

Rizici po okoliš na odlagalištu komunalnog otpada "Totovec"

Kvaternik, Barbara

Master's thesis / Diplomski rad

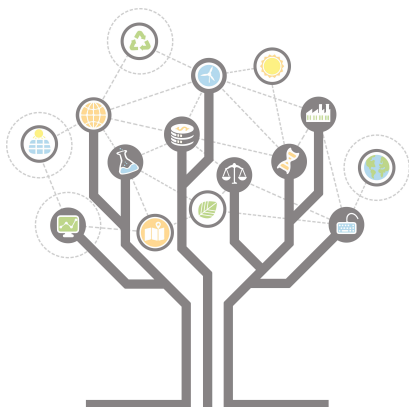
2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:850846>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering -
Theses and Dissertations](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET**

BARBARA KVATERNIK

**RIZICI PO OKOLIŠ NA ODLAGALIŠTU KOMUNALNOG
OTPADA „TOTOVEC“**

DIPLOMSKI RAD

VARAŽDIN, 2021

Sazivam članove ispitnog povjerenstva
za 15. 07. 2021. u 9 sa
Obranu ovog rada kandidat će vršiti i pred
ispitnim povjerenstvom u Varaždinu
Varaždin, 01. 07. 2021.

Predsjednik
ispitnog povjerenstva:

Izv. prof. dr. sc. Saša Korać

Članovi povjerenstva

- 1) Izv. prof. dr. sc. Ivan Korać
- 2) Izv. prof. dr. sc. Saša Korać
- 3) Doc. dr. sc. Ivana Grčić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

RIZICI PO OKOLIŠ NA ODLAGALIŠTU KOMUNALNOG OTPADA TOTOVEC

KANDIDAT:

BARBARA KVATERNIK,

univ.bacc.ing.amb.



MENTOR:

Izv.prof.dr.sc. IVAN KOVAČ

KOMENTOR:

Izv.prof.dr.sc. SANJA KOVAČ

VARAŽDIN, 2021



Sveučilište u Zagrebu
Geotehnički fakultet



ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnica: BARBARA KVATERNIK
Matični broj: 279 - 2019./2020.
Smjer: UPRAVLJANJE OKOLIŠEM

NASLOV DIPLOMSKOG RADA:

RIZICI PO OKOLIŠ NA ODLAGALIŠTU KOMUNALNOG OTPADA „TOTOVEC“

Rad treba sadržati: 1. Uvod
2. Komunalni otpad
3. Odlagalište komunalnog otpada „Totovec“
4. Procjena rizika po okoliš
5. Zaključak
6. Literatura
7. Popis slika
8. Popis tablica

Pristupnica je dužna predati mentoru jedan uvezen primjerak diplomskog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade diplomskog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 10.03.2021.

Rok predaje: 01.07.2021.

Mentor:

Izv.prof.dr.sc. Ivan Kovač

Drugi mentor/komentor:

Izv.prof.dr.sc. Sanja Kovač

Predsjednik Odbora za nastavu:

Izv.prof.dr.sc. Sanja Kovač



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom:

RIZICI PO OKOLIŠ NA ODLAGALIŠTU KOMUNALNOG OTPADA „TOTOVEC“

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom

Izv.prof.dr.sc. Ivana Kovača

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

U Varaždinu, 28.06.2021

Barbara Kvaternik

(Ime i prezime)



(Vlastoručni potpis)

IZJAVA MENTORA O POSTOTKU SLIČNOSTI DIPLOMSKOG RADA S VEĆ OBJAVLJENIM RADOVIMA

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom:

RIZICI PO OKOLIŠ NA ODLAGALIŠTU KOMUNALNOG OTPADA „TOTOVEC“

pregledan anti-plagijat programskim paketom PlagScan te da postotak sličnosti cjelovitog diplomskog rada, s već objavljenim radovima, ne prelazi 20%, kao i da pojedinačni postotak sličnosti diplomskog rada sa svakom literaturnom referencom pojedinačno ne prelazi 5%.

U Varaždinu, 28.06.2021

Izv.prof.dr.sc. Ivan Kovač

(Mentor)

Ivan Kovač

(Vlastoručni potpis)

Sažetak rada:

Odlagalište otpada namijenjeno je odlaganju otpada na površini ili ispod površine zemlje. Odlagalište otpada još je uvijek glavni način zbrinjavanja otpada. Procjena rizika je formalni proces evaluacije posljedica opasnosti i vjerojatnosti da će doći do nesreće koja će rezultirati posljedicama. Procjena rizika najčešće obuhvaća četiri faze: identifikaciju opasnosti po okoliš, procjenu posljedica koje one mogu prouzročiti, procjenu vjerojatnosti da će doći do nesreće s posljedicama te procjenu rizika. U ovom radu opisuje se odlagalište komunalnog otpada „Totovec“ koje se nalazi u blizini grada Čakovca. Opisane su trenutne i buduće meteorološke i klimatske značajke, kao što su klima, kvaliteta zraka, voda, tlo, buka i nesreće te njihov utjecaj na odlagalište komunalnog otpada „Totovec“. Cilj diplomskog rada je prikazati procjenu rizika po okoliš na odlagalištu komunalnog otpada „Totovec“ te koji će faktor najviše utjecati na okoliš.

Ključne riječi: Totovec, procjena rizika, odlagalište otpada, komunalni otpad, okoliš

Abstract:

Landfills are used for the disposal of waste either above or under the surface of the Earth and they are still the main way of waste disposal. Risk assessment is a formal process of evaluation of the consequences of a dangerous situation and probability of an accident resulting in consequences. Risk assessment usually consists of four phases: identification of environmental hazards, assessment of the consequences of these hazards, assessment of the likelihood of an accident resulting in consequences and risk assessment. This paper describes the municipal waste landfill “Totovec”, which is located near the town of Čakovec. It describes current and future meteorological and climatic features, such as, air quality, water, soil, noise and aquatic situations and their effect on the the municipal waste landfill “Totovec”. The aim of the graduation thesis is to present environmental risk assessment at the municipal waste disposal site “Totovec” and factors which will have the greatest impact on the environment.

Keywords: Totovec, landfill, risk assessment, municipal waste, environment

SADRŽAJ

stranica

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. KOMUNALNI OTPAD | 2 |
| 3. ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA TOTOVEC..... | 6 |
| 3.1. Opis zahvata..... | 6 |
| 3.2. Meteorološke i klimatske značajke | 14 |
| 3.2.1. Temperatura | 14 |
| 3.2.2. Oborine | 16 |
| 4. PROCJENA RIZIKA PO OKOLIŠ | 18 |
| 4.1. Faze procjene | 18 |
| 4.2. Utjecaj odlagališta na okoliš | 20 |
| 4.2.1. Utjecaj na zrak | 20 |
| 4.2.2. Utjecaj na vode..... | 21 |
| 4.2.3. Utjecaj na tlo | 23 |
| 4.2.4. Utjecaj buke | 23 |
| 4.3. Utjecaj klimatskih promjena | 23 |
| 4.4. Matrice rizika | 28 |
| 5. ZAKLJUČAK | 31 |
| 6. LITERATURA..... | 32 |
| 7. POPIS SLIKA..... | 34 |
| 8. POPIS TABLICA..... | 35 |

1. UVOD

Zbrinjavanje otpada je danas jedan od najvažnijih problema vezanih za zaštitu okoliša. Znatna sredstva ulažu se u zbrinjavanje otpada, što uključuje i njegovo selektiranje s ponovnom upotrebom (recikliranje), kao i trajno odlaganje neselektiranog otpada. Unatoč suvremenom trendu smanjenja volumena otpada za odlaganje, posebice u razvijenim zemljama, trajno odlaganje komunalnog otpada na kontrolirano izvedenim odlagalištima još uvijek predstavlja razmjerno ekonomičan postupak njegovog zbrinjavanja. Poznato je, naime, da je nekontrolirano i nesanitarno odlaganje otpada vrlo štetno za okoliš, a posebice za podzemne vode i potencijalne izvore pitke vode kojima prijeti zagađenje filtratima (zagađenom procjednom vodom) iz otpada. Osim rizika od zagađenja podzemne vode, otpad ima i niz drugih negativnih čimbenika na okoliš, kao na primjer:

- pogoduje razvoju mikroorganizama koji uzrokuju razne bolesti
- pogoduje razvoju raznih prijenosnika bolesti poput insekata i glodavaca
- generiranje neugodnih mirisa
- degradiranje estetske kvalitete okoliša
- zauzimanje prostora koji se može koristiti u druge svrhe
- opće zagađenje okoliša

U ovom diplomskom radu procijenjeni su rizici po okoliš na odlagalištu komunalnog otpada „Totovec“ u Međimurskoj županiji. U daljnjem djelu bit će opisan komunalni otpad te odlagalište komunalnog otpada „Totovec“. Glavni dio diplomskog rada odnosi se na procjenu rizika po okoliš gdje se obrađivao utjecaj odlagališta na vodu, tlo, buku te klimatske promjene. Navedene su i moguće akcidentalne situacije.

Odlagalište otpada „Totovec“ pruža usluge zbrinjavanja neopasnog komunalnog otpada, neopasnog industrijskog otpada i građevinskog otpada sukladno sa „Zakonom o zaštiti okoliša“ (NN 153/13) i „Uredbom o postupcima za određivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša“ (NN 114/08) [1].

2. KOMUNALNI OTPAD

Komunalni otpad nastaje u kućanstvima, trgovinama, industriji i ustanovama te iz tog otpadana posebnim postupkom nisu izdvojeni pojedini materijali (kao što je papir, staklo i dr.). Sastav komunalnog otpada ovisi o različitim čimbenicima kao što su tip naselja, dostignuta razina komunalne infrastrukture standard stanovništva, odnosno ekonomskom stupnju razvoja društva i slično. Približno trećinu komunalnog otpada čini biootpad odnosno biorazgradivi otpad. Oko jednu četvrtinu čine papir i karton. Staklene otpadne tvari, i to uglavnom ostaci staklene ambalaže, čine oko 8%, plastika oko 8%, a težinski postotni udjel metala 2%.

