrsti, frakcijama i svojstvima. Slijedeći korak je priprema za ponovnu uporabu, poput baliranja ili usitnjavanja te prijevoz do ovlaštenog oporabitelja. Cilj sustava gospodarenja otpadom jest smanjiti količinu otpada koja se odlaže na odlagališta.

U ovom radu je opisan postupak gospodarenja otpadom u gradu Sisku. Poseban naglasak odnosi se na sortiranje miješane ambalaže, odnosno izdvajanja korisnih frakcija te njihova priprema za ponovnu uporabu. Dodatno je opisan proces odlaganja otpada sa naglaskom na praćenje emisija u okoliš.

Ključne riječi: otpad, sortiranje otpada, odlaganje otpada

Waste disposal and processing in the Sisak City

ABSTRACT

In order to preserve the environment and human health, and with regard to European and Croatian legislation, the collected waste must be reduced to a minimum. The first step is the collection of waste, i.e. raw materials and processing in terms of sorting according to type, fractions and properties. The next step is preparation for reuse, such as baling or shredding and transport to an authorized recycler. The goal of the waste management system is to reduce the amount of waste disposed on landfills.

This paper describes the process of waste management in the city of Sisak. Special emphasis is placed on the sorting of mixed packaging, that is, the separation of useful fractions and their preparation for reuse. Additionally, the process of waste disposal is described with an emphasis on monitoring emissions into the environment.

Key words: waste, waste sorting, waste disposal

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OTPAD	2
2.1. VRSTE OTPADA	2
2.2. GOSPODARENJE OTPADOM	3
2.3. RED PRVENSTVA GOSPODARENJA OTPADOM	3
2.3.1. SPRJEČAVANJE NASTANKA OTPADA	4
2.3.2. PRIPREMA ZA PONOVDNU UPORABU	5
2.3.3. RECIKLIRANJE.....	5
2.3.4. DRUGI POSTUPCI OPORABE OTPADA	5
2.3.5. ZBRINJAVANJE OTPADA.....	5
3. POVIJESNI PREGLED ODLAGANJA OTPADA U GRADU SISKU.....	7
4. ODLAGALIŠTE NEOPASNOG OTPADA „GORIČICA“ ..8	
4.1. TEHNIČKI PODACI	9
4.2. FAZE SANACIJE ODLAGALIŠTA NEOPASNOG OTPADA „GORIČICA“	9
4.3. TEHNOLOŠKE CJELINE.....	11
5. TEHNOLOŠKI PROCESI GOSPODARENJA OTPADOM	13
5.1. SAKUPLJANJE OTPADA.....	13
5.2. PRIHVAT I VAGANJE OTPADA	14
5.3. SKLADIŠTENJE OTPADA.....	15
5.4. SORTIRANJE OTPADA.....	16
5.4.1. SORTIRANJE MIJEŠANE AMBALAŽE	17
5.5. SABIJANJE OTPADA	21
5.6. ODLAGANJE OTPADA.....	23
6. NADZOR I PRAĆENJE STANJA OKOLIŠA.....	25
6.1. METEOROLOŠKI PARAMETRI.....	25
6.2. ODLAGALIŠNI PLIN.....	25
6.3. OTPADNE VODE	26
6.3.1. PROCJEDNE VODE	26
6.3.2. OBORINSKE VODE	27

6.3.3. PODZEMNE VODE	27
7. ZAKLJUČAK	29
8. LITERATURA	30

1. UVOD

Otpad je od nastanka života prisutan na Zemlji a kako se broj stanovnika, tehnološki napredak i industrijski rast nastavljaju, sve je veća količina otpada koji se mora zbrinuti na odgovarajući način. Svjedočimo sve većem nepropisnom odlaganju otpada na „divljim“ odlagalištima, koja se često nalaze u prirodi. Budući da je nepravilno zbrinjavanje otpada posljednjih godina sve štetnije, pitanje samog zbrinjavanja otpada aktualan je problem u području zaštite okoliša. Tri glavne vrste proizvedenog otpada su industrijski, bolnički i infektivni otpad te miješani komunalni otpad [1].

Recikliranje i pravilna obrada otpada ključna je za održivost i zaštitu okoliša. Recikliranjem se smanjuju potrebe za novim sirovinama, smanjuje se količina otpada koje se odlaže na odlagališta te se emitira manje stakleničkih plinova. Obrada otpada omogućuje ponovnu upotrebu vrijednih materijala, smanjujući potražnju za njihovim stvaranjem. Odlaganje otpada na odlagališta može uzrokovati onečišćenje okoliša. Otpad se na odlagalištu razgrađuje i može osloboditi metan, plin koji šteti okolišu i pridonosi efektu staklenika. Osim toga, nepravilno odlaganje otpada može onečistiti tlo i vodu. Kako bi se osiguralo da se otpad odlaže na siguran i održiv način s najmanjim mogućim negativnim utjecajem na okoliš ključno je provoditi monitoring. Ovaj postupak uključuje niz radnji, kao što je uzorkovanje voda sa ciljem provjere opasnih spojeva koji bi mogli ugroziti ekosustav ili ljudsko zdravlje. Kako bi se zajamčilo da nema štetnih emisija u okoliš, provode se i mjerenja plinova proizvedenih iz otpada poput metana i ugljičnog dioksida. Na odlagalištu se obavljaju i dodatni zadaci, uključujući rutinsko održavanje i popravke opreme, praćenje količine odloženog otpada i provođenje sigurnosnih inspekcija kako bi se zajamčilo poštivanje svih sigurnosnih propisa.

2. OTPAD

Jedino biće na svijetu koje proizvodi otpad jest čovjek.

Prema Zakonu o gospodarenju otpadom [2] otpad je svaka tvar ili predmet koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti.

2.1. VRSTE OTPADA

Katalogom otpada određene su različite vrste otpada sukladno kategorijama otpada. Katalog otpada uključuje popis više od 800 različitih vrsta otpada organiziranih prema karakteristikama i lokaciji na kojoj nastaju. Nadalje je razvrstan u 20 odvojenih skupina koje identificiraju aktivnost iz koje otpad nastaje. Svaka skupina ima podskupine koje kategoriziraju otpad na temelju metode koja se koristi za njegovu proizvodnju. Podskupine otpada razvrstane su u vrste prema fazi procesa u kojem su nastale, a vrste otpada označene su šesteroznamenastim brojem [3].

Posjednik otpada dužan je kategorizirati otpad koji ima u posjedu tako da odredi porijeklo i mjesto nastanka otpada, grupu, podgrupu i ključni broj otpada i svojstva otpada sukladno Katalogu otpada [2].

Otpad se prema mjestu nastanka može razvrstati u dvije kategorije:

- komunalni otpad - uključuje otpad iz kućanstava i otpad iz proizvodnih i/ili uslužnih djelatnosti ako je po svojstvima i sastavu sličan otpadu iz kućanstava i
- proizvodni otpad - odnosi se na otpad koji nastaje tijekom proizvodnog procesa u industriji, obrtu i drugim procesima i razlikuje se od komunalnog otpada po sastavu i svojstvima. Proizvodnim otpadom ne smatraju se ostaci iz proizvodnog procesa koji se upotrebljavaju u proizvodnom procesu istog proizvođača [4].

Otpad se prema svojstvima razvrstava u sljedeće skupine:

- opasni otpad
- neopasni otpad
- inertni otpad [4].

Opasni otpad definiran je Uredbom o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada. To je otpad određen po kategorijama (generičkim vrstama) i sastavinama, a mora imati jedno ili više svojstava utvrđenih Listom opasnog otpada. Lista opasnog otpada podijeljen je u tri cjeline koje uključuju kategorije i/ili osnovne generičke vrste opasnog otpada definirane prema njihovim svojstvima i/ili aktivnostima u kojima nastaju, komponente otpada koje ga čine opasnim ako ima svojstva otpada i svojstva otpada koja ga čine opasnim. Neopasni otpad je definiran kao otpad koji nema niti jedno svojstvo koje ga čini opasnim (utvrđenih u Dijelu III. Liste opasnog otpada). Inertni otpad definira se kao otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama. Inertni otpad nije biorazgradiv, topiv, zapaljiv niti podložan bilo kakvim drugim fizičkim ili kemijskim reakcijama. Ne stupa u interakciju s tvarima na način koji bi mogao ugroziti zdravlje ljudi, životinja ili biljaka ili povećati dopuštene emisije u okoliš [4].

2.2. GOSPODARENJE OTPADOM

Uvođenje sustava gospodarenja otpadom od ključnog je značaja za zaštitu okoliša i ljudskog zdravlja, očuvanje prirodnih resursa te održivosti i smanjenja emisija stakleničkih plinova.

Gospodarenje otpadom su djelatnosti sakupljanja, prijevoza, uporabe uključujući razvrstavanje i zbrinjavanja otpada, uključujući nadzor nad obavljanjem tih djelatnosti, nadzor i mjere koje se provode na lokacijama na kojima se zbrinjavao otpad, te radnje koje poduzimaju trgovac otpadom i posrednik u gospodarenju otpadom [2].

Gospodarenje otpadom temelji se na uvažavanju načela zaštite okoliša propisanih propisom kojim se uređuje zaštita okoliša i pravnom stečevinom Europske unije, načelima međunarodnog prava zaštite okoliša te znanstvenih spoznaja, najbolje svjetske prakse i pravila struke, a osobito na sljedećim načelima:

- „načelo onečišćivač plaća“, prema kojem je posjednik otpada financijski odgovoran za provedbu sanacijskih mjera zbog štete za okoliš koju je otpad prouzročio ili bi mogao prouzročiti, kao i svih troškova povezanih s provedbom mjera gospodarenja otpadom
- „načelo blizine“, koje kaže da se obrada otpada treba odvijati na najbližoj lokaciji, odnosno građevini ili uređaju u odnosu na mjesto nastanka otpada, uzimajući u obzir ekonomsku učinkovitost i prihvatljiv utjecaj na okoliš,
- „načelo samodostatnosti“, prema kojem će se gospodarenje otpadom odvijati na način koji je samodostatan, omogućujući samostalno ostvarivanje zadanih ciljeva na razini države, uvažavajući zemljopisne okolnosti ili potrebu za jedinstvenim građevinama za posebne kategorije otpada,
- „načelo sljedivosti“ koje podrazumijeva utvrđivanje porijekla otpada s obzirom na proizvod, ambalažu i proizvođača tog proizvoda kao i posjed tog otpada uključujući i obradu [2].