Na području Čakovca sve količine otpada uključene su u organizirani sustav prijevoza i prikupljanja koji izvodi Gradsko komunalno poduzeće Čakom d.o.o. Skupljanje i odvoz smeća obavljaju se posebnim vozilima 6 dana u tjednu, a ta vozila imaju nadogradnju za otpad koji se odvozi na odlagalište. Načini prikupljanja otpada su sljedeći: 65% kućanstava koristi kante za smeće od 80 litara, a 35% kućanstava koristi 4 do 5 m³ u kontejnerima [1].

Također je uspostavljen primarni sustav recikliranja, odnosno selektivno prikupljanje određenih vrsta otpada poput plastike, papira i stakla. Takav se otpad skladišti u posebnim spremnicima. U Čakovcu su 72 kontejnera za staklo, 72 za papir i također 72 za PET ambalaže. Da bi se zadovoljio broj zelenih otoka, na svakih 400 stanovnika standard je da mora biti zeleni otok [2].

Stanovnici Čakovca imaju mogućnost odbaciti stare baterije, električni i elektronički otpad, rabljena vozila i rabljene gume te ih predati ovlaštenom sakupljaču d.d. UNIMER iz Čakovca. Isto tako GKP Čakom d.o.o. vrši organizirani odvoz za glomazni otpad. Odlagalište otpada "Totovec" za neopasni otpad omogućuje odlaganje neopasnog komunalnog i industrijskog otpada kao i građevinskog otpada. U tablici 1. naznačeni su naziv otpada, ključni brojevi otpada i količina svake vrste otpada za 2019. godinu koja je stigla na odlagalište.

Tablica 1. Količine otpada i ključni brojevi otpada na odlagalištu otpada „Totovec“ [2]

| Ključni broj otpada | Naziv otpada | Preuzeto u 2019.godini (t) |
|----------------------------|---|-----------------------------------|
| 02 01 01 | muljevi od pranja i čišćenja | 5,12 |
| 02 01 99 | otpad koji nije specificiran na drugi način | 2,72 |
| 02 02 04 | muljevi od obrade efluenata na mjestu njihova nastanka | 63,86 |
| 02 03 01 | muljevi od pranja, čišćenja, guljenja, centrifugiranja i separacije | 11,16 |
| 02 03 04 | materijali neprikladni za potrošnju i preradu | 68,36 |
| 03 01 05 | piljevina, strugotine, otpaci od rezanja drva, drvo, iverica i furnir, koji nisu navedeni pod 03 04 04* | 3,74 |
| 04 01 99 | otpad koji nije specificiran na drugi način | 497,14 |
| 04 02 09 | otpad od mješovitih materijala (impregnirani tekstil, elastomeri, plastomeri) | 23,04 |
| 04 02 22 | otpad od prerađenih tekstilnih vlakna | 44,72 |
| 04 02 99 | otpad koji nije specificiran na drugi način | 3,75 |
| 06 03 14 | krute soli i otopine koje nisu navedene pod 06 03 11* i 06 03 13* | 2,82 |
| 08 02 01 | otpadni prahovi za prevlake | 1,30 |
| 08 03 18 | otpadni tiskarski toneri koji nisu navedeni pod 08 03 17* | 1,44 |

| | | |
|----------|---|---------|
| 08 04 10 | otpadna ljepila i sredstva za brtvljenje, koja nisu navedena pod 08 04 09* | 5,08 |
| 10 01 03 | lebdeći pepeo od izgaranja treseta i neobrađenog drveta | 12,62 |
| 10 01 15 | pepeo sa rešetke ložišta, talog i prašina iz kotla od suspaljivanja, koji nisu navedeni pod 10 01 14* | 4,90 |
| 10 02 02 | neprerađena šljaka | 326,74 |
| 10 02 99 | otpad koji nije specificiran na drugi način | 2,75 |
| 10 09 03 | šljaka iz visoke peći | 6,70 |
| 10 09 08 | korištene ljevačke jezgre i kalupi, koji nisu navedeni pod 10 09 07* | 2329,90 |
| 10 09 99 | otpad koji nije specificiran na drugi način | 753,89 |
| 10 11 05 | čestice i prašina | 0,76 |
| 10 11 14 | mulj od poliranja i brušenja stakla koji nije naveden pod 10 11 13* | 10,84 |
| 11 01 10 | muljevi i filtarski kotači, koji nisu navedeni pod 11 01 09* | 0,42 |
| 12 01 02 | prašina i čestice koje sadrže željezo | 511,12 |
| 12 01 05 | strugotine plastike | 1,51 |
| 12 01 21 | istrošena brusna tijela i brusni materijali, koji nisu navedeni pod 12 01 20* | 2,92 |
| 15 01 02 | plastična ambalaža | 893,63 |
| 15 01 03 | drvena ambalaža | 9,02 |
| 15 01 04 | metalna ambalaža | 0,10 |
| 15 01 07 | staklena ambalaža | 0,89 |
| 16 01 03 | otpadne gume | 4,74 |
| 16 01 19 | plastika | 5,13 |
| 16 01 20 | staklo | 0,02 |
| 17 01 01 | beton | 9,42 |
| 17 01 03 | crijep/pločice i keramika | 0,96 |

| | | |
|-----------|--|----------|
| 17 01 07 | mješavine betona, cigle, crijepa/pločica i keramike koje nisu navedene pod 17 01 06* | 4165,70 |
| 17 05 04 | zemlja i kamenje koji nisu navedeni pod 17 05 03* | 494,40 |
| 17 06 04 | izolacijski materijali koji nisu navedeni pod 17 06 01* i 17 06 03* | 162,92 |
| 17 06 05* | građevinski materijali koji sadrže azbest | 13,12 |
| 17 08 02 | građevinski materijali na bazi gipsa koji nisu navedeni pod 17 08 01* | 145,58 |
| 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* | 10,44 |
| 19 08 01 | ostaci na sitima i grabljama | 114,71 |
| 19 02 02 | otpad iz pjeskolova | 105,93 |
| 20 01 01 | papir i karton | 15,06 |
| 20 01 02 | staklo | 4,60 |
| 20 01 08 | biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina | 19,88 |
| 20 01 11 | tekstil | 134,05 |
| 20 01 28 | boje, tinte, ljepila i smole, koje nisu navedene pod 20 01 27* | 0,89 |
| 20 01 38 | Drvo koje nije navedeno pod 20 01 37* | 5,45 |
| 20 01 39 | plastika | 80,16 |
| 20 01 99 | ostali sastojci komunalnog otpada koji nisu specificirani na drugi način | 77,34 |
| 20 02 01 | biorazgradivi otpad | 3358,74 |
| 20 03 01 | miješani komunalni otpad | 11930,43 |
| 20 03 03 | ostaci od čišćenja ulica | 100,88 |
| 20 03 07 | glomazni otpad | 1533,52 |
| 20 03 99 | komunalni otpad koji nije specificiran na drugi način | 53,78 |

3. ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA TOTOVEC

3.1. Opis zahvata

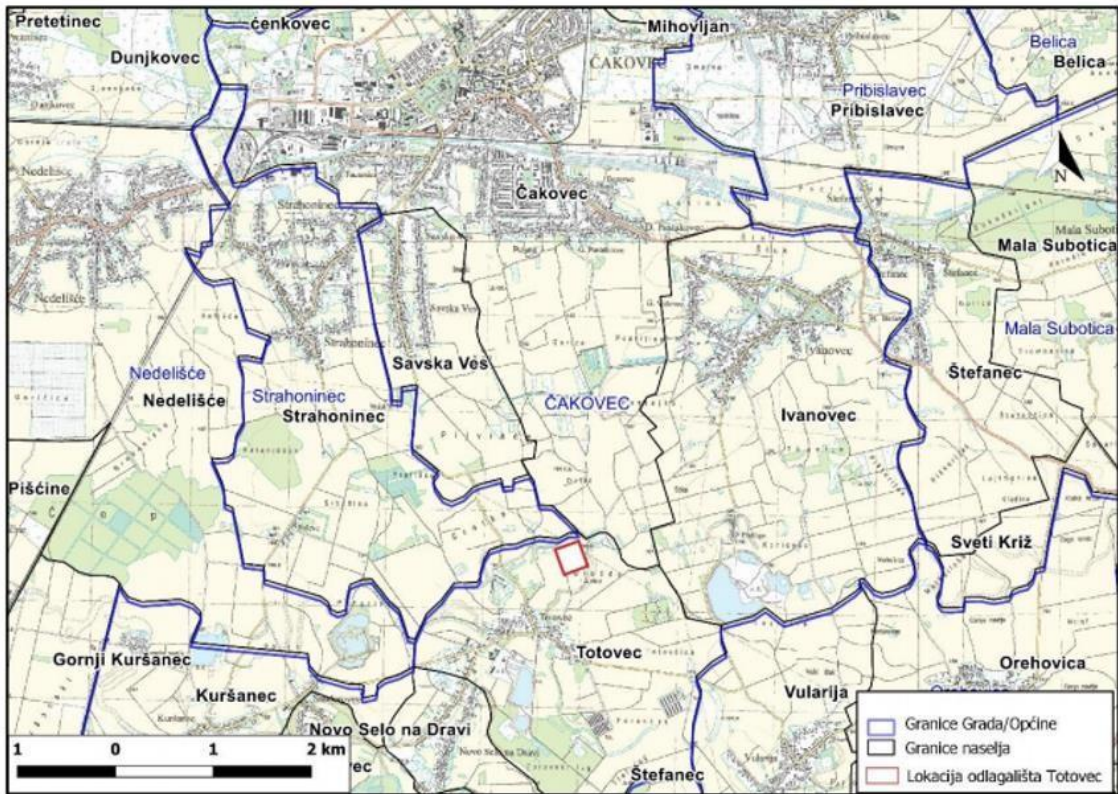
Odlagalište otpada Totovec smješteno u Totovcu bb, Čakovec, zemljopisne koordinate: N 46 ° 34 '66 .86 "i E 16 ° 44'71.70" vidljivo na slici 3., u vlasništvu su pogona Čakom d.o.o. Komunalno odlagalište otpada „Totovec“ smješteno je oko 8 kilometara od središta grada te ima ukupni kapacitet od 500.000 tona neopasnog otpada i prostire se na površini od 46.000 m². Ova deponija odlaže otpad iz većine jedinica lokalne samouprave na području Međimurske županije. Oko lokacije je poljoprivredno zemljište, a na ovom području nema značajnih šumskih površina. Sav prikupljeni i obrađeni otpad obrađuje se na sanitarni način na odlagalištu otpada, gdje su izgrađeni temeljni sustavi brtvljenja i druga infrastruktura. Na odlagalištu otpada Totovec godišnje se u prosjeku odloži 10.000 tona otpada. Od 1974. godine odlagalište otpada „Totovec“ obrađuje otpad, a nakon sanacije 2012. godine, odlagalište „Totovec“ se smatra usklađenim odlagalištem otpada. „Iz Uredbe o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05) može se identificirati otpad koji nastaje pri fizikalno-kemijskoj obradi mineralnih sirovina i eksploatiranju, istraživanju, otpad iz vrtlarstva, poljoprivrede, šumarstva, proizvodnje vodenih kultura, prerade hrane, lovstva i ribarstva, otpad od prerade drveta i proizvodnje drvenih ploča i namještaja, celuloze, kartona i papira, otpad iz tekstilne industrije, otpad iz termičkih procesa, otpad iz anorganskih kemijskih procesa, otpad od mehaničkog oblikovanja te fizikalne i mehaničke površinske obrade metala i plastike, otpad koji nije nigdje drugdje specificiran u katalogu, građevinski otpad i otpad od rušenja objekata (uključujući iskopanu zemlju s onečišćenih lokacija), otpad iz uređaja za postupanje s otpadom, otpad iz uređaja za pročišćavanje gradskih otpadnih voda i pripremu pitke vode i vode za industrijsku uporabu te komunalni otpad (otpad iz industrije i ustanova, otpad od kućanstava te slični otpad iz obrta) uključujući odvojeno prikupljene komponente. Prilikom ugradnje otpada, nagib odlagališta otpada ne smije biti veći od nagiba 1: 3 kako bi se spriječilo izlijevanje procjednih voda izvan odlagališta otpada. Odlagalište je obrubljeno obodnim nasipima te sadrži svu potrebnu opremu i sredstva za siguran rad zaposlenika“ [1].



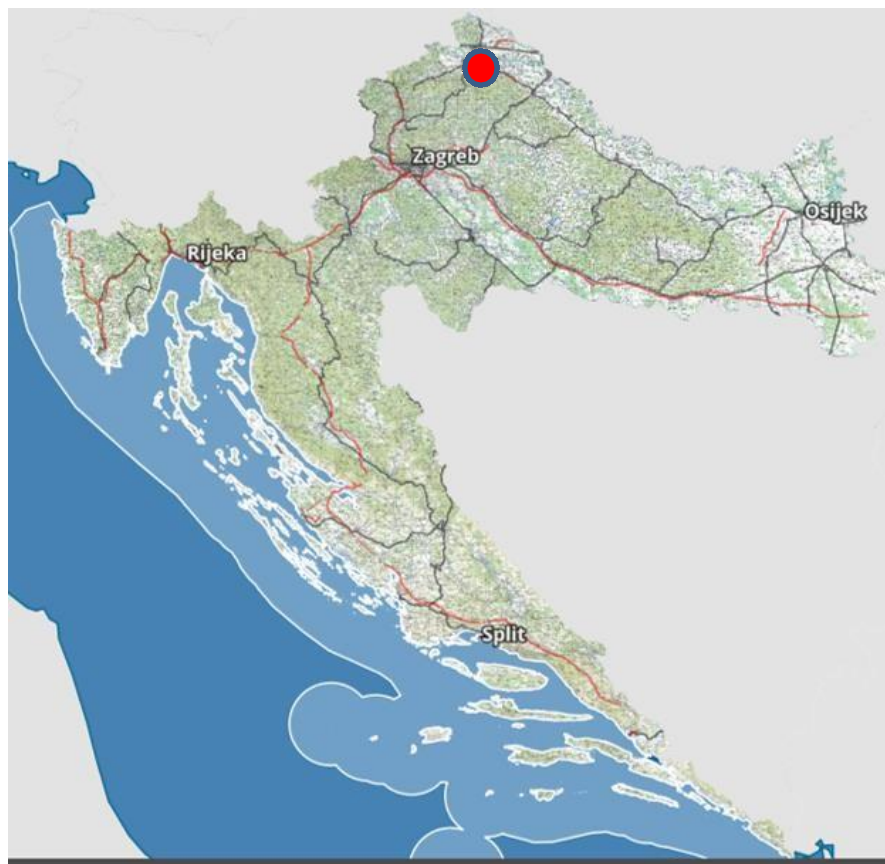
Slika 1. Odlagalište komunalnog otpada „Totovec“ [1]

Odlagalište otpada „Totovec“ se sastoji od:

- Ulazno – izlazne zone;
- Plohe za odlaganje otpada;
- Brtveni sustavi;
- Sustavi za obradu i prikupljanje procjednih voda;
- Sustava za odvodnju oborinskih voda;
- Sabirnih jama fekalnih voda;
- Sustav za otplinjavanje;
- Obodne ceste;
- Hidrantske mreže;
- Reciklažno dvorište;
- Kompostana za biorazgradivi otpad;
- Prostora za nove tehnologije



Slika 2. Prikaz topografske karte za lokaciju odlagališta komunalnog otpada [3]



Slika 3. Prikaz lokacije na karti Hrvatske [3]

Ulazno-izlazna zona nalazi se na sjevernom dijelu odlagališta otpada. Zamišljena je ko prometno manipulativna zona s asfaltnim kolničkim trakom, okružena betonskim rubnjacima, oko 1700 m² površine, od čega je 300 m² zelenih površina. Odvodnja ulaznih i izlaznih područja riješena je vodoravnim i okomitim padom. Oborinska voda gravitacijom teče do odvodne cijevi polietilena visoke gustoće (HDPE) i HDPE oknima te prođe HDPE cijevima do taložnika i separator sa protokom od 20 l/s. To se odvija pod djelovanjem gravitacije spuštanjem u nepropusni sustav procjednih voda. Na području ulaska i izlaska nalaze se objekti potrebni za kontrolu kamiona koji ulaze i izlaze s odlagališta i prostor potreban za rad zaposlenika, a to su: kompleks za zaposlene sa sanitarnim čvorom, vaga, uređajem za pranje kotača kamiona, dvije garaže sa spremištem betonske konstrukcije. Na ulaznim i izlaznim područjima postoje i priključna mjesta za infrastrukturni sustav odlagališta otpada, sustav napajanja i vodoopskrbni sustav. Postavljena je odgovarajuća horizontalna i vertikalna signalizacija. U odlagalište se ulazi kroz klizna vrata. Ograda je projektirana na visini od 2,50 m. Između ograde i odlagalište je protupožarni dio širine od 4 m. Također postoji kompleks za privremeno skladištenje stvorenog otpada na ulazno-izlaznom području, koji će se predati ovlaštenom subjektu na daljnju reciklažu i / ili odlaganje [3].



Slika 4. Ulaz od odlagališta otpada [3]

Odlagalište neopasnog otpada

Prostor za odlaganje smješten je južno od ulazno izlazne zone i obuhvaća plohu od 46.000 metara kvadratnih . Prostor je podijeljen je na četiri plohe. Ispunjavanje ploha se odvija po fazama, sukladno dinamici prihvata, obrade i ugradnje neopasnog otpada. Područje odlagališta otpada odnosi se na iskopanu površinu starog otpada nakupljenog u napuštenim šljunčarama od 1994. godine do 2004. godine. Planira se iskopati njegov stari otpad do razine 157 metara nadmorske visine. Procjenjuje se da je količina otpada koji se treba iskopati oko 185.000 kubičnih metara. Najviša razina podzemne vode je 157.5 metara nadmorske visine. Prije postavljanja temeljnog sustava brtvljenja, planira se daljnje zasipanje terena, najmanje jedan metar iznad maksimalne razine podzemne vode. Zasipavanje terena na odlagališnom prostoru važno je kako bi se dobili projektni padovi brtvenog sustava, čiji se raspon kreće od 1 do 3.4% prema najnižim točkama na plohama odlagališta [3].

Temeljni brtveni sustav

Na pripremljeni odlagališni prostor postavio se brtveni temeljni sustav. Projektirana konstrukcija odlagališta osigurava potrebnu stabilnost tijela ugrađenog otpada, propisanu vodonepropusnost prostora za odlaganje te dobra drenaža procjednih voda iz tijela odlagališta prema sustavu za skupljanje procjednih voda. Na projektirani i izvedeni odlagališni prostor može se odložiti oko 500 000 tona neopasnog otpada brojnih kategorija. Projektirani temeljni brtveni sustav čini:

- „Poravnatog zemljanog sloja – posteljice koja ima debljinu 0.25 m, koja se ugrađuje na postavljeni materijal koji je integriran u dno i bočne strane odlagališnog prostora. Funkcija mu je osiguravanje prihvatljive kontaktne posmične čvrstoće između geosintetičkog glinenog tepiha (GCL) i ugrađenog materijala. Uloga mu je još zaštititi GCL od mehaničkog oštećenja.“
- „GCL maksimalne vodopropusnosti 5×10^{-9} m/s koji se integrira na poravnati zemljani sloj ugrađen na dno i bočne strane odlagališnog prostora. Funkcija GCL je da osigurava vodonepropusnost dna i bočnih strana tijela odlagališta.“

- „High-density polyethylene (HDPE) geomembrana, debljine 2,50 mm obostrano hrapava, maksimalne vodopropusnosti 5×10^{-9} m/s koja se integrira na GCL koji je integriran na dno i bočne strane odlagališnog prostora. Funkcija HDPE geomembrane je da osigurava vodonepropusnost dna i bočnih stana tijela odlagališta.“
- „Zaštitni geotekstil gustoće 1000 g/m^2 koji se integrira na HDPE geomembranu, integriranu u dno i bočne strane odlagališnog prostora. Funkcija zaštitnog geotekstila je osigurati zaštitu HDPE geomembrane od mehaničkih oštećenja.“
- „Drenažni šljunak, debljine 0.5 m, kojem je vodopropusnosti veće od 10^{-3} m/s te koji se integrira na zaštitni geotekstil. Uloga drenažnog šljunka je brža odvodnja procjedne vode iz temeljnog brtvenog sustava prema sustavu za odvodnju procjednih voda.“
- „Filterski geotekstil gustoće 400 g/m^2 koji se integrira na drenažni šljunak. Uloga filterskog geotekstila je filtracija krupnijih čestica iz otpada u drenažni šljunak [3].“

Pokrovni brtveni sustav

Pokrovni brtveni sustav postavlja se preko popunjenog odlagališnog prostora kako bi se spriječila dugoročna infiltracija oborinske vode u samo tijelo odlagališta i tako svelo na minimum nastajanje procjednih voda te kako bi se mjerila emisija odlagališnih plinova u okoliš. Prije same ugradnje pokrovnog brtvenog sustava potrebno je nagib ugrađenog otpada izvesti u projektiranim vrijednostima. Nagib pokosa ugrađenog otpada mora biti 1:3. Visina okolnog otpada je 14.5 m u odnosu na okolni teren odlagališta. Kada ugrađeni otpad dosegne projektiranu visinu ruba pokosa tada pokos postaje znatno manji i pretvara se u krovnu plohu s nagibima 2.8% do 5%. Berme su također glavni dijelovi brtvenog sustava koje se grade na rekultivacijskom sloju. Funkcija berme je sprečavanje i smanjenje oborinskih voda s pokosa i krovne plohe. Uloga berme je i sprečavanje erozije na pokosima. Prekrivni brtveni sustav je projektiran kao cjelina koja se sastoji od:

- „Geosintetski kompozitni dren za plin koji se integrira na izgrađeni pokos i krovnu plohu na pooravajući sloj. Funkcija mu je prikupljanje odlagališnih plinova te njihovo kanaliziranje prema sektoru za otplinjavanje.“

- „GCL je maksimalne vodopropusnosti 5×10^{-9} m/s koji se integrira na izgrađeni pokos i krovnu plohu na geosintetski kompozitni dren za plin. Funkcija mu je postizanje vodonepropusnosti pokosa i krovne plohe odlagališnog prostora.“
- „Linearlowdensitypolyethylen geomembrana (LLDPE), debljine 1,00 mm, obostrano je hrapava, maksimalne vodopropusnosti 5×10^{-9} m/s koja se integrira na pokos i krovnu plohu na GCL. Funkcija joj je osiguravanje vodonepropusnosti i plinonepropusnosti pokosa i krovne plohe.“
- „Geosintetski kompoziti dren za vodu, koji se integrira na izgrađeni pokos i krovnu površinu na LLDPE geomembranu. Funkcija joj je prikupljanje oborinskih voda te usmjeravanje istih prema sistemu za odvodnju oborinskih voda.“
- „Rekultivacijski sloj koji je debljine 1 m te koji se integrira na izgrađeni pokos i krovnu plohu na geosintetski kompozitni dren za vodu. Funkcija mu je zaštititi geosintetski materijala od štetnog utjecaja niskih temperatura. Uloga mu je još zaštita od mehaničkih naprezanja. Mehanička naprezanja mogu nastati prelaženjem mehanizacije za održavanje i ozelenjavanje pokosa i krovne plohe. Time se stvara bolji estetski dojam, smanjuje erozija te poboljšava evapotranspiracija [3].“



Slika 5. Pokrovni brtveni sustav [3]

Tehnologija odlaganja otpada

Otpad se važe na ulazu u odlagalište zajedno s vozilom koje ga dovozi, a zatim se cestom prevozi na radnu površinu s ugrađenim sustavom brtvljenja, a zatim slijedi istovar otpadana. Otpad se obrađuje i rasprostire iz kamiona. Buldožerom se prelazi u horizontalnim slojevima debljine do 0,50 m i tako ugrađuje u tijelo odlagališta. Prilikom postavljanja smeća u tijelo odlagališta, smeće se tretira na najmanjem mogućem području kako bi se smanjila količina procednih voda i smanjili štetni učinci. U slučaju štetnih učinaka možemo spomenuti: pojavu insekata, glodavaca i ptica raznose otpad u okolno područje. Ovdje se također može spomenuti utjecaj vjetra i širenje neugodnih mirisa. Na kraju radnog dana otpad će biti prekriven slojem inertnog materijala, u većini slučajeva zemljom ili pjeskom. Prilikom odlaganja smeća, nagib instaliranog smeća ne smije biti veći od 1: 3, kako bi se izbjegla oštećenja glavnog dijela odlagališta otpada i kako ne bi procjedne vode se preljevale iz područje odlagališta. [3].

3.2. Meteorološke i klimatske značajke

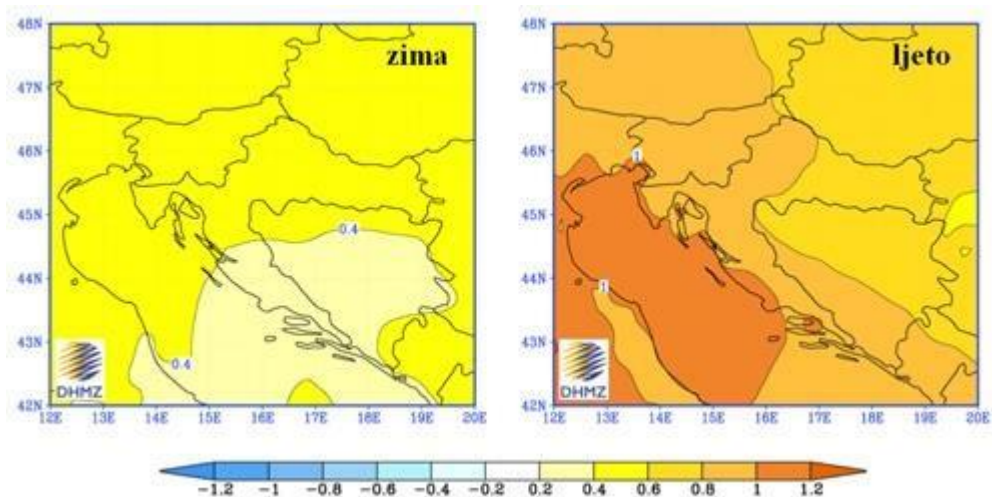
Klima je jako važna, jedna je od najvažnijih sastavnica životnog okruženja, kojoj se treba adaptirati i koristiti njene prednosti, ali i sačuvati od mogućih njenih štetnih učinaka. Kako bi se zaštitila kvaliteta okoliša i utjecaj stakleničkih plinova na klimatske promjene, provode se sve više istraživanja kemijskog sastava i karakteristika atmosfere.

3.2.1. Temperatura

Istraživanjem klimatskih uvjeta u Hrvatskoj tijekom razdoblja od 1961.-1990. pokazuje se kako su ljeti temperature umjereno tople ljeti, a zimi su temperature umjereno hladne s razlikama u godišnjim dobima.

Prema klimatskom modelu Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) tijekom razdoblja od 2041.-2070. godine u odnosu na razdoblje od 1961.-1990. godine pretpostavka je sljedeća:

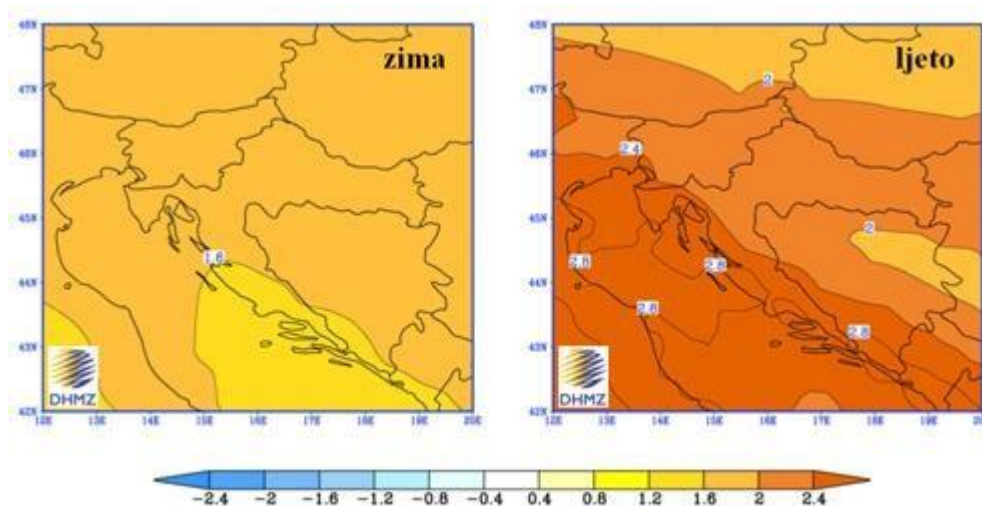
- Zima
 - Temperaturu središnje i sjeverne Hrvatske, Istre i Slavonije povećati će se do $0,6^{\circ}\text{C}$ dok se u Dalmaciji očekuje povećanje temperature do $0,4^{\circ}\text{C}$.
- Ljeto
 - Temperatura će se u ljeto povećati do 1°C duž Hrvatske obale dok je u ostatku Hrvatske taj porast manji [4].