2.3. RED PRVENSTVA GOSPODARENJA OTPADOM

Red prvenstva gospodarenja otpadom (slika 1) definiran je Zakonom o gospodarenju otpadom [2] na sljedeći način:

1. sprječavanje nastanka otpada,
2. priprema za ponovnu uporabu,
3. recikliranje,
4. ostali postupci uporabe npr. energetska uporaba i
5. zbrinjavanje.



Slika 1. Red prvenstva gospodarenja otpadom [5]

Zakonodavstvo o zaštiti okoliša i politika zaštite okoliša, kojima se utvrđuju najbolja/najpoželjnija rješenja za okoliš, općenito određuju redosljed prioriteta (hijerarhiju) gospodarenja otpadom. Pri poduzimanju radnji koje imaju najbolji ishod za okoliš, a koje se temelje na uvažavanju životnog ciklusa na ukupne utjecaje pri nastanku i gospodarenju posebnim kategorijama otpada propisanim posebnim propisom, opravdano je odstupanje od reda prvenstva gospodarenja otpadom [4].

2.3.1. SPRJEČAVANJE NASTANKA OTPADA

Smanjenje količine otpada koji proizvodimo najidealniji je korak u gospodarenju otpadom.

U tu svrhu provode se mjere prije nego tvar, materijal ili proizvod postanu otpad, a pomoću kojih smanjujemo:

- količine otpada, uključujući ponovnu uporabu ili produljenje životnog vijeka proizvoda
- negativan utjecaj otpada na okoliš i zdravlje ljudi
- prisutnost opasnih tvari u proizvodima i materijalima [4].

U hijerarhiji gospodarenja otpadom često je zanemareno sprječavanje nastanka otpada, unatoč činjenici da je to vjerojatno najvažnija karika u lancu djelovanja za dobro gospodarenje otpadom. Smanjenje količine otpada može se postići podizanjem svijesti o načinima smanjenja potrošnje, ponovne upotrebe predmeta, kupnje manje ambalaže, recikliranja i poduzimanja drugih radnji za smanjenje proizvodnje otpada.

2.3.2. PRIPREMA ZA PONOVDNU UPORABU

Priprema za ponovnu uporabu su postupci uporabe kojima se proizvodi ili dijelovi proizvoda koji su postali otpad provjerom, čišćenjem ili popravkom pripremaju za ponovnu uporabu bez dodatne prethodne obrade [2].

Ponovna uporaba nekih predmeta kod kojih je potrebno samo čišćenje, a nisu potrebni značajniji popravci zapravo simbolizira aktivnost sprječavanja stvaranja otpada, koja je na višoj hijerarhijskoj razini u odnosu na pripremu za ponovnu uporabu. Ponovna uporaba predmeta ili otpada koristi okolišu sprječavanjem onečišćenja zraka, vode i tla, kao i očuvanjem resursa i energije. U usporedbi s drugim tehnikama gospodarenja otpadom, značajno smanjuje negativne učinke na okoliš produžujući životni ciklus proizvoda i sprječavajući utrošak energije potrebne za proizvodnju novog proizvoda [6].

2.3.3. RECIKLIRANJE

Prema Zakonu o gospodarenju otpadom [2] recikliranje je svaki postupak uporabe, uključujući ponovnu preradu organskog materijala, kojim se otpadni materijali prerađuju u proizvode, materijale ili tvari za izvornu ili drugu svrhu osim uporabe otpada u energetske svrhe, odnosno prerade u materijal koji se koristi kao gorivo ili materijal za nasipavanje.

2.3.4. DRUGI POSTUPCI OPORABE OTPADA

Oporaba otpada je svaki postupak čiji je glavni rezultat uporaba otpada u korisne svrhe kada otpad zamjenjuje druge materijale koje bi inače trebalo uporabiti za tu svrhu ili otpad koji se priprema kako bi ispunio tu svrhu, u postrojenju ili u širem gospodarskom smislu [2].

Obrada otpada odnosi se na smanjenje volumena i količine otpada, uklanjanje nekih ili svih njegovih opasnih komponenti te iskorištavanje vrijednih svojstava otpada za proizvodnju materijala i energije. Za svaku pojedinu vrstu i stanje preostalog otpada postoji niz mehaničkih, fizikalno-kemijskih, bioloških, termičkih i kombiniranih metoda obrade koje se mogu koristiti. Time se smanjuje potreba za novim odlagalištima i eliminiraju rizici povezani s odlaganjem otpada. Obrada otpada prije odlaganja zakonski je obvezna prema važećim pravilima Europske Unije. Svaka obrada otpada podrazumijeva znatne dodatne troškove kao i vrijeme potrebno za provedbu. Prerada otpada još je jedan korak u smjeru „bezdeponijskog“ koncepta. Prilikom planiranja obrade otpada treba uzeti u obzir samo otpad koji se ne može reciklirati [7].

2.3.5. ZBRINJAVANJE OTPADA

Zbrinjavanje otpada je svaki postupak koji nije uporaba otpada, uključujući i postupak koji kao sekundarnu posljedicu ima obnovu tvari ili energije [2].

Svaki proizvedeni otpad mora se uporabiti, a budući da priprema za ponovnu upotrebu ima prednost pred recikliranjem i drugim tehnikama uporabe, zbrinjavanje se može smatrati "rješenjem" samo u sljedećim okolnostima kada:

- ne postoji mogućnost daljnjeg korištenja otpada ili dijelova otpada;
- je omjer troškova uporabe znatno veći od zbrinjavanja otpada;
- zbrinjavanje otpada ima manji utjecaj na okoliš od uporabe otpada, posebice kada se u obzir uzimaju emisije tvari i energije u zrak, more, vodu i tlo, korištenje prirodnih resursa i količinu energije koju treba proizvesti [4].

Otpad čiji nastanak se nije mogao spriječiti i čija se korisna svojstva (materijalna ili energetska) ne mogu ponovno iskoristiti, odnosno otpad se ne može uporabiti, upućuje se drugoj strani na zbrinjavanje postupcima koji se dijele na brojne vrste kako slijedi:

- **Kemijsko – fizikalni** - tehnike obrade otpada koje uključuju: neutralizaciju, taloženje, ekstrakciju, redukciju, oksidaciju, dezinfekciju, centrifugiranje, filtraciju, sedimentaciju, reverznu osmozu i derivatizaciju,
- **Biološki** - anaerobna ili aerobna razgradnja dvije su vrste bioloških procesa koji se koriste u obradi otpada za promjenu kemijskih, fizikalnih i bioloških svojstava otpada.
- **Termički** - procesi termičke obrade otpada koriste toplinu kada je to potrebno i prema utvrđenim smjernicama. Oni uključuju: spaljivanje, pirolizu, isparavanje, sterilizaciju, destilaciju, sinteriranje, žarenje, taljenje, taljenje u staklo i slične procese. Provode se s namjerom modificiranja kemijskih, fizikalnih ili bioloških svojstava.
- **Kondicioniranje** - usitnjavanje, vlaženje, pakiranje, odvodnjavanje, otprašivanje, stvrđnjavanje, stabilizacija i procesi koji umanjuju učinke opasnih spojeva prisutnih u otpadu su neki od primjera procesa kondicioniranja, što je priprema otpada za određeni način odlaganja i uporabe otpada.
- **Odlaganje otpada** [4].

2.3.5.1. ODLAGANJE NA ODLAGALIŠTE OTPADA

Odlaganje je postupak trajnog, kontroliranog i organiziranog odlaganja otpada na površinu zemlje ili u tlo. Prostor namijenjen za odlaganje otpada naziva se odlagalište otpada [8].

Odlagalište otpada je građevina namijenjena odlaganju otpada na površinu ili pod zemlju odnosno podzemno odlagalište uključujući:

- interno odlagalište otpada na kojem proizvođač odlaže svoj otpad na samom mjestu proizvodnje
- odlagalište otpada ili njegov dio koji se može koristiti za privremeno skladištenje otpada (npr. za razdoblje duže od jedne godine) i
- iskorištene površinske kopove (eksploatacijska polja) ili njihove iskorištene dijelove nastale rudarskom eksploatacijom i/ili istraživanjima koji su pogodni za odlaganje otpada sukladno posebnom propisu kojim se uređuje odlaganje otpada i koji su predviđeni i mogući sukladno propisima kojima se uređuje rudarstvo [8].