Slika 6. Promjena temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2011.-2040. u odnosu na razdoblje 1961.-1990.[4]

Prema klimatskom modelu DHMZ-a tijekom razdoblja od 2041-2070. godine u odnosu na razdoblje od 1961-1990. godine pretpostavka je slijedeća:

- Zima
 - Očekivana amplituda porasta u Hrvatskoj zimi iznosi do 2° C u kontinentalnom dijelu i do 1.6° C na jugu.
- Ljeto
 - U ljeto se očekuje povećanje temperature do 2.4° C u kontinentalnom dijelu Hrvatske, odnosno do 3° C u priobalnom pojasu.[4]

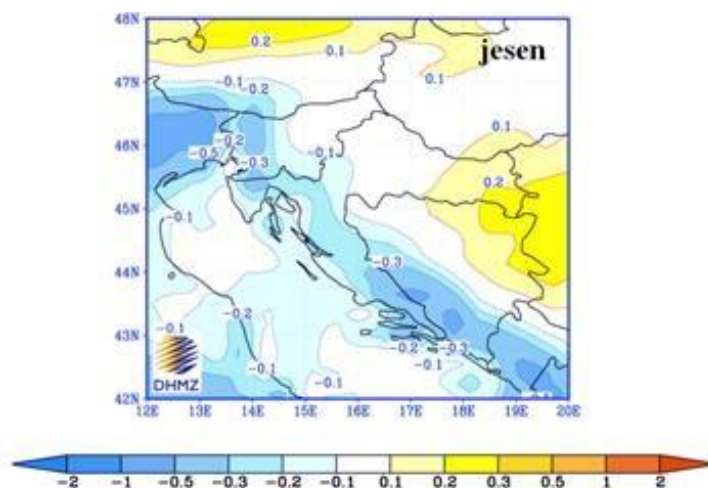


Slika 7. Promjena prizemne temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2041-2070. u odnosu na razdoblje 1961.-1990.[4]

3.2.2. Oborine

U 20. stoljeću je većina postaja primijetila trend smanjenja oborina i porasta temperature u većini godišnjih doba. Nemoguće je razlučiti u kojoj je mjeri taj trend rezultat prirodnih kolebanja klime, a koliko od ljudskog utjecaja. Modeli klimatske budućnosti Republike Hrvatske ukazuju na značajne promjene u prilikama klimatskim.

U bližoj budućnosti (2011.-2040.) promjene količine oborina su vrlo male te su ograničene samo na manja područja i variraju u predznaku ovisno o sezoni. Očekuje se da će se oborine u Jadranskom moru najviše promijeniti u jesen kada se očekuje smanjenje oborina s maksimumom od približno 45-50 mm, kao što je prikazano na slici 8. Iako ovo smanjenje oborine nije statistički značajno [4].

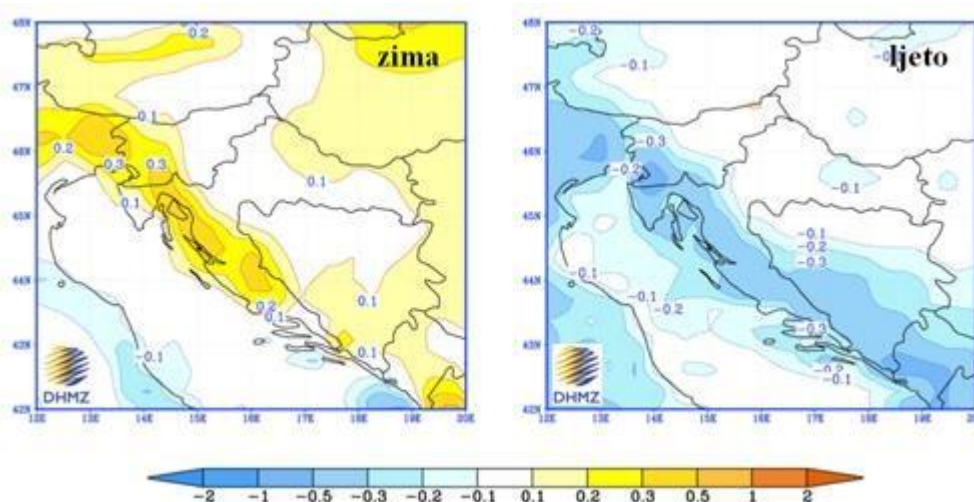


Slika 8. Promjena oborine u Hrvatskoj (u mm/dan) u razdoblju 2011.-2040. u odnosu na razdoblje 1961-1990.[4]

Prema klimatskom modelu DHMZ-a za razdoblje od 2041. do 2070. godine u odnosu na razdoblje od 1961. – 1990. godine pretpostavka je sljedeća:

- Ljeto
 - U ljeto se u gorskoj Hrvatskoj te u obalnom području očekuje smanjenje oborine. Smanjenja dosižu vrijednost od 45-50 mm i statistički su značajna.
- Zima
 - Očekuje se povećanje oborine u sjeverozapadnoj Hrvatskoj te na Jadranu, međutim to povećanje nije statistički značajno [4].

Na Slici 9. prikazana je karta koja ukazuje na navedene promjene.



Slika 9. Promjena oborine u Hrvatskoj (u mm/dan) u razdoblju 2041-2070. u odnosu na razdoblje 1961-1990.[4]

4. PROCJENA RIZIKA PO OKOLIŠ

4.1. Faze procjene

Procjena rizika je formalni proces evaluacije posljedica akcidenta i vjerojatnosti da će doći do akcidenta uslijed čega će doći do posljedica. Procjena rizika najčešće obuhvaća četiri faze:

1. Identifikacija opasnosti po okoliš
2. Procjena posljedica akcidenta koje te opasnosti mogu prouzročiti
3. Procjena vjerojatnosti da će doći do akcidenta
4. Procjena rizika

Općenito, svako područje definira faze procjene rizika u skladu sa svojim potrebama. Općenito, metode procjene mogu se definirati kao kvalitativne, kvantitativne i polukvantitativne. Međutim, bilo koju metodu primjenjivali, za dobru procjenu rizika od suštinske je važnosti poznavanje i razumijevanje problematike koju analiziramo kako bi se odredile sve opasnosti koje su prisutne, posljedice koje mogu prouzročiti i vjerojatnost da će do toga doći. U nastavku će biti opisane najčešće faze procjene rizika po okoliš.

1. Faza – Identifikacija opasnosti

Opasnosti po okoliš definirane su kao situacije ili biološki, kemijski ili fizikalni čimbenici koji mogu, pod određenim okolnostima, prouzročiti štetne posljedice po okoliš. Opasnost se često naziva i **hazardom** tj. prijetnjom koja bi mogla izazvati ekološki akcident i dovesti do štetnih posljedica. Opasnost se još naziva izvorom rizika.

2. Faza – Procjena posljedica

Nakon što je identificirana opasnost, u ovoj je fazi potrebno u punoj mjeri procijeniti posljedice do kojih može doći uslijed ekološkog akcidenta. Međutim, sagledavanje i procjena posljedica varira od lakih i jednostavnih do vrlo zahtjevnih. Primjerice, lako je identificirati opasnost od onečišćenja površinskih i podzemnih voda uslijed mogućeg ispuštanja značajnih količina onečišćivala iz nekog točkastog izvora onečišćenja na površini terena. Takvi izvori onečišćenja mogu biti deponije otpada gdje se otpad nalazi na vodopropusnoj podlozi i izložen je djelovanju atmosferilija. S druge strane, teže je identificirati emisiju štetnih tvari iz primjerice dotrajale i porozne kanalizacije.

Procjeni posljedica može se pristupiti s različitih aspekata. Međutim, da bi se posljedice mogle procijeniti, potrebno ih je prije toga kategorizirati. U nastavku su prikazane kategorizirane posljedice i njihove značajke za okoliš, život i zdravlje ljudi te imovinu u tablici 2.