Komunalni i po sastavu drugi sličan otpad nakon odlaganja počinje se biološki razgrađivati. Pod povišenim tlakom i temperaturom tijekom biološke aktivnosti u tijelu odlagališta nekontrolirano se odvijaju brojne fizikalno - kemijske reakcije. S obzirom da je otpad mješavina mnogih materijala, teško je predvidjeti, a još teže pratiti ovu razgradnju. Dok se neki materijali, poput ostataka voća i povrća, brzo razgrađuju, papiru i drvu za to su potrebni deseci godina. Osim toga, oborine i vode iz vlažnih komada otpada potiču biološku razgradnju i ispiru teške metale i organske toksine iz otpada. Temperatura odlagališta progresivno raste kako biološke aktivnosti uzimaju maha, pretvarajući ga u veliki

nekontrolirani reaktor u kojem se može dogoditi gotovo beskonačan broj bioloških i kemijskih reakcija. Natkrivanjem odlagališta otpada samo se djelomično može smanjiti količina procjednih voda i štetni utjecaji na okoliš. Uz više ili manje mineralizirane komponente krutog otpada te biološko - kemijskim procesima na odlagalištu nastaje i opasan odlagališni plin te onečišćena procjedna voda. Anaerobnom biološkom razgradnjom nastaje odlagališni plin koji je vrlo sličan bioplinu. Sadrži spojeve poput metana (40-50%) i ugljikovog dioksida (35-55%). Također su prisutni vodik, kisik, dušik i sumpor. Postoji mogućnost da se u odlagališnom plinu pojave neki izuzetno štetni plinovi (razni poliklorirani i polifluorirani ugljikovodici) ako se uz komunalni otpad odlaže i tehnološki otpad. Jedan od glavnih čimbenika tzv. "efekta staklenika", koji negativno utječe na klimatske promjene, je odlagališni plin. Na uređenim odlagalištima otpada odlagališni plin se prikuplja u kontroliranim uvjetima. Prerađeni odlagališni plin se ili koristi za proizvodnju električne energije i topline, što je bolje za okoliš, ili se može obraditi na baklji na visokoj temperaturi. Od 1 tone komunalnog otpada kada se odloži na odlagalište nastaje 200 Nm³ odlagališnog plina koji može proizvesti 200 kWh električne energije i 400 kWh toplinske energije. Sve vode koje su došle u dodir s otpadom smatraju se procjednim vodama. Teški metali, brojni organski toksini i otpadni produkti biološke i kemijske razgradnje otpada obično u velikoj mjeri zagađuju procjedne vode. Moderna odlagališta otpada izgrađena su sa složenim uređajima za brtvljenje dna i strana kako bi se ograničilo ispuštanje procjednih voda u okoliš. Ovi sustavi obično uključuju kombinaciju prirodnih i umjetnih materijala, poput gline i plastičnih folija. Sakupljene procjedne vode prvo se obrađuju u posebnim postrojenjima, a tek potom se uz pomni nadzor ispuštaju u okoliš. Procjedne vode mogu se reciklirati ponovnim ispuštanjem na tijelo odlagališta [7].

Za pravilno odlaganje otpada neophodno je vođenje potrebne dokumentacije te praćenje količina i sastava otpada, kako na ulazu u odlagalište, tako i na mjestu gdje se otpad iskrcava. Nakon završetka dnevnog istovara, otpad je potrebno pokriti inertnim materijalom (poput zemlje) ili odgovarajućom folijom. Time se smanjuje širenje neugodnih mirisa te najezdi životinja kao što su kukci, štakori, ptice i drugi. Dodatno, na odlagalištu otpada postavljen je kompletan sustav nadzora okoliša (vode, tla i zraka) [7].

3. POVIJESNI PREGLED ODLAGANJA OTPADA U GRADU SISKU

U Povelji iz 1838. godine kojom je Sisak uspostavljen kao trgovačka stanica, prvi put je kao javna dužnost navedeno pitanje čišćenja naselja i odvoza otpada. Početkom 20. stoljeća zabilježeno je da se prvo odlagalište nalazilo na nekadašnjem ostatku rimskog kanala za obranu. Danas se na tom mjestu nalazi parkiralište Gradske tržnice Kontrola. U početku su stanovnici sami odvozili otpad na odlagalište, a kasnije su se za odvoz otpada pobrinuli ovlaštene kirijaši. Otpad je od 1948. do 1976. godine odvožen na odlagalište površine 60.000 m² u Logomerju, a količina odloženog otpada procjenjuje se na 400.000 m³ [9].

Odlagalište se razvojem grada, porastom broja stanovnika i količine otpada 1976. godine premjestilo u Sepčinu, blizu ulaza u šumu Brezovica (sa zapadne strane ceste Sisak-Popovača). Prema procjenama se do 1987. godine na površini od 50.000 m² odložilo oko 342.000 m³ otpada. Početkom 1980-ih, a prema tada važećim međunarodnim standardima, radilo se na odabiru novog mjesta za izgradnju odlagališta. Tako su od 1981. do 1986. godine komunalna odlagališta prošla kroz temeljit proces odabira lokacije. 1987. godine izgrađeno je

prvo uređeno odlagalište otpada, tzv. "sanitarno odlagalište " na lokaciji "Goričica" za koju su bile dobivene sve zakonom propisane dozvole [9].

Od 1948. godine do danas komunalne djelatnosti sakupljanja, odvoza i odlaganja otpada u gradu Sisku obavljale su različite tvrtke:

- od 1948. do 1952. Otpad – gradsko poduzeće za prikupljanje otpadaka,
- od 1952. do 1964. Čistoća – gradsko poduzeće za čišćenje i uređenje grada Siska,
- od 1964. do 1997. Komunalac – gradsko komunalno poduzeće Sisak,
- od 1997. do 2000. Saubermacher DL AG, Graz – kao koncesionar,
- od 2000. Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o. – trgovačko društvo u vlasništvu grada Siska [9].

Grad Sisak je prvi grad u državi koji je osnovao vlastitu inspekciju zaštite okoliša i komunalne redare. Stoga odlagalište neopasnog otpada „Goričica“ kontinuirano nadziru inspektori zaštite okoliša, a grad također aktivno radi na praćenju, sprječavanju i uklanjanju divljih odlagališta [9].

4. ODLAGALIŠTE NEOPASNOG OTPADA „GORIČICA“

Odlagalište otpada "Goričica" nalazi se nasuprot naftne luke na lijevoj strani rijeke Save, oko 6,5 km južno od gradskog središta Siska. Topolovac je najbliže naselje koje se nalazi 800 metara sjeverno od odlagališta. Na slici 2 prikazan je smještaj odlagališta neopasnog otpada „Goričica“ [10].



Slika 2. Smještaj odlagališta neopasnog otpada „Goričica“ [10]

Odlagalište se nalazi na izrazito niskom području, na lokaciji uz stari rukavac rijeke Save. Budući da su tok rijeke Save i podzemne vode u blizini obale praktički paralelni, smjer podzemnih voda u blizini odlagališta jest od sjevera prema jugu. Prema geološkim ispitivanjima, prva tri metra profila tla sadrže glinu koja često ima primjese pijeska i praha.

Odlagališne plohe dijele se na istočnu i zapadnu plohu. Zapadna ploha dodatno se dijeli na južnu i sjevernu plohu. Južni dio zapadne plohe jest otvoren dio na kojem se otpad kontinuirano odlaže, a sjeverni dio plohe je saniran i zatvoren. Istočna ploha izvedena je u II. fazi sanacije te također služi za trenutno odlaganje otpada. Odlagalištem upravlja operater Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o. [10].

4.1. TEHNIČKI PODACI

Vrsta temeljnog brtvenog sloja nakon provedene sanacije:

- izravnavajući sloj inertnog materijala,
- geokompozit (industrijski tepih od dva sloja geotekstila ispunjen granulama montmorionita, $k=5 \times 10^{-11}$ m/s),
- geomembrana (industrijska folija od PEHD, debljine 2.5 mm, $k < 5 \times 10^{-15}$ m/s),
- geotekstil (500 g/m²),
- zaštita folije, šljunak (16/32 mm, sloj debljine 30 cm),
- PEHD cijevi (drenažne cijevi za procjednu vodu, promjera 315 mm) te
- razdjelni sloj (geotekstil 350 g/m²) [9].

U tablici 1 prikazani su tehnički podaci odlagališta otpada „Goričica“.

Tablica 1. Tehnički podaci odlagališta otpada „Goričica“ [11]

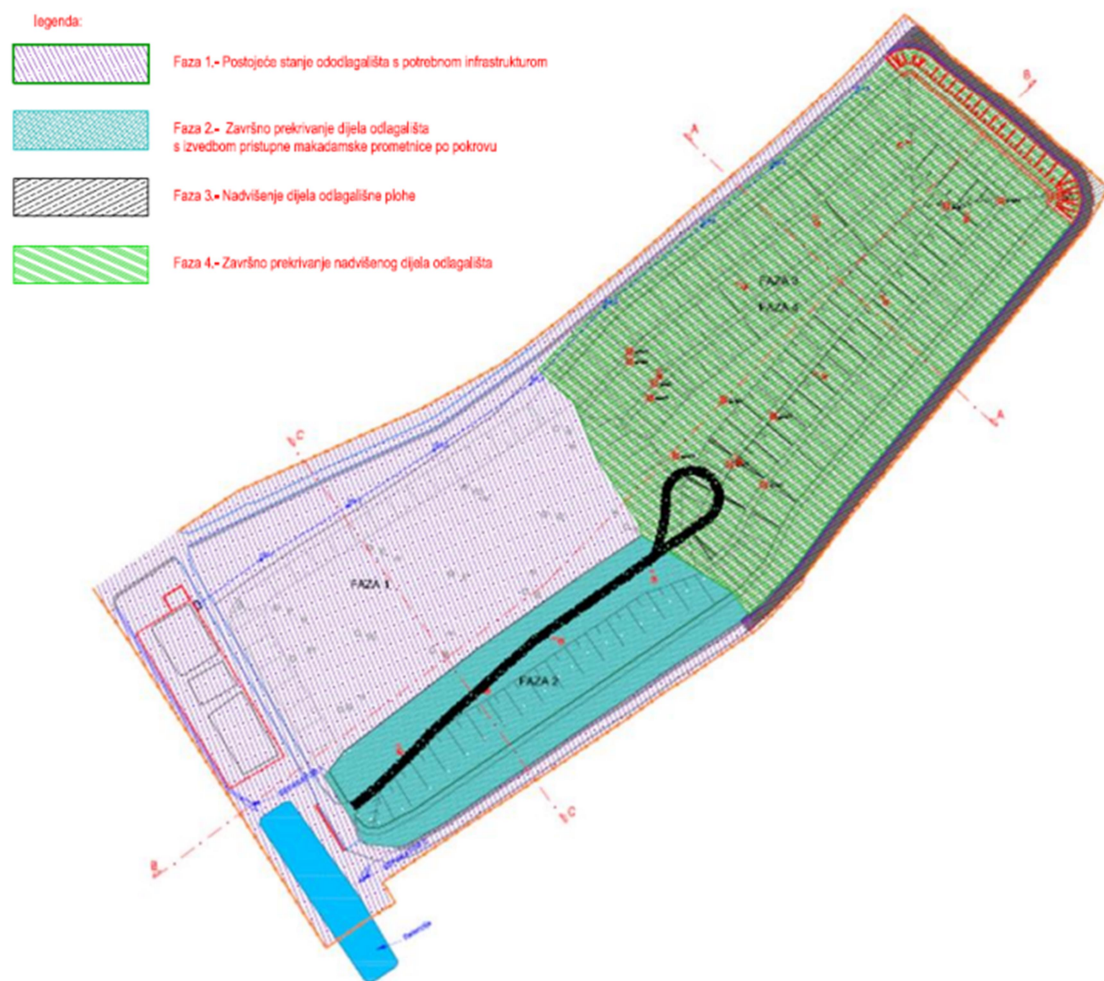
POVRŠINA ODLAGALIŠTA	89.000 m ²
KAPACITET ODLAGALIŠTA (sa izvedbom nadvišenjem)	439.500 m ³
	395.509 t *
VISINA TIJELA ODLAGALIŠTA	20 m

* koeficijent pretvorbe 1 t = 0,9 m³ kompaktiranog otpada

4.2. FAZE SANACIJE ODLAGALIŠTA NEOPASNOG OTPADA „GORIČICA“

Otpad se kontrolirano odlaže na odlagalište neopasnog otpada "Goričica" od 1987. godine. Početni plan predviđao je pregrađivanje starog korita rijeke Save na dva dijela. Bez posebnih mjera zaštite okoliša otpad je odložen u iskopane kazete dimenzija 10 x 30 x 4,0 m unutar tog prostora na površini od 100.000 m². Od 1987. do 1997. godine odloženo je gotovo 140.000 tona, odnosno 400.000 m³ otpada sa kojim je ujedno iskorišten prostor za iskop kazeta. 1997. godine došlo je do izmjene tehničkog rješenja i projekta sanacije kako bi se odlagalište uskladilo s novim zakonskim ograničenjima te je ostvaren povećani kapacitet za odlaganje otpada. Predviđenim gabaritima izgrađeno je odlagalište kapaciteta oko 800.000 m³, te su utvrđene tri etape sanacije. Odlagalište "Goričica" sanirano je u dvije faze do današnjeg stanja. Prva faza sanacije, završena 1998. godine, uključivala je izgradnju novih

20.000 m² prostora za zbrinjavanje otpada kao i komponenti za cjelokupno rješenje (uređaj za pročišćavanje procjednih voda, plinska crpna stanica s bakljom, kontrolni piezometri i dr.). Tijekom druge faze sanacije stari dio odlagališta je zatvoren, a 2007. godine izgrađena je nova ploha za odlaganje otpada. Nova ploha zauzima površinu od 30.000 m², a za odlaganje otpada izveden je temeljni brtveni sustav, sustav prikupljanja i odvodnje procjednih voda, vertikalni bunari za otplinjavanje otpada te interna prometnica. Navedena odlagališna ploha do danas je gotovo u potpunosti zapunjena. Slijedom navedenog, planirana je III. i IV. faza sanacije. Predviđenim bi se osigurao dodatni kapacitet za odlagalište od 66.000,00 m³ i prihvata 59.358,00 t otpada, odnosno 65.954,00 m³ zbijenog otpada (1 m³ = 0,9 t), zbog očekivanog nadvišenja postojećeg prostora u sklopu faze III. Nadvišenjem će se omogućiti odlaganje u razdoblju od četiri godine (listopad 2020. – listopad 2024.), ukoliko uzmemo u obzir da se na odlagalištu godišnje odlaže oko 16.000,00 t neopasnog otpada. Ukupni kapacitet odlagališta će se izvedbom nadvišenja povećati na 395.509,00 t, odnosno 439.500,00 m³ [11]. Na slici 3 prikazane su faze izgradnje odlagališta otpada „Goričica“.



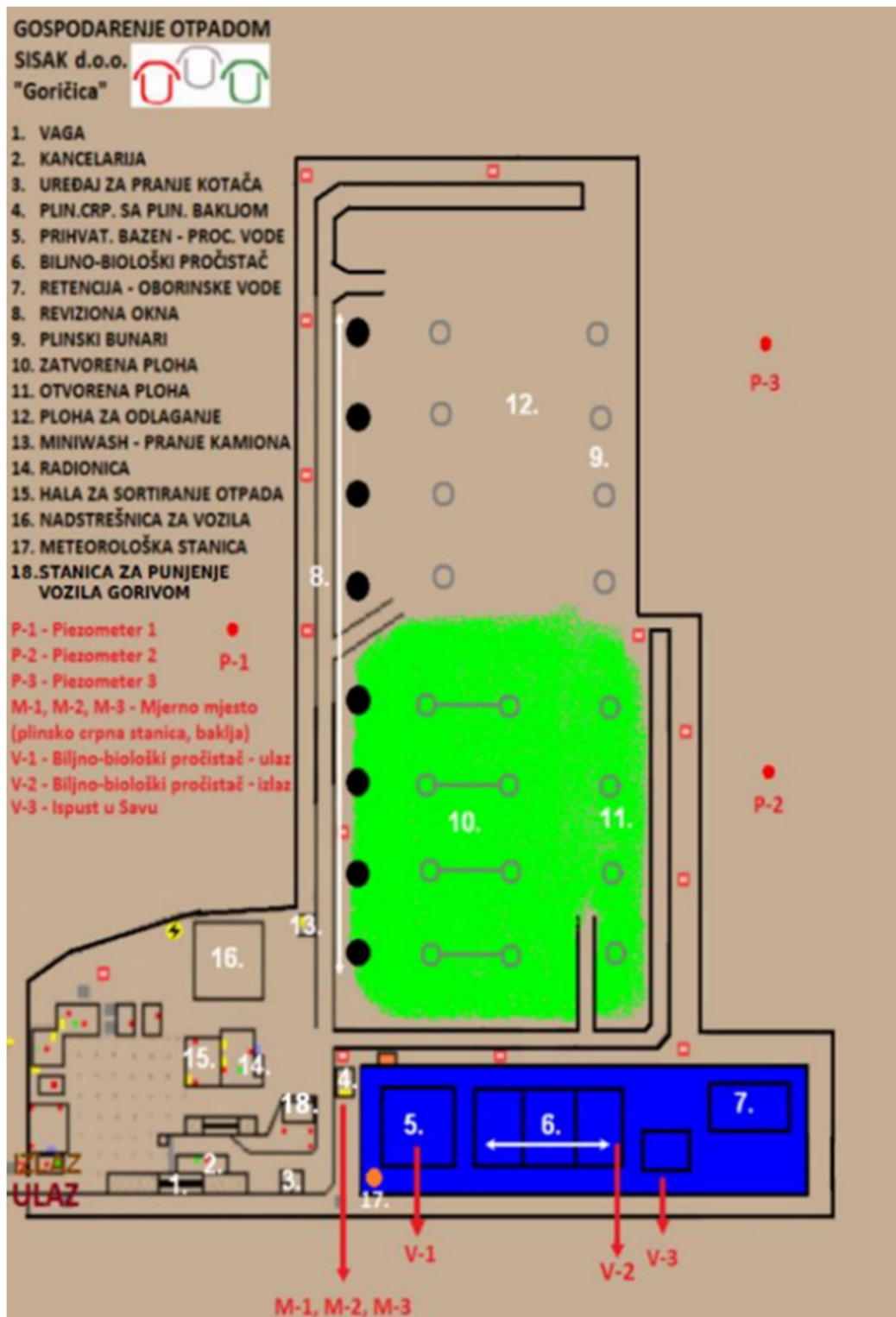
Slika 3. Prikaz fazi izgradnje odlagališta otpada „Goričica“ [11]

4.3. TEHNOLOŠKE CJELINE

Odlagalište se sukladno Rješenju o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša sastoji od slijedećih tehnoloških cjelina:

- Ulazna rampa, portirnica;
- Prometnice;
- Mosna vaga;
- Kancelarija;
- Radionica
- Hala za sortiranje otpada;
- Nadstrešnica za vozila,
- Prostor za pranje vozila, separator ulja i masti , taložnica;
- Manipulativni prostor za rukovanje otpadom;
- Stanica za punjenje vozila gorivom;
- Meteorološka stanica;
- Sustav horizontalnih i vertikalnih cijevi za sakupljanje odlagališnih plinova, te
- visokotemperaturne baklje za spaljivanje odlagališnih plinova;
- Reviziona okna;
- Retencija- oborinske vode;
- Biljno biološki pročistač;
- Sustav za recirkulaciju procjedne vode;
- Sustav protupožarne zaštite, hidrantska mreža;
- Otvorena radna ploha odlagališta [11].

Na slici 4. prikazan je prostorni razmještaj tehnoloških procesa na odlagalištu neopasnog otpada „Goričica“.



Slika 4. Blok dijagram odlagališta prema posebnim tehnološkim procesima [12]

5. TEHNOLOŠKI PROCESI GOSPODARENJA OTPADOM

Na odlagalištu neopasnog otpada „Goričica“ provode se razni postupci gospodarenja otpadom sa ciljem smanjenja štetnog utjecaja na okoliš i ljudsko zdravlje:

- Sakupljanje otpada,
- Prihvat otpada,
- Skladištenje otpada prije uporabe,
- Skladištenje otpada prije zbrinjavanja,
- Usitnjavanje drvenog otpada,
- Usitnjavanje glomaznog i građevinskog otpada,
- Nasipavanje otpada,
- Sortiranje otpada,
- Sabijanje otpada i
- Odlaganje otpada [12].

5.1. SAKUPLJANJE OTPADA

Otpad se od pravnih i fizičkih osoba sa područja grada Siska, općina Martinska Ves, Lekenik i Sunja odvozi do odlagališta neopasnog otpada „Goričica“.