Tablica 2. Kategorizacija posljedica

| POSLEDICE | | | |
|------------------------------|--|--|---|
| Kategorija posljedica | Značajke posljedica | | |
| | Za okoliš | Za život i zdravlje | Za imovinu |
| 1. nevažne | Nema kontaminacije, lokalizirani učinci | Privremena, neznatna nelagoda | Šteta manja od 0,5 mil. USD, €, CHF i sl. |
| 2. ograničene | Jednostavna kontaminacija, lokalizirani učinci | Nekoliko ozljeda, dugotrajna nelagoda | Šteta od 0,5 do 1 mil. USD, €, CHF i sl. |
| 3. ozbiljne | Jednostavna kontaminacija, raspršeni učinci | Nekoliko teških ozljeda, ozbiljna nelagoda | Šteta od 1 do 5 mil. USD, €, CHF i sl. |
| 4. vrlo ozbiljne | Teška kontaminacija, lokalizirani učinci | Nekoliko smrtnih slučajeva | Šteta od 5 do 20 mil. USD, €, CHF i sl. |
| 5. katastrofalne | Vrlo teška kontaminacija, raspršeni učinci | Više od 20 smrtnih slučajeva | Šteta veća od 20 mil. USD, €, CHF i sl. |

3. Faza – Procjena vjerojatnosti

Nakon što su identificirane opasnosti i procijenjene posljedice akcidenta, potrebno je procijeniti kolika je vjerojatnost da će doći do ekološkog akcidenta. Vjerojatnost se može procijeniti na više načina a u nastavku je prikazana najjednostavnija procjena na osnovi učestalosti: događaj u jedinici vremena. U skladu s tim, vjerojatnost je kategorizirana na sljedeći način (Tablica 3):

Tablica 3. Prikaz procjene vjerojatnosti

| VJEROJATNOST | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Kategorija | Gruba procjena učestalosti |
| 1. Nevjerojatna | Manje od jednom u 1000 godina |
| 2. Mala vjerojatnost | Jednom u 100 – 1000 godina |
| 3. Prilična vjerojatnost | Jednom u 10 – 100 godina |
| 4. Velika vjerojatnost | Jednom u 1 – 10 godina |
| 5. Vrlo velika vjerojatnost | Češće od jednom godišnje |

4. Faza – Procjena rizika

Rizik po okoliš je određen posljedicama ekološkog akcidenta i vjerojatnošću da će se akcident ostvariti. Tako, na osnovi procijenjenih posljedica i vjerojatnosti moguće je formirati matricu rizika.

4.2. Utjecaj odlagališta na okoliš

4.2.1. Utjecaj na zrak

Budući da će ispušni plin iz vozila i strojeva koji prevoze otpad na odlagalište stvarati odlagališni plin, odlagalište može imati negativan utjecaj zbog nadvišenja ploha za odlaganje neopasnog otpada tijekom rada odlagališta. Razgradnjom miješanog komunalnog otpada nastaju aerobni i anaerobni produkti razgradnje organskih tvari. Većina tih plinova su ugljični dioksid (CO_2) i metan (CH_4) te u manjoj mjeri (do 10%) sumporovodik (H_2S), amonijak (NH_3), dušik (N_2) i razni plinoviti organski spojevi od kojih neki imaju jak neugodan miris. Intenzitet ovisi o fizikalnim i kemijskim parametrima na odlagalištu, vremenu razgradnje otpada i pokrivenosti otpada. Ovisno o temperaturi, vjetru i gore navedenim parametrima, može se pokazati onečišćenje, neugodni miris i stotinama metara od odlagališta otpada. Koncentracija metana iznosila je 7,00% u 2009. godini, 8,79% u 2010. godini, 5,23% u 2011. godini i 5,13% u 2012. godini. Budući da je metan u koncentraciji od 5-15% eksplozivan, te koncentracije su opasne za odlagališta otpada. Nakon popravka sustava za otplinjavanje 2012. godine koncentracija metana vratila se na prihvatljivu razinu, što više nije problem. Nakon sanacije, do 2015. koncentracija vodika povećala se na 7,51%, a kada je koncentracija vodika 4-75,6% eksplozivan je, ali sve su se vrijednosti vratile u normalu tako da su danas sve vrijednosti dobre te nema opasnosti za odlagalište [2].

4.2.2. Utjecaj na vode

Prilikom upotrebe odlagališta i poslije obustave odlaganja otpada, procjedne vode odlagališta te oborinske vode koje se nalaze na prekrivnom dijelu odlagališta mogu stvoriti neželjeni učinak na vode.

Trenutno upravljanje vodama na odlagalištu bazira se na zatvorenom sustavu u kojemu se vode ne ispuštaju u okoliš. Sustav za prikupljanje i odvod procjednih voda je dizajniran kao zatvoreni nepropusni sustav za prihvatanje narednih otpadnih voda:

- procjedne vode s odlagališnog prostora,
- oborinskih voda s asfaltiranih površina ulazno-izlazne zone,
- oborinskih voda reciklažnog dvorišta i betonskih površina kompostane za biorazgradivi otpad,
- tehnoloških voda s platoa za pranje kotača i radno-manipulativnih površina ulazno-izlazne zone,
- sanitarnih otpadnih voda.

Procjedne vode od MBO postupka i kompostiranja

Onečišćenje vode uzrokovano procjednim vodama odnosno oborinskim vodama s površina gdje se komunalni otpad biološki obrađuje i kompostira jedan je od potencijalnih negativnih učinaka na okoliš. Voda koja prolazi kroz tijelo hrpe ili gredice (procjedna voda) sadrži ekstrahirane, otopljene i suspendirane tvari. Budući da se radi o aerobnom procesu biološke obrade, opterećenje otpadnih voda relativno je malo i ne sadrži toksične komponente karakteristične za anaerobnu obradu, poput sulfida i teških metala. Stoga se svi tokovi otpadnih voda mogu opisati kao konvencionalni parametri opterećenja otpadnih voda. Otpadne vode obično imaju visoke vrijednosti BPK5, fenola (uglavnom prirodnog) i nitratnih iona. Onečišćivači su aldehidi, ketoni, soli i esteri osnovnih organskih kiselina koji otpadnim vodama daju miris, kao i toksični sintetski spojevi: poliklorirani bifenili (PCB) porijeklom od insekticida i pesticida te policiklički aromatski ugljikovodici (PAH), kada iz ulaznog otpada nisu izdvojeni pesticidi i otpadna ulja. Ako se ne zaustavi prodor ove vode u podzemlje ona može onečistiti podzemne i površinske vode. Stvaranje procjednih voda može se jednim dijelom ili potpuno smanjiti kontrolom i izmjenom razine vlage u hrapama, te suzbijanjem nekontroliranog unosa oborina u hrpe.

Da bi se spriječilo stvaranje prekomjerne vlage, treba upotrijebiti plastičnu foliju za pokrivanje hrpe tijekom jake kiše [8].

Otpadne vode od procesa sortiranja otpada

Otpadna voda koja nastaje tijekom procesa sortiranja se prikuplja u otvorenom sabirnom kanalu koji se nalazi u razini poda građevine, upuštaju se u taložnik u kome se taloži grubi otpad, te se otpadna voda zatvorenim cijevnim kanalom odvodi na separator odlagališta „Totovec“ oko kojeg se pročišćena otpadna voda sakuplja u sabirni bazen procjednih voda odlagališta „Totovec“ [8].

Otpadne vode od pranja kotača vozila

Od pranja vozila nastaju otpadne vode koje se skupljaju u sabirnom kanalu te se upuštaju u separator ulja i masti u kojem se voda pročišćava. Pročišćena voda vraća se u proces pranja [8].

Vanjske oborinske vode

Kako bi se spriječio utjecaj slijevnih voda na podzemlje, oko područja odlagališta izgradit će se obodni kanali koji će primati oborinske vode koje se slijevaju prema građevini. Obodni kanali činit će cjelinu sa sustavom za odvod oborinskih voda odlagališta Totovec. Spomenute vode neće biti onečišćene procjednim vodama, te će se preko taložnice odnijeti u retencijski bazen odlagališta Totovec i koristiti na samom odlagalištu, kao protupožarna voda, točnije voda za polijevanje zaprašenih putova [8].

Oborinske vode s asfaltnih, manipulativnih i parkirališnih površina

Otpadne vode koje se pojavljuju na svim uređenim površinama sakupljaju se pomoću slivnika s taložnikom te sabirnim kanalom, upuštaju u separator ulja i masti, a po završetku pročišćavanja upuštaju se u tlo preko upojnih bunara [8].

Sanitarno-fekalne otpadne vode

Sva otpadna voda koja nastaje u sanitarnim prostorima unutar građevina upušta se u tipske bio jame koje će biti dimenzionirane za cca 20 djelatnika. Pročišćene otpadne vode upuštaju se u teren preko upojnih bunara [8].

Tako pročišćene vode neće štetno utjecati na okoliš.

4.2.3. Utjecaj na tlo

Nepovoljan utjecaj moguć je samo u trenutku akcidentne situacije. Onečišćenje tla štite odnosno onemogućavaju sustavi za odvodnju oborinskih te procjednih voda te brtvenih slojeva [7].

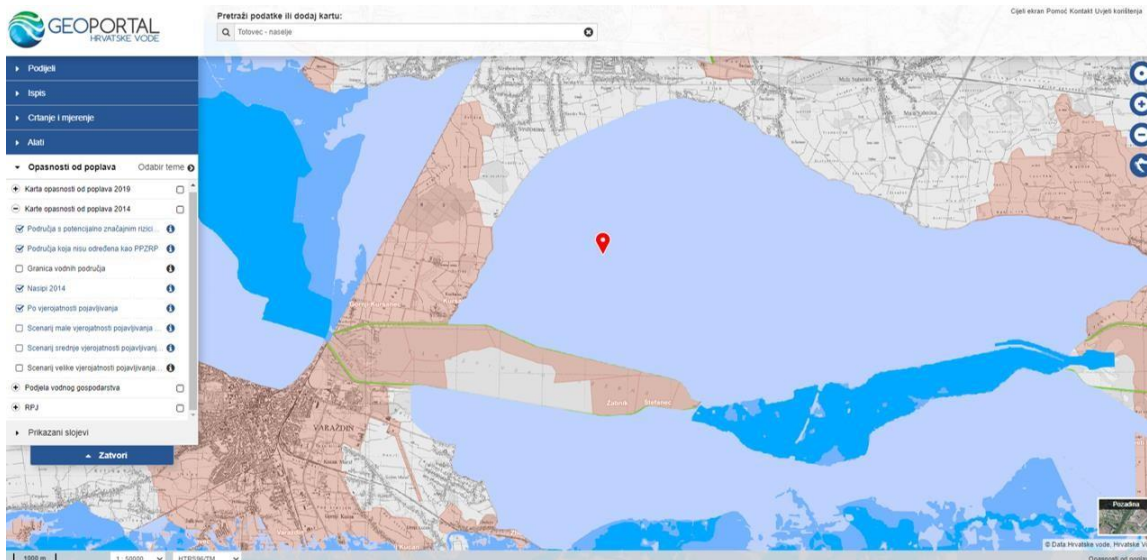
4.2.4. Utjecaj buke

Radovi se odvijaju samo preko dana na odlagalištu pa se tijekom noći utjecaj buke ne razmatra. Buka će na granicama odlagališta biti u granicama do 80dB, a prema najbližem naselju iznositi će oko 20 dB, koji je udaljen 600 metara od odlagališta. Nastanak buke dolazi od rada vozila te strojeva [7].

4.3. Utjecaj klimatskih promjena

Svrha procjene utjecaja klimatskih promjena na odlagalište „Totovec“ je utvrđivanje koraka koje treba poduzeti za jačanje otpornosti odlagališta na klimatske varijabilnosti i klimatske promjene. Jedan od mogućih utjecaja klimatskih promjena na odlagalište je sve veća pojava oluja i prekomjernih kiša, zajedno s jakim vjetrom koji može uzrokovati poplave i materijalnu štetu.

Prema *Karti opasnosti od poplava* koju su objavile Hrvatske vode, mjesto odlagališta komunalnog otpada „Totovec“ nalazi se u poplavnom području, a mogućnost poplave je male vjerojatnosti [5].



Slika 10. Karta opasnosti od poplava po vjerojatnosti poplavlivanja
(Izvor: Hrvatske vode) [5]

Da bi se ustanovila ranjivost i rizik od klimatskih promjena, potrebno je utvrditi koliko je odlagalište osjetljivo na opasnosti povezane s promjenama klimatskih uvjeta i izlaganje odlagališta trenutnim i budućim opasnostima, te utvrditi i rangirati ključne rizike po važnosti. U nastavku su opisani sljedeći moduli:

1. Analiza osjetljivosti
2. Procjena izloženosti
3. Procjena ranjivosti

Modul 1. Utvrđivanje osjetljivosti projekta/zahvata na klimatske promjene (eng. Sensitivity – S)

Analizom utvrđuju se primarni i sekundarni utjecaji opasnosti od klime. Glavni utjecaji i opasnosti uključuju prosječnu temperaturu zraka, ekstremne temperature zraka, oborine i ekstremne oborine. Sekundarni utjecaji i opasnosti uključuju porast razine mora, temperaturu vode / mora, dostupnost vode, oluje, poplave, eroziju tla, požare, kakvoću zraka, klizišta. Osjetljivost zahvata iskazuje se prema tablici 4. [6].

Tablica 4. Analiza osjetljivost zahvata na klimatske promjene[6].

| Osjetljivost | Opis | |
|--------------|----------------------|--|
| V | Visoka osjetljivost | Klimatska varijabla/opasnost može imati značajan učinak na imovinu i procese, ulazne parametre, rezultate i prometne pravce. |
| S | Srednja osjetljivost | Klimatska varijabla/opasnost može imati blagi učinak na imovinu i procese, ulazne parametre, rezultate i prometne pravce. |
| N | Neosjetljivost | Klimatska varijabla/opasnost nema nikakvog učinka. |

Modul 2-Procjena izloženosti zahvata klimatskim promjenama

Po završetku analize osjetljivosti odlagališta na klimatske promjene, navodi se izloženost odlagališta na klimatske promjene. Prema tablici 5, procjena izloženosti obrađuju se za trenutno i buduće stanje odlagališta [6].

Tablica 5. Procjena izloženosti zahvata[6]

| Izloženost klimatskim promjenama | | |
|----------------------------------|---|--|
| Visoka | 3 |  |
| Srednja | 2 |  |
| Nema | 1 |  |

Modul 3 – procjena ranjivosti zahvata – ranjivost zahvata (V) izračunava se na sljedeći način:

- $V = S \times E$

S - osjetljivost zahvata na klimatske promjene,

E - izloženost zahvata klimatskim promjenama.

Prema tablici 6. izračunava se matrica klasifikacije ranjivosti. [6]

Tablica 6. Analiza ranjivosti zahvata [6]

| | | Izloženost (E) | | |
|-------------------------|------------|-----------------------|---------|--------|
| | | Zanemariva | Srednja | Visoka |
| Osjetljivost (S) | Zanemariva | | | |
| | Srednja | | | |
| | Visoka | | | |

Akcidentalne situacije to jest nesreće do kojih može doći na odlagalištu su pojava požara, pojava eksplozije, onečišćenje voda iznad najvećih dopuštenih koncentracija te poplava. Odlagalište otpada treba sadržavati opremu i sredstva za slučajeve neočekivanih požara te radnike koji su obučeni za rad na siguran način.

Slijedom gore navedenog, ispunjena je matrica izloženosti i ranjivosti za zahvat koja se nalazi u tablici 7. [7].

Tablica 7. Matrica izloženosti i ranjivosti [9]

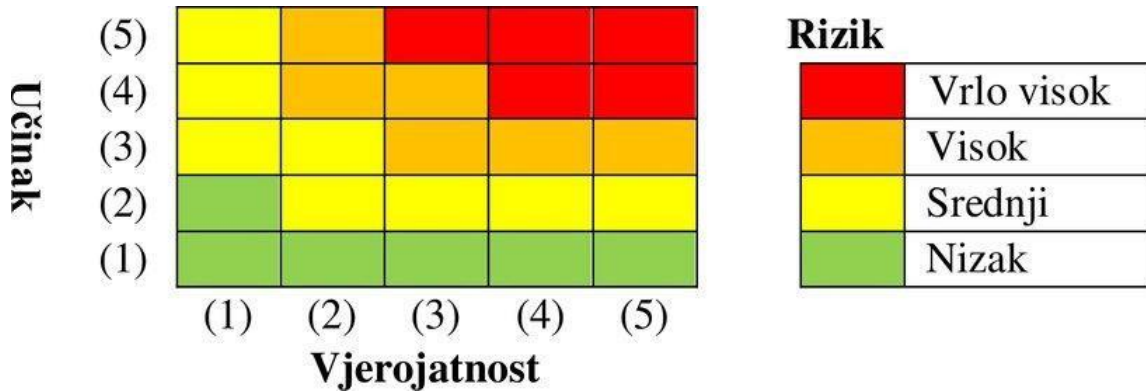
| | Ključne teme | | | | RI | BI | RR | | | | BR | |
|---|-------------------------------|---|---|---------------------|----|----|-------------------------------|---|---|---------------------|----|-------------------------------|
| | Imovina i procesi na lokaciji | Ulazni parametri (voda, energija, ostalo) | Izlazni parametri (proizvodi, tržišta, potražnja korisnika) | Prometna povezanost | | | Imovina i procesi na lokaciji | Ulazni parametri (voda, energija, ostalo) | Izlazni parametri (proizvodi, tržišta, potražnja korisnika) | Prometna povezanost | | Imovina i procesi na lokaciji |
| 1. Prosječna godišnja/sezonska/mjesečna temperatura (zraka) | | | | | | | | | | | | |
| 2. Ekstremne temperature (zraka) | | | | | | | | | | | | |
| 3. Prosječna godišnja/sezonska/mjesečna količina padalina | | | | | | | | | | | | |
| 4. Ekstremna količina padalina | | | | | | | | | | | | |
| 5. Prosječna brzina vjetra | | | | | | | | | | | | |
| 6. Maksimalna brzina vjetra | | | | | | | | | | | | |
| 7. Vlaga | | | | | | | | | | | | |
| 8. Sunčevo zračenje | | | | | | | | | | | | |
| 9. Temperatura mora/vode | | | | | | | | | | | | |
| 10. Dostupnost vode | | | | | | | | | | | | |
| 11. Oluje | | | | | | | | | | | | |
| 12. Poplava | | | | | | | | | | | | |
| 13. Erozija tla | | | | | | | | | | | | |
| 14. Požar | | | | | | | | | | | | |
| 15. Kvaliteta zraka | | | | | | | | | | | | |
| 16. Nestabilnost tla/klizišta/odroni | | | | | | | | | | | | |
| 17. Efekt urbanih toplinskih otoka | | | | | | | | | | | | |

Na temelju ispunjenje matrice izloženosti i ranjivosti iz tablice 7. može se uvidjeti da do utjecaja klimatskih promjena na zahvat dolazi samo u ekstremnim uvjetima, odnosno pri ekstremnim temperaturama, padalinama, brzini vjetra i olujama. Na temelju ispunjene matrice izloženosti i ranjivosti može se zaključiti da klimatske promjene neće imati značajan utjecaj na promatrani zahvat.

4.4. Matrice rizika

Na osnovi procjene ranjivosti zahvata (trenutno i buduće stanje) sastavlja se procjena rizika. Procjena rizika definira se prema Tablici 8.[6]

Tablica 8. Matrica i klasifikacija rizika [6]



Procjena rizika sastavlja se za one aspekte kod kojih je matricom klasifikacije ranjivosti dobivena visoka ranjivost. U ovom slučaju primijećeno je da je zahvat iznimno visoko ranjiv za slučaj poplava i oluja. Uzimajući u obzir trenutnu izloženost lokacije odlagališta i predviđanja buduće izloženosti, te uzimajući u obzir vjerojatnost pojave događaja i moguće posljedice takvog događaja, razina rizika utjecaja klimatskih promjena na planirani projekt procjenjuje se kao umjeren.