U javnoj usluzi sakupljanja prikuplja se pet vrsta komunalnog otpada :

1. Miješani komunalni otpad (KB: 20 03 01),
2. Papir i karton (KB: 20 01 01),
3. Miješana ambalaža (KB: 15 01 06),
4. Biorazgradivi otpad (KB: 20 02 01) i
5. Glomazni otpad (KB: 20 03 07).

Biorazgradivi i glomazni otpad sakupljaju se u sklopu godišnje akcije, dok se ostale vrste komunalnog otpada sakupljaju prema tjednom i/ili mjesečnom rasporedu. Otpad se osim u javnoj usluzi sakuplja interventnim prikupljanjem. Interventno prikupljanje provodi se sa svrhom hitnog odvoza otpada s određene lokacije, kako bi se izbjeglo i/ili minimiziralo onečišćenje okoliša. Interventno prikupljanje otpada vrši se na zahtjev proizvođača ili vlasnika otpada, jedinice lokalne samouprave, komunalnog redarstva i drugih [13].

Otpad se ovisno o vrsti i potrebama proizvođača sakuplja u raznim spremnicima. Za fizičke osobe (građanstvo u individualnim kućanstvima) koriste se posude volumena 120 dm³ i 240 dm³. Za fizičke osobe (građanstvo koje zajednički koristi spremnike) koriste se posude volumena 240 dm³ i 360 dm³, a miješani komunalni otpad odlaže se u polupodzemne spremnike (slika 5) volumena 2500 dm³ i 5000 dm³. Polupodzemni spremnici omogućuju moderno i učinkovito odlaganje otpada. Polupodzemni spremnici bolje iskorištavaju raspoloživu površinu smanjujući mirise, buku, prisutnost životinja, otuđenje, vandalizam te neovlašteno odlaganje otpada [14].

Pravne osobe koriste posude i spremnike većih volumena, od 1100 dm³ do 5000 dm³.



Slika 5. Polupodzemni spremnik za odlaganje miješanog komunalnog otpada [14]

Ostale vrste otpada se osim u javnoj usluzi i interventnom sakupljanju mogu prikupljati na zahtjev, sukladno važem cjeniku, no u okviru dozvole za gospodarenje otpadom. Vozila za sakupljanje otpada moraju biti posebno opremljena kako bi se spriječilo širenje i rasipanje otpada, neugodnih mirisa i prašine iz tovarnog prostora. Redovito odvoženje otpada ključno je za zaštitu zdravlja, čime se smanjuje rizik od širenja zaraznih bolesti i štetnika poput insekata i glodavaca.

5.2. PRIHVAT I VAGANJE OTPADA

Tehnološki proces preuzimanja otpada uključuje vizualni pregled otpada koji se prikuplja kao i provjeru dokumentacije o otpadu koja se sastoji od pratećeg lista. Pregledom dokumentacije o otpadu procjenjuje se ispravnost i cjelovitost potrebne popratne dokumentacije. Dodatno, usklađenost prikupljenog otpada s popratnim dokumentima potrebno je vizualno provjeriti. Otpad se tijekom prihvata pregledava na mjestu preuzimanja, a zatim se odmah razvrstava na za to predviđeno mjesto na temelju ključnih brojeva otpada i fizikalno - kemijskih svojstava. Otpad na lokaciji mogu predavati poslovni subjekti (trgovačka društva, obrti), fizičke osobe, prijevoznici otpada i drugi ovlaštene sakupljači. Za neke vrste otpada se provode dodatne mjere usklađenosti, kao što je mjerenje vlage higrometrom. Zaprimljeni otpad se važe na atestiranoj kolnoj vagi, najveće vrijednosti mase od 30 t. Otpad se nakon vaganja razvrstava prema vrsti i ključnom broju. Sve količine zaprimljenog otpada se upisuju u elektronski u očevidnik o nastanku i tijeku otpada na propisanom obrascu ONTO (elektronički očevidnik o nastanku i tijeku otpada) putem mrežne aplikacije e-ONTO. Za prihvata otpada koriste se spremnici/kontejneri u raznim izvedbama. Prihvata tekućeg otpada vrši se u plastičnim bačvama s poklopcem [15].

5.3. SKLADIŠTENJE OTPADA

Prema Zakonu o gospodarenju otpadom [2] skladištenje otpada je privremeni smještaj otpada u skladištu najduže do godinu dana.

Otpad se nakon vizualnog pregleda te kontrole prateće dokumentacije privremeno skladišti. Kruti otpad se skladišti u odgovarajućoj ambalaži, spremnicima i kontejnerima, pojedinačno prema svojstvu, vrsti i agregatnom stanju. Otpad se može skladištiti u zatvorenom i otvorenom prostoru. Zatvoreno skladište služi za skladištenje određenih vrsta otpada, a izrađeno je od betonirane površine koja je nepropusna na djelovanje otpada i na koju je onemogućen dotok oborinskih voda. Na otvorenom prostoru otpad se skladišti na nepropusnoj asfaltiranoj podlozi, u primarnim spremnicima. Otpad veće voluminoznosti, poput miješane ambalaže, papirne i kartonske ambalaže, glomaznog otpada i biorazgradivog otpada, također se skladišti na otvorenom prostoru u rasutom stanju. Na slici 6 prikazano je skladištenje miješane ambalaže u rasutom stanju.

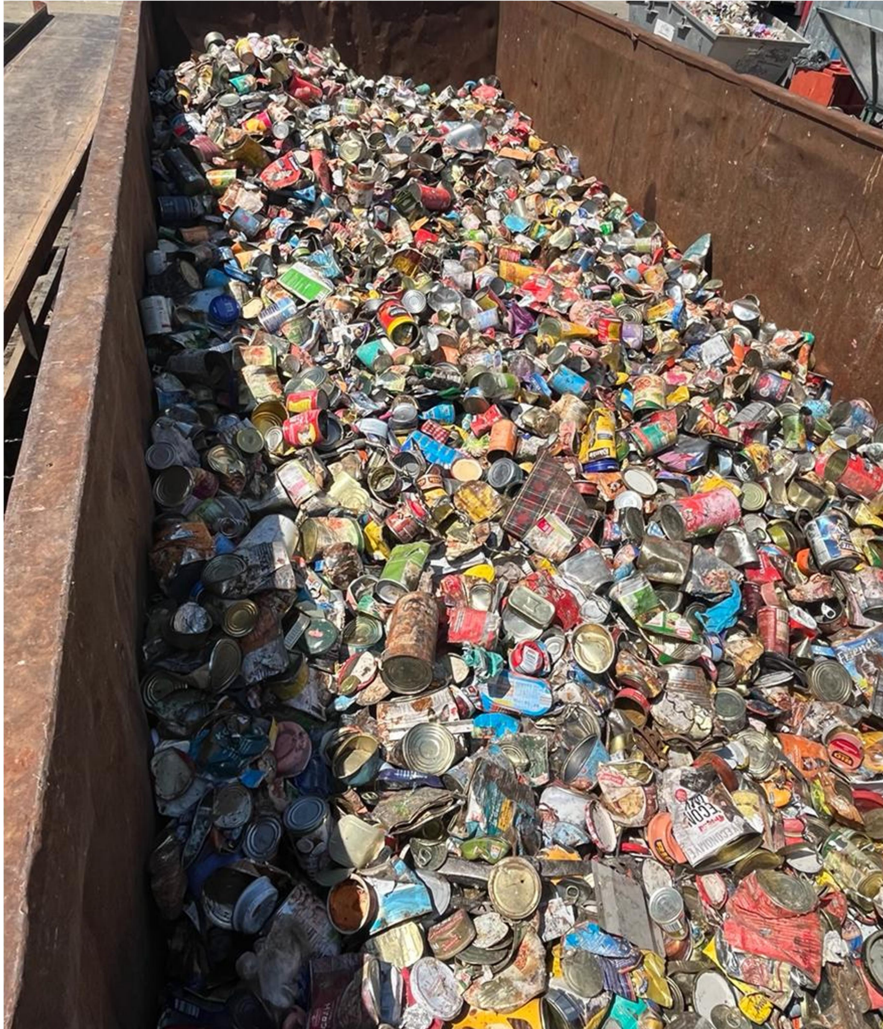


Slika 6. Skladištenje miješane ambalaže u rasutom stanju

Neopasni tekući otpad skladišti se u odgovarajućim spremnicima postavljenim na sekundarni spremnik/ tankvanu. Primarni spremnici izrađeni su od materijala (plastike) koji je otporan na djelovanje uskladištenog otpada, a dizajnirani su na način da se mogu puniti, prazniti, odzračivati i hermetički zatvoriti. Svaki spremnik označen je naljepnicom na kojoj se nalaze podaci o posjedniku otpada, vrsti i ključnom broju otpada. Sakupljeni otpad se ovisno o njegovoj vrsti i svojstvu, svakodnevno predaje u dodatne tehnološke procese ili ovlaštenom oporabitelju kako bi se izbjeglo zadržavanje velikih količina otpada na lokaciji. U pojedinim tehnološkim procesima nastaju veće količine otpada koje se radi isplativosti skladište u

kontejnerima zapremnine 40 m³. Na slici 7 prikazan je primjer skladištenja veće količine metalne ambalaže izdvojene procesom sortiranja iz miješane ambalaže. Za manipulaciju otpadom koriste se utovarni strojevi i viličari.

Zapremina otvorenog skladišnog prostora iznosi 30.923 m³, a procijenjena zapremina spremnika u kojima se skladišti otpad iznosi 460 m³. Slijedom navedenog, ukupna korisna zapremina skladišnog prostora iznosi 31.383 m³ [15].



Slika 7. Skladištenje metalne ambalaže u kontejneru zapremnine 40 m³

5.4. SORTIRANJE OTPADA

Sortiranje otpada provodi se s ciljem izdvajanja korisnih komponenti iz otpadnog materijala. Postupak sortiranja bazira se na izdvajanju što čistih i kvalitetnijih komponenti iz odvojeno prikupljenog otpada. Tako izdvojene komponente postaju korisne sirovine koje se plasiraju na tržište sa ciljem ponovne prerade. Proces sortiranja na odlagalištu neopasnog otpada „Goričica“ primjenjuje se na 34 vrste otpada, od kojih je najvažnije istaknuti sortiranje miješane ambalaže.

5.4.1. SORTIRANJE MIJEŠANE AMBALAŽE

Proces sortiranja miješane ambalaže pod ključnim brojem 15 01 06 provodi se u zatvorenoj prostoriji (sortirnici), u kojoj se nalaze ulazna i horizontalna traka za sortiranje otpada, radne jedinice za izdvajanje korisnih komponenti, spremnici za skladištenje izdvojenih komponenti (jumbo vreće i posude raznih volumena) te oprema za čišćenje razlivenog i rasutog otpada (metle, lopate, pijesak). Postupak sortiranja započinje utovarom miješane ambalaže sa plohe za skladištenje te istovarom na ulaznu sortirnu traku. Navedeni proces odvija se pomoću utovarnog stroja, a prikazan je na slici 8.



Slika 8. Istovar miješane ambalaže na ulaznu sortirnu traku

Zatim slijedi ručno sortiranje, odnosno odvajanje korisnih komponenti iz miješane ambalaže koja putuje sa ulazne sortirne trake na horizontalnu traku za sortiranje (slika 9). Na ulaznoj sortirnoj traci nalaze se dvije, a na horizontalnoj sortirnoj traci šest radnih jedinica. Na svakoj radnoj jedinici odvajaju se pojedine korisne komponente (slika 10). Izdvojene komponente privremeno se skladište u spremnicima pored radnih jedinica, a koji se prilikom zapunjenja istovaruju u spremnike za skladištenje većih kapaciteta, odnosno površine predviđene za skladištenje određenih vrsta otpada u rasutom obliku.



Slika 9. Horizontalna traka za ručno sortiranje otpada



Slika 10. Plastična i višeslojna (tetrapak) ambalaža izdvojena iz miješane ambalaže

Izdvojene nečistoće, odnosno otpad koji ne zadovoljava karakteristike korisnih komponenti se privremeno skladišti u spremnicima volumena 5m³ postavljenim na izlazu horizontalne sortirne trake. Nakon što se spremnici sa izdvojenim nečistoćama zapune, isti se odvoze i istovaruju na odlagalište otpada. Izdvojene nečistoće karakteriziraju se kao ostali otpad od mehaničke obrade otpada (KB: 19 12 12), te se kao takve trajno odlažu.

Kapacitet tehnološkog procesa ručnog sortiranja otpada procjenjuje se na 30 t /danu, a na predmetnoj lokaciji gospodarenja otpadom može se raditi 8 sati dnevno 260 radnih dana u godini, stoga dopušteni kapacitet postupka iznosi 7.800 t u godini dana [15].

U miješanoj ambalaži nalaze se razne korisne komponente, kao i one manje korisne, poput električnog otpada i onečišćene ambalaže, a koje su rezultat neodgovornog odlaganja otpada od strane građana.

U tablici 2 prikazane su pretvorbe miješane ambalaže na druge vrste otpada kroz tehnološki proces ručnog sortiranja.

Tablica 2. Pretvorbe miješane ambalaže kroz tehnološki proces sortiranja [15]

OTPAD KOJI ULAZI U PROCES		OTPAD KOJI IZLAZI IZ PROCESA	
KLJUČNI BROJ OTPADA	NAZIV OTPADA	KLJUČNI BROJ OTPADA	NAZIV OTPADA
15 01 06	miješana ambalaža	15 01 06	miješana ambalaža
		15 01 01	papirna i kartonska ambalaža
		15 01 02	plastična ambalaža
		15 01 04	metalna ambalaža
		15 01 05	višeslojna (kompozitna) ambalaža
		15 01 07	staklena ambalaža
		17 02 03	plastika
		19 10 02	otpad od obojenih metala
		19 12 01	papir i karton
		19 12 03	obojeni metali
		19 12 04	plastika i guma
		19 12 05	staklo
		19 12 07	drvo koje nije navedeno pod 19 12 06*
19 12 10	gorivi otpad (gorivo dobiveno iz otpada)		

		19 12 12	ostali otpad (uključujući mješavine materijala) od mehaničke obrade otpada, koji nije naveden pod 19 12 11*
		20 01 39	plastika
		20 01 40	metali
		15 01 10*	ambalaža koja sadrži ostatke opasnih tvari ili je onečišćena opasnim tvarima
		15 01 11*	metalna ambalaža koja sadrži opasne krute porozne materijale (npr. azbest), uključujući prazne spremnike pod tlakom
		20 01 21*	fluorescentne cijevi i ostali otpad koji sadrži živu
		20 01 23*	odbačena oprema koja sadrži klorofluorouglikove
		20 01 35*	odbačena električna i elektronička oprema koja nije navedena pod 20 01 21* i 20 01 23*, koja sadrži opasne komponente

Dio izdvojenih komponenti dodatno se odvaja prema boji i svojstvima, s ciljem postizanje veće kvalitete i lakšeg plasmana na tržište. Tako se plastična ambalaža (KB: 15 01 02) razdvaja u tri skupine: prozirn (natur) foliju PEHD izrade, šarenu foliju PEHD izrade te mix ambalažu PET, PP, PHDE izrade.

Vrsta otpada koja se dodatno odvaja jest plastika (KB: 20 01 39), koja se razdvaja u četiri skupine: plastične gajbe od pića, plastične gajbe od voća i povrća, plastične kanistre te miješanu plastiku koja se sastoji od raznih kućanskih predmeta izrađenih od plastike. Metalna ambalaža (KB: 15 01 04) odvaja se na dvije vrste: metalnu ambalažu izrađenu od željeza i metalnu ambalažu izrađenu od aluminija. U tablici 3 prikazane su izdvojene frakcije iz 1455,61 t sakupljene ambalaže na odlagalištu otpada „Goričica“ u 2022. godini.

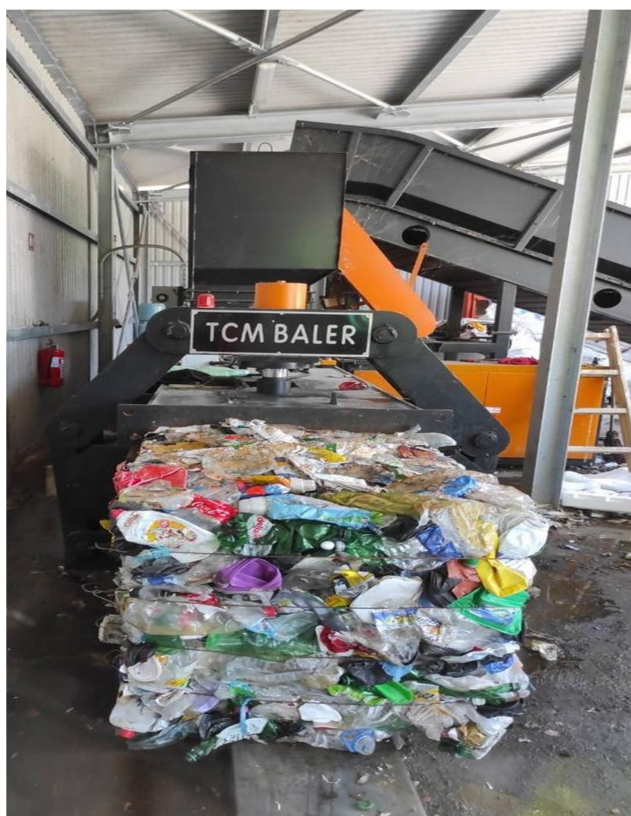
Tablica 3. Izdvojene frakcije iz 1455,61 t sakupljene miješane ambalaže u 2022. godini [16]

NAZIV OTPADA	KLJUČNI BROJ OTPADA	KOLIČINA (t)
Papirna i kartonska ambalaža	15 01 01	51,31
Plastična ambalaža	15 01 02	170,92
Metalna ambalaža	15 01 04	58,97
Višeslojna (tetrapak) ambalaža	15 01 05	69,41
Staklena ambalaža	15 01 07	134,18
Ambalaža koja sadrži ostatke opasnih tvari ili je onečišćena opasnim tvarima	15 01 10*	12,94
Metalna ambalaža koja sadrži opasne krute porozne materijale (npr. azbest), uključujući prazne spremnike pod tlakom	15 01 11*	8,06
Fluorescentne cijevi i ostali otpad koji sadrži živu	20 01 21*	0,03
Baterije i akumulatori obuhvaćeni pod 16 06 01*, 16 06 02* ili 16 06 03* i nesortirane baterije i akumulatori koji sadrže te baterije	20 01 33*	0,89
Plastika	20 01 39	22,61
Metali	20 01 40	33,55
Ostali otpad (uključujući mješavine materijala) od mehaničke obrade otpada, koji nije naveden pod 19 12 11*	19 12 12	881,73
Ostale vrste otpada: plastika (KB: 17 02 03), otpadni tiskarski toneri (KB: 08 03 17*), drvo (KB: 17 02 01)		11,00

5.5. SABIJANJE OTPADA

Sabijanje otpada provodi se sa ciljem smanjenja volumena radi lakše manipulacije i transporta. Sabijanje se provodi na uređaju za horizontalno baliranje instaliranog kapaciteta 40 t na dan, smještenoj na lokaciji reciklažnog dvorišta „Novi Sisak“, Capraška ulica 4, Sisak. Proces sabijanja otpada započinje istresanjem korisnih komponenti iz jumbo vreća na pokretnu traku uređaja za horizontalno baliranje. Korisne komponente sa vertikalne trake odlaze u grotlo uređaja za baliranje, gdje se zatim sabijaju i automatski povezuju žicom. Tako povezane bale, prikazane na slici 11, odlaze na izlaznu traku gdje se dodatno omotavaju stretch folijom radi čvrstoće i stabilnosti. Završni proces sabijanja otpada uključuje premještaj bala do prostora za skladištenje otpada.