Tablica 9. Matrica rizika za slučaj oluja

| | | | | | | |
|---------------------|---|---|----------|---|---|---|
| Posljedice | 5 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| | 3 | | zdravlje | | | |
| | 2 | | okoliš | | | |
| | 1 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vjerojatnost | | | | | | |

U slučaju oluja vjerojatnost da dođe do oluja je mala, vidljivo na tablici 3., dok su posljedice ograničene za okoliš, a ozbiljne za zdravlje, vidljivo na tablici 2. Procijenjen

je srednji rizik po okoliš, dok je za ljudsko zdravlje procijenjen visok rizik jer može doći do težih ozljeda, vidljivo na tablici 9.

Tablica 10. Matrica rizika za slučaj poplava

| | | | | | | |
|------------|---|---|----------|---|---|---|
| Posljedice | 5 | | | | | |
| | 4 | | imovina | | | |
| | 3 | | okoliš | | | |
| | 2 | | zdravlje | | | |
| | 1 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Vjerojatnost

U slučaju poplava za koje je mala vjerojatnost, vidljivo na tablici 3., rizik je procijenjen za imovinu visok, dok je za okoliš i zdravlje srednji rizik, vidljivo na tablici 10. Posljedice za okoliš mogu biti ozbiljne, a za zdravlje su ograničene dok za imovinu mogu biti vrlo ozbiljne, vidljivo na tablici 2.

Tablica 11. Matrica rizika za slučaj požara

| | | | | | | |
|------------|---|---|---|----------|---|---|
| Posljedice | 5 | | | | | |
| | 4 | | | imovina | | |
| | 3 | | | zdravlje | | |
| | 2 | | | okoliš | | |
| | 1 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Vjerojatnost

Prilična je vjerojatnost da dođe do požara, vidljivo na tablici 3., na osnovi formirane matrice iz tablice 11., rizik po okoliš je procijenjen kao srednji sa ograničenim posljedicama. Rizik se može procijeniti i za ljudsko zdravlje te imovinu. Ljudsko zdravlje procijenjeno je kao srednji rizik sa ozbiljnim posljedicama, dok je imovina procijenjena kao visok rizik u slučaju šumskog požara sa vrlo ozbiljnim posljedicama, vidljivo u tablici 2.



Slika 11. Požar na odlagalištu komunalnog otpada Totovec 2019.

Na slici 11. prikaz je požara koji se 2019. dogodio na odlagalištu komunalnog otpada Totovec radi samozapaljenja otpada nataloženog dugogodišnjim odlaganjem. Požar je ugašen te nije došlo do ugrožavanja okoliša i zdravlja ljudi. U požaru je izgorjelo oko 2 700 tona balirane plastike.

Tablica 12. Matrica rizika po kvalitetu zraka

| | | | | | | |
|------------|---|---------------------|---|---|----------|---|
| Posljedice | 5 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| | 3 | | | | zdravlje | |
| | 2 | | | | okoliš | |
| | 1 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | Vjerojatnost | | | | |

U tablici 12. prikazana je matrica rizika za kvalitetu zraka čiji je rizik procijenjen za zdravlje kao visok rizik, a za okoliš srednji. Kvaliteta zraka na odlagalištu često varira pa u slučaju povišenja metana i vodika može doći do eksplozije koja može ugroziti ljudsko zdravlje čija je vjerojatnost velika, vidljivo u tablici 3. Ako dođe do velike promjene u kvaliteti zraka posljedice za okoliš su ograničene, a za zdravlje ozbiljne, vidljivo u tablici 2.

5. ZAKLJUČAK

Odlagalište komunalnog otpada „Totovec“ preuzima otpad s područja Međimurske županije te mu je kapacitet 500 000 tona. U ovom diplomskom radu napravljena je analiza procjene rizika po okoliš za različite kategorije da bi se vidio da li odlagalište utječe trenutno i hoće li utjecati u budućem razdoblju.

Nakon analize ustanovljeno je da trenutno nema većih utjecaja na okoliš. Naime, rizici su mali zahvaljujući uređenosti odlagališta da odlagalište nije uređeno rizici bi bili veći. Godine 2019., koncentracija metana bila je 7,00%, 8,79% za 2010. godinu, 5,23% za 2011 te 5,13% za 2012. godinu. Te koncentracije metana su eksplozivne te ih je trebalo sanirati, 2012. godine nakon sanacije su se koncentracije vratile u prihvatljive granice. Danas koncentracije nemaju opasnost za odlagalište. Analizom je uočeno da bi u budućem vremenu moglo doći do poplave jer se lokacija na kartama opasnosti od poplava iz Hrvatskih voda nalazi na području male vjerojatnosti. Jedino u slučajevima akcidentalnih situacija kao što je pojava požara, pojava eksplozije, onečišćenje voda iznad parametara te poplave može doći do utjecaja na okoliš na odlagalištu komunalnog otpada „Totovec“. Odlagalište treba biti opremljeno opremom te radnici obučeni za rad u u takvim situacijama.

Na odlagalištu komunalnog otpada „Totovec“ poduzete su mjere zaštite okoliša: sustav odvodnje procjednih voda, izgrađen je brtveni sloj, otplinjavanje odlagališnih plinova i provodi se redoviti monitoring. Zahvaljujući poduzetim mjerama, na tom odlagalištu nema vrlo visokih rizika po okoliš.

6. LITERATURA

[1] Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada, Narodne novine 50/05

[2] Gogić, D. (2020). 'Analiza emisija u zrak s odlagališta otpada "Totovec"', Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, dostupno na: [Analiza emisija u zrak s odlagališta otpada "Totovec" | Repozitorij Geotehničkog fakulteta ,Varaždin \(unizg.hr\)](#)
Preuzeto: 8.5.2021.

[3] Kanoti Danko, 2016., Zbrinjavanje otpada na odlagalištu Totovec, Završni rad, Međimursko veleučilište u Čakovcu, Čakovec, Dostupno na: [Zbrinjavanje otpada na odlagalištu Totovec | Repozitorij Međimurskog veleučilišta u Čakovcu \(mev.hr\)](#)
Preuzeto: 8.5.2021.

[4] Državni hidrometeorološki zavod. *Klima i klimatske promjene*. Dostupno na: http://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje Preuzeto: 8.5.2021.

[5] Hrvatske vode. *Geoportal - Karta rizika od poplava*. Dostupno na: <http://korp.voda.hr/> Preuzeto: 8.5.2021.

[6] METIS d.d., 2020., Elaborat zaštite okoliša uz zahtjev za Ocjenu o potrebi procjene utjecaja na okoliš za zahvat „Izmjena zahvata sanacije i konačnog zatvaranja odlagališta Totovec“, Grad Čakovec, Međimurska županija, Dostupno na: https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA-ZA-PROCJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSPODARENJE-OTPADOM/Opuo/19_08_2020_Elaborat_Odlagaliste_Totovec.pdf Preuzeto: 8.5.2021.

[7] ECOINA, 2018., ELABORAT ZAŠTITE OKOLIŠA za ocjenu o potrebi procjene utjecaja na okoliš izmijenjenog odlagališta otpada „Totovec“ zbog izgradnje plohe za odlaganje azbestnog otpada na k.č. 483/2, 484/1, 511, k.o. Totovec, Međimurska županija, Dostupno na: https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/ARHIVA%20DOKUMENATA/ARHIVA%20--%20OPUO/elaborat_zastite_okolisa_419.pdf Preuzeto: 8.5.2021.

[8] IRI SISAK, 2006., dioničko društvo za istraživanje, razvoj i ispitivanje, STUDIJA O UTJECAJU NA OKOLIŠ II. FAZE SANACIJE ODLAGALIŠTA «TOTOVEC»: RECIKLAŽNO DVORIŠTE, POSTROJENJE ZA MEHANIČKO BIOLOŠKU OBRADU KOMUNALNOG OTPADA I POSTROJENJE ZA KOMPOSTIRANJE BIOLOŠKOG OTPADA ,dostupno na: https://www.cakovec.hr/glasnik_old/hr/mat06/sazetak_studije_za_javni_uvid.pdf Preuzeto: 8.5.2021.

[9] Vlastiti izvor

7. POPIS SLIKA

Slika 1. Odlagalište komunalnog otpada „Totovec“

Slika 2. Prikaz topografske karte za lokaciju odlagališta komunalnog otpada

Slika 3. Prikaz lokacije na karti Hrvatske

Slika 4 . Ulaz od odlagališta otpada

Slika 5. Pokrovni brtveni sustav

Slika 6. Promjena temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2011.-2040. u odnosu na razdoblje 1961.-1990.

Slika 7. Promjena prizemne temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2041-2070. u odnosu na razdoblje 1961.-1990.

Slika 8. Promjena oborine u Hrvatskoj (u mm/dan) u razdoblju 2011.-2040. u odnosu na razdoblje 1961-1990.

Slika 9. Promjena oborine u Hrvatskoj (u mm/dan) u razdoblju 2041-2070. u odnosu na razdoblje 1961-1990.

Slika 10. Karta opasnosti od poplava po vjerojatnosti poplavljanja (Izvor: Hrvatske vode)

Slika 11. Požar na odlagalištu komunalnog otpada Totovec 2019.

8. POPIS TABLICA

Tablica 1. Količine otpada i ključni brojevi otpada na odlagalištu otpada „Totovec“

Tablica 2. Kategorizacija posljedica

Tablica 3. Procjena vjerojatnosti

Tablica 4. Analiza osjetljivost zahvata na klimatske promjene

Tablica 5. Procjena izloženosti zahvata

Tablica 6. Analiza ranjivosti zahvata

Tablica 7. Matrica izloženosti i ranjivosti

Tablica 8. Matrica i klasifikacija rizika

Tablica 9. Matrica rizika za slučaj oluja

Tablica 10. Matrica rizika za slučaj poplava

Tablica 11. Matrica rizika za slučaj požara

Tablica 12. Matrica rizika po kvalitetu zraka