Nakon što se sakupe dovoljne količine bala, privremeno se skladište na odlagalištu otpada „Goričica“ (slika 12) te se otpremaju ovlaštenom oporabitelju, sukladno dogovorenim količinama i terminima isporuke. Prosječna količina baliranog otpada iznosi 20 t po otpremi.



Slika 11. Bala na izlaznoj traci uređaja za baliranje



Slika 12. Skladišni prostor bala plastične ambalaže (PET, PP, HDPE)

Proces sabijanja otpada provodi se za slijedeće vrste otpada:

- papirna i kartonska ambalaža (KB: 15 01 01),
- plastična ambalaža (KB: 15 01 02),
- višeslojna (kompozitna) ambalaža (KB: 15 01 05),

- gorivi otpad (gorivo dobiveno iz otpada) (KB: 19 12 10) i
- papir i karton (KB: 20 01 01) [15].

Ukupni dopušteni kapacitet sabijanja otpada iznosi 12.480 t/god [15].

5.6. ODLAGANJE OTPADA

Postupak odlaganja otpada sastoji se od slijedećih procesa:

- Istresanje otpada na radnu površinu,
- Razastiranje otpada,
- Zbijanja (kompaktiranja) otpada,
- Prekrivanja otpada inertnim materijalom i
- Prekrivanja popunjene etaže slojem inertnog materijala [15].

Vozila sa otpadom namijenjenim za odlaganje se nakon prihvata i vaganja upućuju na radnu površinu odlagališta. Ulaz do plohe odlagališta osiguran je asfaltiranom prometnicom te privremenom rampom sastavljenom od dobro zbijenog kamenog materijala. Vozilo se po dolasku na plohu odlagališta upućuje na istovarnu rampu gdje se provodi proces istovara otpada. Otpad se nakon istovara vizualno pregledava kako bi se dodatno utvrdilo postoje li komponente koje nisu prikladne za odlaganje, poput opasnog otpada, koje se zatim izdvajaju i predaju ovlaštenom oporabitelju. Posebna pozornost pridaje se korisnim sastavnicama komunalnog otpada koje nisu namijenjene za odlaganje, poput stakla i metala koje se također izdvajaju. Ukoliko se uoči otpad koji bi mogao uzrokovati neugodne mirise, isti se odmah, bez odgode prekriva slojem prekrivke. Vozilo se nakon istovara otpada upućuje do stanice za pranje vozila gdje se pranjem podvozja i kotača sprječava raznošenje otpada i prašine po prometnicama. Istovareni otpad se pomoću buldožera razastire u slojeve debljine od 0,3 do 0,5 m. Razastiranje se provodi na dnevnoj bazi, bez istresanja po bokovima odlagališta. Razastri otpad se pomoću uređaja za sabijanje (kompaktora) strojno sabija (kompaktira). Sabijanje se provodi do zahtijevane volumenske mase, a navedeno se postiže dovoljnim brojem prijelaza kompaktora po horizontalnoj ravnini. Kako bi se postigla potrebna volumna masa od 750 do 850 kg/m³, potrebna su 6 do 7 prolaza kompaktora za svaki sloj razasutog otpada. Važno je naglasiti da se prilikom odlaganja na novu, uređenu kazetu u prva dva metra ne smiju nalaziti veći i oštri komadi otpada s ciljem zaštite brtvenog sloja i drenažnih cijevi. Probrani otpad najbolji je odabir za početno odlaganje otpada. Nakon razastiranja i kompaktiranja slijedi prekrivanje otpada. Postupak prekrivanja otpada provodi se na dnevnoj bazi, a tijekom ljetnih mjeseci može biti i češće. Za prekrivku se koriste inertni materijali. Prekrivanjem otpada sprječava se širenje emisija odlagališnih plinova, neugodnih mirisa, raznošenje otpada vjetrom te nastajanje procjednih voda u slučaju većih oborina [9, 15]. Na slici 13 prikazana je zatvorena i otvorena ploha odlagališta neopasnog otpada „Goričica“.



Slika 13. Zatvorena i otvorena ploha odlagališta neopasnog otpada „Goričica“

U tablici 4 dat je pregled odloženih količina otpada na odlagalište „Goričica“.

Tablica 4. Pregled odloženih količina otpada na odlagalište neopasnog otpada „Goričica“ prema vrsti i ključnom broju u 2022. godini [16]

R.BR.	KLJUČNI BROJ OTPADA	NAZIV OTPADA	KOLIČINA (t)
1	10 01 03	lebdeći pepeo od izgaranja treseta i neobrađenog drveta	966,95
2	17 01 07	mješavine betona, cigle, crijepa/pločica i keramike koje nisu navedene pod 17 01 06*	106,75
3	17 06 04	izolacijski materijali koji nisu navedeni pod 17 06 01* i 17 06 03*	100,97
4	17 08 02	građevinski materijali na bazi gipsa koji nisu navedeni pod 17 08 01*	12,62
5	17 09 04	miješani građevinski otpad i otpad od rušenja objekata, koji nije naveden pod 17 09 01*, 17 09 02* i 17 09 03*	163,33
6	19 03 05	stabilizirani otpad koji nije naveden pod 19 03 04*	6,85
7	19 08 01	ostaci na sitima i grabljama	374,54
8	19 08 02	otpad iz pjeskolova	112,56
9	19 09 03	muljevi od dekarbonizacije	179,19
10	19 12 12	ostali otpad (uključujući mješavine materijala) od mehaničke obrade otpada, koji nije naveden pod 19 12 11*	3918,83
11	20 01 10	odjeća	5,38
12	20 02 01	biorazgradivi otpad	84,41
13	20 03 01	miješani komunalni otpad	10681,54
14	20 03 02	otpad s tržnica	72,59
15	20 03 07	glomazni otpad	465,79
16	20 03 99	komunalni otpad koji nije specificiran na drugi način	106,95
Ukupno odloženo			17359,25

6. NADZOR I PRAĆENJE STANJA OKOLIŠA

Radi očuvanja okoliša i zdravlja ljudi, a sukladno zakonskoj regulativi, na odlagalištu se provode aktivne mjere kontrole i nadzora.

Prema Pravilniku o odlagalištima otpada [17] propisani su postupci kontrole i nadzora tijekom aktivnog korištenja i naknadnog održavanja odlagališta, a odnose se na:

1. Kontrolu meteoroloških parametara,
2. Kontrolu nakupljanja i kretanja odlagališnog plina na odlagalištu otpada,
3. Kontrolu emisija tvari u procjedne i površinske vode, kontrolu oborinske vode na odlagalištu otpada,
4. Kontrolu podzemne vode na odlagalištu otpada i
5. Topografiju terena.

Odlagalište neopasnog otpada „Goričica“ posjeduje svu potrebnu infrastrukturu za ispunjavanje gore navedenih uvjeta.

Obveze praćenja emisija za odlagalište „Goričica“ propisani su sljedećim dokumentima:

- RJEŠENJE o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša, (KLASA: UP/I-351-03/13-02/63, URBROJ: 517-06-2-2-1-16-56, od dana 29.2.2016. godine),
- Knjiga objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za postrojenje (odlagalište) neopasnog otpada „Goričica“, operatera GOSPODARENJE OTPADOM SISAK d.o.o. RJEŠENJE o ispravku očite pogreške u Rješenju (KASA: UP/I-351-03/13-02/63, URBROJ: 517-06-2-2-1-16-58, od dana 5.5.2016. godine) [15].

6.1. METEOROLOŠKI PARAMETRI

Meteorološki parametri prikupljaju se sa meteorološke stanice postavljene jugozapadno od odlagališne plohe. Sa meteorološke stanice prikupljaju se podaci o količini oborina, temperaturi, smjeru i snazi prevladavajućeg vjetrova, isparavanju i atmosferskoj vlazi [10].

6.2. ODLAGALIŠNI PLIN

Odlagalište neopasnog otpada "Goričica" posjeduje aktivni sustav otplinjavanja. Sustav za otplinjavanje je uglavnom vertikalni (otplinjavanje novog otpada) s dijelom izvedenim horizontalnim komponentama za otplinjavanje starog otpada. Oba sustava su povezana na plinsko - crpnu stanicom sa bakljom (slika 14). Korištenjem 8 plinskih sondi provodi se aktivno otplinjavanje iz zatvorenog dijela odlagališne plohe. Pasivno otplinjavanje iz otvorenog dijela odlagališne plohe provodi se pomoću 12 plinskih bunara. Plinsko- crpna stanica instaliranog kapaciteta 50–250 m³ stvara podtlak od 50 mBara, a sakupljeni plin izgara na baklji pri temperaturi od 700 do 900°C. Rad crpke pokreće motor snage 5,5 kW [10].



Slika 14. Plinsko- crpna stanica za spaljivanje odlagališnog plina

Nastali kondenzat se odvaja u kondenzacijskim loncima prije spajanja na crpku. Plinsko - crpna stanica i baklja za spaljivanje odlagališnog plina se automatski pokreću. Sati rada plinske crpke bilježe se na posebnom uređaju. Gospodarsko korištenje odlagališnog plina nije isplativo s obzirom na veličinu odlagališta [10].

Pokazatelji koji se prate na plinskim sondama, plinskim bunarima i plinsko - crpnoj stanici su slijedeći: metan (CH_4), ugljikov dioksid (CO_2), kisik (O_2), vodik (H_2) i sumporovodik (H_2S). Navedeni pokazatelji mjere se na mjesečnoj bazi od strane ovlaštene tvrtke [16].

6.3. OTPADNE VODE

Na odlagalištu neopasnog otpada „Goričica“ nastaju slijedeće otpadne vode:

- procjedne vode iz tijela odlagališta
- oborinske vode sa zatvorenih (saniranih) površina odlagališta – čiste oborinske vode
- oborinske vode ulazno-izlazne zone i prostora za pranje vozila, dijelom čiste, a dijelom zauljene oborinske vode
- sanitarne otpadne vode [10].

6.3.1. PROCJEDNE VODE

Padaline na otvorenom tijelu odlagališta i vlaga u otpadu stvaraju procjedne vode. Procjedne vode sakupljene na zabrtvljenom dnu odlagališta transportiraju se mrežom drenažnih cijevi u prihvatni bazen dimenzija 22x26x2,5 m, odakle se prirodnim padom transportiraju do biljno - biološkog pročištača. Zapremnina biljno - biološkog pročištača

ukupno iznosi $\sim 420 \text{ m}^3$, a sastoji se od četiri bazena i kontrolnog okna. Voda se iz prihvatnog bazena može recirkulirati na odlagalište ili gravitacijom teći u drugi bazen. U drugom bazenu se postupkom filtracije zadržavaju toksične tvari te dolazi do djelomičnog anaerobnog i aerobnog pročišćavanja. Drugi bazen je dimenzija 14x18x1 m. Odlučujuću ulogu u pročišćavanju procjednih voda imaju mikroorganizmi koji žive na korijenju biljaka i u supstratu. Budući da se na ovaj način kisik prenosi kroz biljke, omogućena je aerobna zona na dnu bazena. Anaerobni mikroorganizmi također mogu sudjelovati u procesima razgradnje budući da dio supstrata ostaje bez kisika. Razgrađene organske tvari biljke ugrađuju u svoje tkivo te na taj način akumuliraju štetne tvari. U supstratu drugog bazena posađene su sadnice biljke sitovke. Supstrat trećeg bazena zasađen je trskom, a četvrtog sadnicama šaša. Iz zadnjeg bazena voda gravitacijski odlazi u izlazno okno s dvije crpke. Na izlaznom oknu voda se može recirkulirati u prvi bazen ili ovisno o rezultatima fizikalno - kemijske analize ispustiti u rijeku Savu. U tijeku je izmjena uvjeta okolišne dozvole kojom će se ispust u rijeku Savu trajno ukinuti [10].

Uzorkovanje procjednih voda provodi se 4 puta godišnje, a pokazatelji koji se određuju su slijedeći: pH vrijednost, BKP5, KPKCr (kemijska potrošnja kisika - dikromatom), suspendirane tvari, temperatura, otopljeni fluoridi, fenoli, ukupni dušik, amonijak, ukupni fosfor, nitrati, nitriti, arsen, bakar, barij, cink, kadmij, ukupni krom, krom (IV), mangan, nikal, olovo, selen, željezo, živa, toksičnost na dafnije (LIDD), toksičnost na svjetleće bakterije, vodljivost, ukupni organski ugljik, teškohlapive lipofilne tvari, ukupni ugljikovodici, adsorbilni organski halogeni i lakohlapljivi organski ugljikovodici [10].

6.3.2. OBORINSKE VODE

Dio oborinskih voda s tijela odlagališta prekrivenog pokrovnim brtvenim sustavom nije u doticaju s otpadom te se iste smatraju čistima. Sustav odvodnje oborinskih voda sastoji se od obodnih kanala koji se nalaze između obodnog nasipa i makadamske prometnice. Voda iz kanala ispušta se u retencijski bazen [11].

Kvaliteta oborinske vode analizira se dva puta godišnje uzimanjem uzorka iz retencijskog bazena oborinske vode. Parametri koji se određuju su isti kao i kod procjednih voda (poglavlje 6.3.1.) [10].

6.3.3. PODZEMNE VODE

Kontrola podzemne vode obuhvaća mjerenja razine podzemne vode i mjerenja parametara onečišćenja podzemne vode opasnim tvarima. U tu svrhu izvedeni su piezometri, uređaji u kojima se tekućina podiže unutar plastične cijevi, a služi za uzorkovanje podzemne vode (slika 15). Piezometri su izvedeni tako da se jedan piezometar nalazi uzvodno (P-1), a dva uzvodno (P-2, P-3) u odnosu na rijeku Savu. Prvi piezometri na odlagalištu neopasnog otpada „Goričica“ izvedeni su 2005. godine [18].

Od tada se nekoliko puta pristupilo izvedbi novih piezometara sa ciljem bolje protočnosti podzemne vode unutar plastične cijevi te kvalitetnijeg uzorkovanja [16].

Područje na kojima se nalaze piezometri izgrađuju poplavni sedimenti te aluvijalni nanosi rijeke Save. U navedenim aluvijalnim naslagama formiraju se plitki vodonosnici niske do srednje izdašnosti, a isti su u hidrauličkoj vezi s obližnjim vodotokom. Dakle, smjer podzemne vode paralelan je toku vodotoka rijeke Save [18].

Uzorkovanje i analizu podzemnih voda provodi ovlaštena tvrtka 4 puta godišnje, a pokazatelji koji se određuju su razina podzemne vode, temperatura, električna vodljivost, amonijak, fosfati, sulfati, nitrati, kloridi, kadmij, olovo, živa i arsen [16].



Slika 15. Uzorak podzemne vode za analizu sa piezometra P-3 (06.02.2020) [16]

7. ZAKLJUČAK

Gospodarenje otpadom od značajne je važnosti radi sprječavanja onečišćenja okoliša i očuvanja prirodnih resursa. Kroz primjenu načela gospodarenja otpadom (smanjenje, ponovna upotreba, recikliranje) može se značajno smanjiti količina otpada koja završava na odlagalištima. Odvojeno prikupljanje otpada na kućnom pragu je prvi korak u smanjenju količine odloženog otpada. Odlaganje otpada na odlagališta posljednja je opcija koja se primjenjuje kada otpad nije moguće reciklirati ili na drugi način iskoristiti.

Tvrtka Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o. uspješno gospodari otpadom. Prvi uvedeni korak odnosi se na odvojeno prikupljanje otpada sa kućnog praga, od kojeg je najvažnije istaknuti prikupljanje miješane ambalaže. Sakupljena miješana ambalaža dodatno se sortira sa ciljem izdvajanja korisnih komponenti. Stopa izdvojenosti u 2022. godini iznosi 35 %, što je pozitivan trend u odnosu na 2021. godinu kada je stopa izdvojenosti iznosila 21 %. Pozitivan trend bilježi se i u smanjenju količine odloženog otpada na odlagalište neopasnog otpada „Goričica“.

Sustav praćenja emisija za odlagalište neopasnog otpada „Goričica“ od ključne je važnosti za kako bi se minimizirao štetan utjecaj na okoliš. Izvedbom biljno - biološkog pročistača osigurava se pročišćavanje procjednih voda sa odlagališta. Piezoemtri postavljeni u neposrednoj blizini odlagališta koriste se za analizu podzemnih voda. Odlagališni plin se putem 8 sondi i 12 plinskih bunara odvodi do plinsko - crpne stanice gdje se spaljuje pri temperaturi od 700 do 900°C.

8. LITERATURA

1. N. Ružinski, Obrada otpadnih voda, Zagreb, 2010.
2. Zakon o gospodarenju otpadom, Narodne novine 84/2021.
3. S. Vajda, Prikaz zakonskih obveza proizvođača i posjednika otpada u Republici Hrvatskoj, Sigurnost, 55 (2013) 3, 219-236.
4. T. Sofilić, I. Brnardić, Održivo gospodarenje otpadom, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2015.
5. <https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/otpad-registri-oneciscavanja-i-ostali-sektorski-protisici/gospodarenje-otpadom/o> (21.5.2023.)
6. https://www.fzoeu.hr/docs/smjernice_za_ponovnu_uporabu_v2.pdf (21.5.2023.)
7. Z. Milanović, S. Radović, V. Vučić, Otpad nije smeće, Zagreb, 2002.
8. Z. Milanović, Deponij trajno odlaganje otpada, Zagreb, 1992.
9. I. Zorko, Postupanje s komunalnim otpadom u Gradu Sisku, Sisak, 2003.
10. Interkonzalting d.o.o., Obrazac stručne podloge zahtjeva za izmjenama okolišne dozvole – Odlagalište otpada „Goričica“, Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o., Zagreb, 2023.
11. Hudec plan d.o.o., Elaborat zaštite okoliša za zahvat Sanacija odlagališta neopasnog otpada „Goričica“ i nastavak odlaganja otpada, Grad Sisak, Sisačko–moslavačka županija za ocjenu o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš, Zagreb, 2021.
12. H. Vladović - Relja, Tehničko - tehnološko rješenje uz Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za poduzeće Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o., odlagalište „Goričica“, Zagreb, 2013.
13. ANT d.o.o., Elaborat gospodarenja otpadom, Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o., Zagreb, 2019.
14. <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/4829/sisak-novi-suvremni-polupodzemni-spremnici-za-otpad-uskoro-i-u-capragu> (24.5.2023.)
15. EKOLEX d.o.o., Elaborat gospodarenja otpadom, Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o., verzija druga, Zagreb, 2023.
16. Podaci tvrtke Gospodarenje otpadom Sisak d.o.o.
17. Pravilnik o odlagalištima otpada, Narodne novine 04/2023.
18. GEOTEHNIČKI STUDIO d.o.o., Izvedba trajnog piezometra za objekt odlagalište otpada „Goričica“, Zagreb, 2020.

ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODACI:

Ime i prezime: Ida Bulić

Datum i mjesto rođenja: 27. siječanj 2001., Sisak

Adresa: Celjska 9, 44 000, Sisak

Telefon: 097/ 698 5619

E-mail: ibulic565@gmail.com

OBRAZOVANJE:

Osnovna škola: Osnovna škola Braća Ribar, Sisak

-sudjelovanje na državnom natjecanju iz atletike, Rijeka, 2013.

Srednja škola: Tehnička škola Sisak, smjer ekološki tehničar, Sisak

Preddiplomski studij: Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet Sisak, preddiplomski sveučilišni studij Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš

VJEŠTINE:

Rad na računalu

Strani jezik: Engleski

Vozački ispit – B kategorija

Uvjerenje za utvrđivanje alkoholiziranosti radnika na radu